77th Uluslararası Katılımlı

Türkiye Jeoloji Kurultayı

with international participation

Geological Congress of Türkiye

14-18 Nisan 2025 / *April 14-18, 2025*

MTA Genel Müdürlüğü Kültür Sitesi/ANKARA

MTA General Directorate Cultural Center / ANKARA

Madencilik ve Çevre

Mining and Environment

BİLDİRİ ÖZLERİ KİTABI

Editörler / ***Editors***

Cüneyt ŞEN

Tülay BAK









TMMOB

JEOLOJİ MÜHENDİSLERİ ODASI

CHAMBER OF GEOLOGICAL ENGINEERS OF TÜRKİYE

unesco Türkiye Milli Komisyonu

TÜBİTAK

Destekleriyle....

550.4
77. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri Kitabı: Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları, 2025
s.....:, 29 cm (Jeoloji Mühendisleri Odası Yayın No: 155
jeoloji kurultayı, yer bilimleri, jeolojik kökenli kaynaklar, madencilik, deprem, jeoloji
TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası

TMMOB JEOLOJİ MÜHENDİSLERİ ODASI YAYINLARI NO: 157

ISBN: 978-605-01-1689-2

Teknik Düzenleme / Technical layout by
İlhan ULUSOY

Baskı:
ERS Matbaası

DÜZENLEME KURULU

Organizing Committee

Cüneyt ŞEN
Başkan / *President*

Haşim AĞRILI
II. Başkan
Vice-president

Nurgül GÜLTEKİN
II. Başkan
Vice-president

Volkan KARABACAK
II. Başkan
Vice-president

Celalettin ŞİMŞEK
II. Başkan
Vice-president

Senem TEKİN
II. Başkan
Vice-president

Gökhan ATICI
Sekreter/Secretary

Tülay BAK
Sekreter/Secretary

Olgun DURU
Sekreter/Secretary

Fatih UÇAR
Sekreter/Secretary

Ezgi ULUSOY
Sekreter/Secretary

Umut AĞCİHAN
Sayman / *Treasurer*

Suzan ANGI
Sayman / *Treasurer*

Özgecan IRICIOĞLU-AYDIN
Sayman / *Treasurer*

Düzgün ESİNA
Sayman / *Treasurer*

Özgür DEĞİRMENCİ
Sosyal ve Kültürel Etkinlikler
Social and Cultural Affairs

Zeynel Abidin GÖK
Sosyal ve Kültürel Etkinlikler
Social and Cultural Affairs

Ayşegül KARAARSLAN
Sosyal ve Kültürel Etkinlikler
Social and Cultural Affairs

Melisa KAYA
Sosyal ve Kültürel Etkinlikler
Social and Cultural Affairs

Işık ŞENER AYDEMİR
Basın ve Halkla İlişkiler
Public Relations

Burcu GÖRBİL
Basın ve Halkla İlişkiler
Public Relations

Seçkin GÜLBUDAK
Basın ve Halkla İlişkiler
Public Relations

Deniz IŞIK-GÜNDÜZ
Basın ve Halkla İlişkiler
Public Relations

İlhan ULUSOY
Basın ve Halkla İlişkiler
Public Relations

TMMOB JEOLOJİ MÜHENDİSLERİ ODASI
BİLİMSEL VE TEKNİK KURUL
Chamber of Geological Engineers
Scientific and Technical Committee

Osman PARLAK	Başkan - Mineraloji ve Petrografi Üyesi
Gürol SEYİTOĞLU	II. Başkan - Yapısal Jeoloji ve Tektonik Üyesi
Emine SÜTÇÜ	Sekreter - Enerji ve Kritik Hammadde Araş. Üyesi
Erol SARI	Deniz, Göl ve Kıyı Araştırmaları Üyesi
Bülent ÖZMEN	Doğa Kaynaklı Afetler, İklim Değ. ve Afet Yön. Üyesi
Mehmet ÖZKUL	Jeolojik Miras, Jeoarkeoloji ve Jeoturizm Üyesi
Erdin BOZKURT	Bölgesel Jeoloji Üyesi
Erdinç YİGİTBAŞ	Uluslararası İlişkiler, Yayın ve Jeoloji Eğitimi Üyesi
Mehmet ŞENER	Jeotermal ve Doğal Mineralli Sular Üyesi
Cüneyt ŞEN	Jeokimya, Petroloji ve Volkanoloji Üyesi
Gürhan YALÇIN	Tıbbi Jeoloji Üyesi
İrfan YOLCUBAL	Su Kaynakları Yönetimi, Hidrojeoloji ve Karst Üyesi
Nurgül ÇELİK BALCI	Gezegen Jeolojisi ve Jeobiyoloji Üyesi
Tolga ÇAN	Uzaktan Algılama, CBS ve Bilgi Teknolojileri Üyesi
Güldemin DARBAŞ	Paleontoloji-Stratigrafi Üyesi
Nihat Sinan IŞIK	Mühendislik Jeolojisi ve Jeoteknik Üyesi
Dilek TÜRER	Çevre Jeolojisi ve Atık Yönetimi Üyesi
Ezher TAGLIASACCHI	Sedimantoloji Üyesi
Taylan SANÇAR	Kuvaterner Jeolojisi ve Jeomorfoloji Üyesi
Murat YILMAZ	Yapı Malzemeleri ve Endüstriyel Hammaddeler Üyesi
Sabah ŞAHİN YILMAZ	Değerli ve Yarı Değerli Taşlar Üyesi
Özcan DUMANLILAR	Maden ve Mineral Kaynakları Üyesi
Ali DEMİRER	Petrol, Gaz ve Hidrokarbon Araştırmaları Üyesi
Mehmet Ruhi AKÇIL	Sondaj Uygulamaları ve Sondaj Teknolojisi Üyesi
Yüksel ÖRGÜN TUTAY	Etik Üyesi
Bahattin Murat DEMİR	Adli Jeoloji Üyesi

TMMOB
JEOLOJİ MÜHENDİSLERİ ODASI YÖNETİM KURULU
Chamber of Geological Engineers Executive Committee

Hüseyin ALAN
Başkan/President

Seçkin GÜLBUDAK
II. Başkan/Vice President

Dursun Malik BAKIR
Yazman Üye/Secretary

Düzgün ESİNA
Sayman Üye/Treasury

Özgür DEĞİRMENCİ
Mesleki Uyg. Üyesi/Member of Professional Activities

Burcu GÖRBİL
Yayın Üyesi/Member of Publications

Zeynel Abidin GÖK
Sosyal İlişkiler Üyesi/Member of Social Affairs

OTURUM YÜRÜTÜCÜLERİ VE BİLİM KURULU

(Session Conveners and Scientific Committee)

50. YILINDA ODAYA VE MESLEĞİMİZE EMEK VERENLER OTURUMU
The Session of the Laborious to Chamber of Geological Engineers and Our Profession in its Fiftieth Year
Dündar ÇAĞLAN, Ayhan KÖSEBALABAN, Hikmet TÜMER

75. YIL ÖZEL ŞÜKRAN OTURUMU: PROF. DR. NİZAMETTİN KAZANCI
75th Anniversary Special Thanksgiving Session: Prof. Dr. Nizamettin KAZANCI
Nazire Özgen ERDEM, Atike NAZİK, Alper GÜRBÜZ, Cüneyt ŞEN

ANTROPOSEN VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ OTURUMU
Anthropocene and Climate Change Session
Ezgi Ünal İMER, Koray KOÇ, Mine Sezgül KAYSERİ-ÖZER, Ökmen SÜMER

BÖLGESEL JEOLOJİ VE TEKTONİK OTURUMU
Regional Geology and Tectonics Session
Erdin BOZKURT, Abdurrahman DOKUZ, Oğuz Hakan GÖĞÜŞ, Gürol SEYİTOĞLU, Erdinç YİĞİTBAŞ

ÇEVRE JEOLOJİSİ VE ATIK YÖNETİMİ OTURUMU
Environmental Geology & Waste Management Session
Haluk AKGÜN, Harun AYDIN, Fatma GÜLTEKİN, Özden İLERİ

DOĞA KAYNAKLI AFETLER, AFET YÖNETİMİ VE RİSK DEĞERLENDİRMELERİ OTURUMU
Natural Disasters, Disaster Management and Risk Assessments Session
Aykut AKGÜN, Mutlu GÜRLER, Semi HAMZAÇEBİ, Ayhan IŞIK, Bülent ÖZMEN, Orhan TATAR

DÜŞÜK SICAKLIK TERMOKRONOLOJİSİ VE UYGULAMALARI OTURUM
Low-Temperature Thermochronology and its Applications Session
Pınar ERTEPINAR, Nilay GÜLYÜZ, Fatih KARAOĞLAN

EGE DENİZİ (SANTORINI) DEPREMLERİ ÖZEL OTURUMU
Aegean Sea (Santorini) Earthquakes Special Session
Gökhan ATICI, Volkan KARABACAK, Hasan SÖZBİLİR Ahmet Cevdet YALÇINER,

ENGİN MERİÇ PALEONTOLOJİ VE STRATİGRAFİ OTURUMU
Engin Meriç Paleontology Stratigraphy Session
Güldemin DARBAŞ, Dilek Gülnur DEMİRAY, Cemal TUNOĞLU

GELECEĞİN YERBİLİMCİLERİ OTURUMU
Future Geoscientists Session
Dilek KARAPINAR, Kaan SAYIT, Nazlı TUNAR ÖZCAN, Alaettin TUNCER

GEZEGEN JEOLOJİSİ OTURUMU
Planetary Geology Session
Nurgül ÇELİK BALCI

JEOETİK VE YERBİLİMLERİNİN TOPLUMSAL ÖNEMİ OTURUMU
Geoethics and Social Importance of Earth Sciences
Cemal GÖNCÜOĞLU, Yüksel ÖRGÜN-TUTAY, Namık YALÇIN, Buket YARARBAŞ- ECEMİŞ

JEOKİMYA OTURUMU
Geochemistry Session
Faruk AYDIN, Güllü Deniz DOĞAN-KÜLAHCI, Mehmet KESKİN, Vural OYAN

JEOTEKNOLOJİ OTURUMU
Geotechnology Session
Ziyadin ÇAKIR, Tolga GÖRÜM, Yazgan KIRKAYAK, Hakan Ahmet NEFESLİOĞLU, Esin ŞİŞMAN

JEOTERMAL ENERJİ OTURUMU
Geothermal Energy Session
Hafize AKILLI, Alper BABA, Mehmet ŞENER, Elif YILMAZ TURALI, Ejder YAPICI

KENTSEL JEOLOJİ VE JEOLOJİK TEHLİKELER OTURUMU
Urban Geology and Geological Hazards Session
Mutluhan AKIN, Ayşe ÇAĞLAYAN, Hasan ELMACI, Hakan ERSOY, Candan GÖKÇEOĞLU, Mustafa Kerem KOÇKAR, Ahmet ŞİRİN, Okan TÜYSÜZ

KIYI, DENİZ VE GÖL JEOLOJİSİ OTURUMU
Marine, Coastal, and Lake Geology Session
Kerem ÖZKAP, Erol SARI, Nazım Özgür SİPAHİOĞLU, Bulut TORTOPOĞLU, Tuğrul Şükrü YURTSEVER

KUTUP ÇALIŞMALARI OTURUMU
Polar Research Session
Şafak ALTUNKAYNAK, M. Korhan ERTURAÇ, Raif KANDEMİR, Orhan KARSLI, Hakan YAVAŞOĞLU

KUVATERNER JEOLOJİSİ VE JEOMORFOLOJİ OTURUMU
Quaternary Geology and Geomorphology Session
Cihan BAYRAKDAR, Uğur DOĞAN, Azad Sağlam SELÇUK, Cengiz YILDIRIM

KÜLTÜREL JEOLOJİ, JEOLOJİK MİRAS VE JEOTURİZM OTURUMU
Cultural Geology, Geological Heritage and Geotourism Session
Ercan AKSOY, Korhan ÇAKIR, Mehmet ÖZKUL

MAGMATİZMA VE MAGMATİK SÜREÇLER OTURUMU
Magmatism and Magmatic Processes Session
Fuat ERKÜL, Emrah Yalçın ERSOY, Ş. Can GENÇ, Hadi Shafaii MOGHADAM, İbrahim UYSAL, Fatma GÜLMEZ YILDIRIM

METAMORFİZMA VE METAMORFİK KUŞAKLAR OTURUMU
Metamorphism and Metamorphic Belts Session
Ali ERGEN, Ersin KORALAY, Gültekin TOPUZ

MÜHENDİSLİK JEOLOJİSİ VE JEOTEKNİK OTURUMU
Engineering Geology and Geotechnics Session
Ali BAYRAM, Tümay KADAKÇI- KOCA, Ayhan KOÇBAY, Halil KUMSAR, Ergün TUNCAY

NEOTEKTONİK, PALEOSİSMOLOJİ VE SİSMOTEKTONİK OTURUMU
Neotectonics, Paleoseismology and Seismotectonics Session
Selim ÖZALP, Çağlar ÖZKAYMAK, Taylan SANCAR, İbrahim TİRYAKİOĞLU, Gülsen UÇARKUŞ, Cengiz ZABCI

OFİYOLİT VE MELANJ OTURUMU
Ophiolite and Melange Session
Yener EYÜBOĞLU, Osman PARLAK

PETROL VE DOĞALGAZ ARAŞTIRMALARI OTURUMU
Oil and Natural Gas Exploration Session
İsmail BAHTİYAR, Sait BAYTOK, Ali DEMİRER, Reyhan KARA- GÜLBAY, Hasan SARIKAYA

SEDİMANTOLOJİ VE SEDİMANTER SÜREÇLER OTURUMU
Sedimentology and Sedimentary Processes Session
Ezher TAGLIASACCHI, Serkan ÜNER, Enrico CAPEZZUOLI

SONDAJ YÖNTEMLERİ VE TEKNOLOJİLERİ OTURUMU
Drilling Methods and Technologies Session
Mehmet Ruhi AKÇIL, Halis Serkan TEZER, Mustafa YAĞMUR

SU KAYNAKLARI YÖNETİMİ, YERALTI SULARI VE HİDROJEOLOJİ OTURUMU
Water Resources Management Groundwater and Hydrogeology Session
Şükran AÇIKEL, Aydın Emre AYAN, Arzu FIRAT-ERSOY, Orhan ŞİMŞEK, İrfan YOLCUBAL

TIBBİ JEOLOJİ VE ADLİ JEOLOJİ OTURUMU
Session On Medical Geology And Forensic Geology
Hüseyin Evren ÇUBUKÇU, Bahattin Murat DEMİR, Hülya ERKOYUN, Sema TETİKER, Fatma TOKSOY-KÖKSAL, Engin TUTKUN, Mustafa Gürhan YALÇIN

UZAKTAN ALGILAMA VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ OTURUMU
Remote Sensing and Geographic Information Systems Session
Tolga ÇAN, Kaan Şevki KAVAK

VOLKANİZMA VE VOLKANİK TEHLİKELER OTURUMU
Volcanism and Volcanic Hazards Session
Yavuz ÖZDEMİR, Erdal ŞEN, Ahmet TÜRKECAN, İnan ULUSOY, Göksu USLULAR

YERBİLİMLERİ EĞİTİMİ OTURUMU
Earth Sciences Education Session
Hükmü ORHAN, Barış SEMİZ, Ferkan SİPAHİ, Abidin TEMEL

YERBİLİMLERİNDE JEOFİZİK UYGULAMALARI OTURUMU
Geophysical Applications in Earth Sciences Session
Ahmet BAŞOKUR, Eren PAMUK

MADENCİLİK VE ÇEVRE OTURUMU (Özel oturumlar)
Mining and Environment Session (Special Sessions)

ENDÜSTRİYEL HAMMADDELER OTURUMU
Industrial Raw Materials Session
Orkun ERSOY, Cahit HELVACI, Oktay PARLAK

ENERJİDE DÖNÜŞÜM: GELECEĞİN KRİTİK MİNERALLERİ OTURUMU
Energy Transition: The Future of Critical Minerals Session
Okay ÇİMEN, Mehmet Ali GÜCER, Füsun TUT-HAKLIDIR, Sait UYSAL

ENERJİ HAMMADELERİ VE KÖMÜR OTURUMU
Energy Raw Materials and Coal Session
Yılmaz BULUT, Ali İhsan KARAYİĞİT, Emine SÜTÇÜ

ESKİ ANADOLU MADENCİLİĞİ
Ancient Anatolian Mining
İsmet CENGİZ, Hamza EKMEN, Gönenç GÖÇMENGİL

GEMOLOJİ OTURUMU
Gemology Session
Koray SÖZERİ, Sabah YILMAZ ŞAHİN

MADEN KAYNAKLARININ YÖNETİMİNDE YENİ YAKLAŞIMLAR OTURUMU
New Approaches in Management of Mineral Resources Session
Özgür ACIR, Nuri CEYHAN, Özcan DUMANLILAR, Nusret GÜNGÖR, Tuna KASKATI, Tuğba ÖZCAN, Ezgi TOKA, Atiye TUĞRUL

MADEN SAHALARINDAKİ RİSK ANALİZLERİ OTURUMU
Risk Analyses in Mine Sites Session
İsmail CİHAN

MADENCİLİKTE İŞÇİ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ
Occupational Health and Safety in Mining
Alper GÜRSOY, Furkan NEBİPAŞAGİL

METALİK MADEN YATAKLARI OTURUMU
Metallic Ore Deposits Session
Mustafa AKYILDIZ, Nuri CEYHAN, Yılmaz DEMİR, Deniz GÖÇ, Nurullah HANİLÇİ, İlkay KUŞÇU, Tolga OYMAN, Serkan ÖZKÜMÜŞ, Hüseyin ÖZTÜRK, M. Kemal REVAN, Nail YILDIRIM

YAPI MALZEMELERİ VE DOĞAL YAPI TAŞLARI OTURUMU
Building Materials and Natural Building Stones Session
Murat YILMAZ , A. Bahadır YAVUZ, Serkan ANGI, Fahrettin ÇAĞDAŞ

KURULTAYA ÇAĞRI

Ülkemizin en eski ve saygın bilimsel organizasyonlarından biri olan Türkiye Jeoloji Kurultayı'nın yetmiş yedincisi, "Madencilik ve Çevre" ana teması ile 14-18 Nisan 2025 tarihleri arasında, MTA Genel Müdürlüğü Kültür Sitesi'nde gerçekleştirilecektir.

Anadolu, jeolojik yapısı ve zengin maden yataklarıyla tarihin en eski madencilik faaliyetlerine ev sahipliği yapmış, bu topraklarda binlerce yıl önce başlayan madencilik, uygarlıkların kültürel ve ekonomik gelişiminde önemli bir rol oynamıştır. İnsanlık tarihi ile madencilik sıkı sıkıya ilişkilidir. Öyle ki bazı madenler tarihi çağlara adını vermiştir. Günümüzde uygarlığın gelişimi neredeyse madenciliğin gelişimiyle özdeşleşmiştir.

Oluşumları on binlerce, milyonlarca yıl süren minerallerin ekonomiye kazandırıldığı faaliyettir madencilik. Aranmasından bulunmasına, işletilmesinden işletme sonrası rehabilitasyonuna kadar tüm aşamalarında Yer Bilimleri Mühendislerinin görev aldığı emek yoğun çalışma alanıdır. Uygarlığın gelişimine paralel artan ihtiyaçların sonucu olarak günümüzde madencilik deniz tabanlarından çöllere, yüksek dağların zirvelerinden ovalara kadar yaygınlaşmış, yer yer kilometrelerce karelik alanlara yayılmış işletmeler halinde yapılmaya başlanmıştır.

Yaygınlaşan madencilik faaliyetleri, ülkelerin geliştirdiği madencilik ve çevre politikalarına rağmen yer yer çevreyi tehdit eder hale gelmiştir. Bu durum Birleşmiş Milletler tarafından da dikkate alınarak, madencilik faaliyetlerinin çevresel etkilerini yönetmek ve sürdürülebilir kalkınmayı desteklemek amacıyla çeşitli programlar ve ilkeler geliştirilmiştir. Birleşmiş Milletler Genel Kurulu'nda, 2015 yılında kabul edilen 17 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi`nde, madenciliğin çevre üzerindeki etkilerine dikkat çekilmiş ve bu etkinin azaltılması hedeflemiştir. Özellikle "Temiz Su ve Sanitasyon" (Hedef 6), "Sorumlu Üretim ve Tüketim" (Hedef 12) ve "İklim Eylemi" (Hedef 13) gibi hedeflerle, madencilik sektöründe çevre dostu uygulamaların teşvik edilmesi amaçlanmıştır. Bu hedefler doğrultusunda, madencilik faaliyetlerinin doğal kaynakları kirletmeden yapılması, atık yönetiminin iyileştirilmesi ve karbon emisyonlarının azaltılması gibi konular vurgulanmıştır.

Çevre dostu madencilik tekniklerinin geliştirilmesi, kaynakların verimli kullanılması ve doğal yaşamın korunması, artık günümüz jeoloji biliminin önemli konularıdır. Sürdürülebilir madencilik, doğal kaynakları elde ederken çevreye ve ekosistemlere en az zararı vermeyi hedefleyen bir yaklaşımdır. Bu bağlamda yer bilimleri mühendislerinden, maden yataklarının bulunması ve değerlendirilmesinin yanı sıra çıkarılacak kaynağın bulunduğu bölgenin jeolojik yapısını detaylı inceleyerek bölgenin ekosistem üzerindeki olası etkilerini belirlemesi, jeolojik analizler yaparak, maden çıkarma işleminin yapılacağı bölgedeki yeraltı su kaynaklarının korunmasına ve toprak yapısının bozulmamasına yönelik planlar yapması beklenmektedir.

Kurultayımız, uygarlığımızın gelişmesinde ana unsurlardan biri olan madenlerin aranması, bulunması gibi konuların yanında, yaşamamız için elzem olan çevremizin de madencilik faaliyetlerinden minimum etkilenmesi için yapılması gerekenler hakkında topluma ve karar vericilere doğru, etkili bilgiyi vermek amacındadır. Ayrıca Kurultayımız, yerbilimleri ile ilgili temel konuların tartışıldığı, yerbilimlerine gönül vermiş araştırmacılar ile iletişim kurulacağı bir ortam sağlamayı da amaçlamaktadır.

77. Kurultayımızın yerbilimleri camiasına yakışır ve başarılı bir şekilde gerçekleşebilmesi, siz değerli meslektaşlarımızın katılım ve katkıları ile mümkün olacaktır. Ayrıca, yerbilimci dostlarımızın Kurultay içinde özel oturum, sergi, panel, teknik gezi ya da sosyal etkinlik düzenlemeye ilişkin desteklerinden de mutluluk duyacağımızı şimdiden belirtmek isteriz.

Düzenleme Kurulu

Call for Papers/Invitation

The seventy-seventh Geological Congress of Türkiye, one of our country`s oldest and most prestigious scientific organizations, will be held between 14 and 18 April 2025 at MTA General Directorate Culture Site. The main theme is `Mining and Environment.`

Anatolia, with its geological structure and rich mineral deposits, has a profound historical significance. It has hosted the oldest mining activities in history, which started thousands of years ago and played a pivotal role in the cultural and economic development of civilizations. The close relationship between human history and mining is evident, with some mines even giving their names to historical eras. Today, the development of civilization is intricately linked to the development of mining.

Mining is the process of bringing minerals that take tens of thousands and millions of years to form into the economy, is a complex and labor-intensive field. Earth Science Engineers play a crucial role in all stages, from exploration to discovery, operation, and post-operation rehabilitation. With the increasing needs of civilization, mining has become widespread, from sea floors to deserts, from the peaks of high mountains to plains, and is now carried out in enterprises spread over areas of kilometers square.

Despite the mining and environmental policies developed by countries, widespread mining activities have threatened the environment. This situation has been taken into consideration by the United Nations, andvarious programs an d principles have been developed to manage the environmental impacts of mining activities and support sustainable development.

In the 17 Sustainable Development Goals adopted by the United Nations General Assembly in 2015, attention was drawn to the impacts of mining on the environment, and the aim was to reduce this impact. In particular, targets such as `Clean Water and Sanitation` (Goal 6), `Responsible Production and Consumption` (Goal 12), and `Climate Action` (Goal 13) aim to promote environmentally friendly practices in the mining sector. In line with these targets, issues such as conducting mining activities without polluting natural resources, improving waste management, and reducing carbon emissions are emphasized.

Developing environmentally friendly mining techniques, efficient use of resources, and protection of natural life are now critical issues in today`s geological science. Sustainable mining is an approach that aims to minimize damage to the environment and ecosystems while obtaining natural resources. In this context, geoscience engineers are expected to determine the possible effects on the ecosystem of the region by examining the geological structure of the region where the resource is to be extracted in detail, as well as finding and evaluating mineral deposits, making geological analyses, making plans for the protection of groundwater resources and soil structure in the region where the mining process will be carried out.

Our Congress is a platform that aims to provide accurate and effective information to society and decision-makers. It focuses on crucial issues such as the exploration and discovery of minerals, which are fundamental to the development of our civilization, and the measures needed to minimize the environmental impact of mining activities. Additionally, our congress serves as a forum for discussing basic issues related to geosciences and promoting communication among researchers dedicated to geosciences.

Our 77th Congress will be realised successfully and in a manner befitting the geoscience community with the participation and contributions of our esteemed colleagues. We would also like to state in advance that we would be happy to receive support from fellow geoscientists in organising special sessions, exhibitions, panels, technical tours or social events during the Congress.

Organizing Committee

ÖNSÖZ

Jeoloji Mühendisleri Odası'nın 50. kuruluş yılına denk gelen 77. Türkiye Jeoloji Kurultayı'nın ana teması, "Madencilik ve Çevre" olarak belirlenmiştir. Kurultayımızda madencilik ve çevre ile ilgili konuların yanı sıra yer bilimlerinin tüm alanlarındaki yenilikçi gelişmeler, sürdürülebilir çözümleri ve geleceğe yönelik vizyonlar da tartışılmıştır.

Madencilik, yalnızca ekonomik bir faaliyet değil, uygarlığımızın da temelidir. Tarih boyunca insanlık, barınmadan teknolojiye, tarımdan sanayiye kadar tüm gelişimini madenciliğe borçludur. Günümüzde teknolojinin gelişimine paralel olarak madencilik faaliyetleri de giderek artmaktadır. Bu nedenle, doğal kaynaklarımızı bilinçli kullanmak, çevreyi koruyarak üretmek ve madenciliği insanlığın geleceğiyle uyumlu hale getirmek hepimizin sorumluluğu olmuştur. Bu sorumluluğu nasıl yerine getirebiliriz? Kurultayda bu soruya yanıt aranmış, bilimsel bildirilerle çözüm yolları tartışılmıştır.

Anadolu toprakları madenciliğe yabancı değildir. Arkeolojik çalışmalar ilk madencilik faaliyetlerinin Anadolu coğrafyasında yapıldığını kanıtlarıyla göstermiştir. Anadolu'daki maden ocaklarından çıkarılan bakır, çinko, kurşun, altın, gümüş, demir, gibi değerli madenler bu coğrafyadaki uygarlıkların yükselmesine, ticaret yollarının açılmasına ve teknolojik gelişmelerin hız kazanmasına zemin hazırlamıştır. Kurultayımızda Eski Anadolu Madenciliği oturumunda bu konular uzmanları tarafından tartışılmıştır.

Günümüzde, madencilik faaliyetleri dünyanın bazı bölgelerinde maalesef su kaynaklarını, tarım alanlarını hatta atmosferi büyük ölçüde kirlenmekte, karbon ayak izi ve gri su ayak izini artırmaktadır. Geleceğin madenciliği, sadece ekonomik kalkınmayı hedefleyen bir sektör olmaktan çıkıp, çevreyle uyum içinde, ekosistemlere saygılı ve sürdürülebilir uygulamalarla şekillenmek zorundadır. Dijital dönüşüm, yapay zeka, otomasyon teknolojileri madencilikte verimliliği artırmakta kullanılabilir, çevresel etkileri minimize edecek çözümler bulunabilir. Bilimsel araştırmalar ve inovatif projeler, doğayla uyumlu madencilik uygulamalarının geliştirilmesinde temel rol oynayabilir. Kurultayımızda bu konular tartışılmıştır.

Madencilikteki temiz ve sürdürülebilir dönüşüm, yalnızca teknolojik ve bilimsel gelişmelerle mümkün değildir. Toplumun tüm kesimlerinin bilinçlenmesi, çevreye duyarlı üretim ve tüketim alışkanlıklarının benimsenmesi büyük önem taşımaktadır. Hem kamu kurumları hem de özel sektör, çevre dostu uygulamaları desteklemeli; akademik çevreler ve araştırma kuruluşları, bu dönüşümü destekleyecek projelere öncülük etmelidir. Kurultayımızın bu açıdan yol gösterici olduğunu umut ediyoruz.

Sonuç olarak, madenciliğin geçmişteki mirasını koruyarak, bugünün zorluklarını aşacak ve geleceğe umutla bakacak çözümler üretmek, hepimizin ortak sorumluluğudur. Bu dönüşüm sürecinde, bilimsel araştırmalar, teknolojik yenilikler ve toplumsal bilinç bir araya geldiğinde, madencilik sektörünün çevreyle dost, sürdürülebilir ve güvenli bir geleceğe kavuşacağına yürekten inanıyoruz.

Kurultayımız Madencilik ve Çevre ile ilgili on oturum, Jeoloji Mühendisliği ve Yer Bilimlerinin diğer dallarına ait 34 oturum olmak üzere toplam 44 oturum olarak gerçekleştirilmiştir. Kurultayımızda toplam 437 bildiri sözlü veya poster olarak sunulmuştur.

Vefa, saygı ve teşekkür toplumumuzun en önemli duygularıdır. Bu yıl 75. Yıl Şükran Oturumu Prof. Dr. Nizamettin Kazancı hocamız adına yapılmıştır. Bu yıl birçok değerli yer bilimciyi de kaybettik. Kurultayımızı düzenlediğimiz MTA Genel Müdürlüğü Kültür Sitesi'nin en büyük salonuna da adını veren MTA'nın efsane genel müdürü Doç. Dr. Sadrettin Alpan'ı kurultay açılış gününden bir gün önce kaybettik. Kurultayımızın açılışında hocamızı anma töreni gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, Prof. Dr. Engin Meriç hocamızı Paleontoloji ve Stratigrafi Oturumunda, Prof. Dr. Taner Ünlü ile Dr. Tandoğan Engin

hocalarımızı Metalik Maden Yatakları Oturumunda, Doç. Dr. Doğan Kalafat hocamızı da Neotektonik, Paleosismoloji ve Sismoloji oturumunda andık.

Kurultay süresince üç kısa kurs, "Aktif Tektonik ve Tektonik Jeomorfoloji Çalışmaları için Matlab Uygulamalarından Örnekler", "Düşük Sıcaklık Termokronolojisi" ve "Gemoloji" başarı ile gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, kurultay sonrası hafta sonu iki teknik gezi yapılmıştır. Kurultayın devam ettiği günlerde sosyal etkinlikler kapsamında Türk Halk ve Sanat müziği konserleri ile Geleneksel Jeoloji Gecesi organize edilmiştir.

Jeoloji Mühendisleri Odası Yönetim Kurulu'na ve Başkanı Hüseyin Alan'a bana Kurultay Düzenleme Kurulu Başkanlığını tevdi etmelerinden dolayı teşekkür ediyorum. Jeoloji Mühendisleri Odası Bilimsel ve Teknik Kurul üyelerine desteklerinden dolayı teşekkür ediyorum. Yoğun işleri arasında Düzenleme Kurulu Üyeliğini, Oturum Yürütücülüğünü ve Oturum Başkanlığını kabul ederek bizlere destek veren yerbilimlerine gönül vermiş hocalarıma, arkadaşlarıma, dostlarıma çok teşekkür ediyorum. Bildirileriyle bu Kurultayın gerçekleştirilmesine vesile olan tüm yerbilimcilere teşekkür ediyorum. Kurultayımıza ev sahipliği yaparak yıllardır bize kucak açan, Jeoloji Mühendisliğinin baba ocağı MTA Genel Müdürlüğüne, Genel Müdürümüz Vedat Yanık'a özellikle teşekkür ediyorum. Kurultayları gerçekleştirmek sponsor desteği olmadan mümkün değildir. Bu yılki kurultaya maddi-manevi destek olan tüm sponsorlarımıza içten teşekkür ederim.

77. Türkiye Jeoloji Kurultayına katılım ve katkı sağlayan herkese teşekkür ederim. 78. Türkiye Jeoloji Kurultayı Düzenleme Kuruluna başarılar dilerim.

Düzenleme Kurulu adına, saygı ve sevgilerimle.

Prof. Dr. Cüneyt ŞEN

PREFACE

The main theme of the 77th Turkey Geology Congress, which coincides with the 50th anniversary of the Chamber of Geological Engineers, is "Mining and the Environment." In addition to addressing topics related to mining and the environment, the congress will also explore innovative developments across all areas of earth sciences, sustainable solutions, and future visions.

Mining is not only an economic activity; it is the foundation of our civilization. Throughout history, humanity has depended on mining for all its advancements-from shelter and technology to agriculture and industry. Today, as technology continues to advance, mining activities are also increasing. Therefore, it is our collective responsibility to use our natural resources wisely, to produce while protecting the environment, and to ensure that mining aligns with the future of humanity. The congress aims to seek answers to the question of how we can fulfill this responsibility and will discuss solutions through scientific papers.

Anatolia has a rich history in mining, as archaeological studies have established that the region was among the first to engage in mining activities. The valuable minerals extracted from Anatolia's mines-such as copper, zinc, lead, gold, silver, and iron-played a crucial role in the rise of civilizations, the establishment of trade routes, and the acceleration of technological advancements. These topics were explored by experts during our conference session on Ancient Anatolian Mining.

However, today, mining activities in various parts of the world are contributing significantly to the pollution of water resources, agricultural lands, and even the atmosphere, resulting in increased carbon and grey water footprints. The future of mining must evolve beyond a singular focus on economic development; it should incorporate practices that are environmentally friendly, respectful of ecosystems, and sustainable. Utilizing digital transformation, artificial intelligence, and automation technologies can enhance efficiency in mining while minimizing environmental impacts. Moreover, scientific research and innovative projects can play a pivotal role in developing mining practices that are in harmony with nature. These important discussions took place during our congress.

A clean and sustainable transformation in mining cannot be achieved solely through technological and scientific advancements. It is equally important to raise awareness among all segments of society and to adopt environmentally conscious production and consumption habits. Both public institutions and the private sector should actively support eco-friendly practices, while academic circles and research organizations should lead projects that promote this transformation. We hope that our congress serves as a guide in this endeavor.

In conclusion, it is our shared responsibility to develop solutions that preserve the legacy of mining, address today's challenges, and inspire hope for the future. We firmly believe that when scientific research, technological innovation, and social awareness converge during this transformation, the mining sector can achieve an environmentally friendly, sustainable, and safe future.

Our Congress featured a total of 44 sessions, including ten sessions specifically focused on Mining and the Environment and 34 sessions covering other branches of Geological Engineering and Earth Sciences. A total of 437 papers were presented, either orally or as posters, during the congress.

Loyalty, respect, and gratitude are fundamental emotions in our society. This year, we held the 75th Anniversary Gratitude Session in honor of our esteemed Prof. Dr. Nizamettin Kazancı. Unfortunately, we also mourned the loss of several distinguished earth scientists. We lost Assoc. Prof. Dr. Sadrettin Alpan,

the legendary former general manager of General Directorate of Mineral Exploration and Research (MTA), whose name is honored by the largest hall at the MTA General Directorate Culture Site, where our congress took place. His passing occurred just one day before the congress opening. A memorial ceremony for him was held during the opening of the congress. Additionally, we commemorated Prof. Dr. Engin Meriç in the Paleontology and Stratigraphy Session, Prof. Dr. Taner Ünlü and Dr. Tandoğan Engin in the Metallic Mineral Deposits Session, and Assoc. Prof. Dr. Doğan Kalafat in the Neotectonics, Paleoseismology, and Seismology Session.

During the congress, we successfully conducted three short courses: "Examples of Matlab Applications for Active Tectonics and Tectonic Geomorphology Studies," "Low Temperature Thermochronology," and "Gemology." Furthermore, two technical field trips were organized for the weekend following the congress. The conference included social events such as Turkish folk and art music concerts and a Traditional Geology Night.

I would like to express my heartfelt gratitude to the Board of Directors of the Chamber of Geological Engineers, as well as its President, Hüseyin Alan, for entrusting me with the role of Chair of the Congress Organizing Committee. I am also thankful to the members of the Scientific and Technical Committee for their valuable support. I want to extend my deepest appreciation to my professors, colleagues, and friends who share a passion for geosciences. Their willingness to take on roles as Organizing Committee Members, Session Moderators, and Session Chairs, despite their busy schedules, has been invaluable. I am particularly grateful to all the geoscientists whose papers contributed to the success of this Congress. A special thanks goes to the General Directorate of MTA, which has graciously hosted our Congress for many years. I would like to acknowledge our General Director, Vedat Yanık, for his continued support. It is important to recognize that congresses cannot be held without the backing of sponsors. I sincerely thank all our sponsors whose financial and moral support made this year's congress possible.

I appreciate everyone who participated in and contributed to the 77th Turkey Geology Congress. I wish the Organizing Committee of the 78th Turkey Geology Congress every success.

On behalf of the Organizing Committee, I convey my respect and affection.

Prof. Dr. Cüneyt ŞEN

İÇİNDEKİLER/*Contents*

ÖNSÖZ xiii

50. YILINDA ODAYA VE MESLEĞİMİZE EMEK VERENLER OTURUMU 1
The Session of the Laborious to Chamber of Geological Engineers and Our Profession in its Fiftieth Year

75. YIL ÖZEL ŞÜKRAN OTURUMU: PROF. DR. NİZAMETTİN KAZANCI 5
75th Anniversary Special Thanksgiving Session: Prof. Dr. Nizamettin KAZANCI

ANTROPOSEN VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ OTURUMU 41
Anthropocene and Climate Change Session

BÖLGESEL JEOLOJİ VE TEKTONİK OTURUMU 51
Regional Geology and Tectonics Session

ÇEVRE JEOLOJİSİ VE ATIK YÖNETİMİ OTURUMU 69
Environmental Geology & Waste Management Session

DOĞA KAYNAKLI AFETLER, AFET YÖNETİMİ VE RİSK DEĞERLENDİRMELERİ OTURUMU 85
Natural Disasters, Disaster Management and Risk Assessments Session

DÜŞÜK SICAKLIK TERMOKRONOLOJİSİ VE UYGULAMALARI OTURUMU 105
Low-Temperature Thermochronology and its Applications Session

EGE DENİZİ (SANTORINI) DEPREMLERİ ÖZEL OTURUMU 115
Aegean Sea (Santorini) Earthquakes Special Session

ENGİN MERİÇ PALEONTOLOJİ VE STRATİGRAFİ OTURUMU 125
Engin Meriç Paleontology Stratigraphy Session

GELECEĞİN YERBİLİMCİLERİ OTURUMU 145
Future Geoscientists Session

GEZEGEN JEOLOJİSİ OTURUMU 157
Planetary Geology Session

JEOETİK VE YERBİLİMLERİNİN TOPLUMSAL ÖNEMİ OTURUMU 169
Geoethics and Social Importance of Earth Sciences

JEOKİMYAOTURUMU 175
Geochemistry Session

JEOTEKNOLOJİ OTURUMU 195
Geotechnology Session

JEOTERMAL ENERJİ OTURUMU 203
Geothermal Energy Session

KENTSEL JEOLOJİ VE JEOLOJİK TEHLİKELER OTURUMU 223
Urban Geology and Geological Hazards Session

KIYI, DENİZ VE GÖL JEOLOJİSİ OTURUMU 227
Marine, Coastal, and Lake Geology Session

KUTUP ÇALIŞMALARI OTURUMU 237
Polar Research Session

KUVATERNER JEOLOJİSİ VE JEOMORFOLOJİ OTURUMU 253
Quaternary Geology and Geomorphology Session

KÜLTÜREL JEOLOJİ, JEOLOJİK MİRAS VE JEOTURİZM OTURUMU 267
Cultural Geology, Geological Heritage and Geotourism Session

MAGMATİZMA VE MAGMATİK SÜREÇLER OTURUMU 295
Magmatism and Magmatic Processes Session

METAMORFİZMA VE METAMORFİK KUŞAKLAR OTURUMU 305
Metamorphism and Metamorphic Belts Session

MÜHENDİSLİK JEOLOJİSİ VE JEOTEKNİK OTURUMU 315
Engineering Geology and Geotechnics Session

MÜHENDİSLİK JEOLOJİSİ VE JEOTEKNİK OTURUMU 325
Engineering Geology and Geotechnics Session

NEOTEKTONİK, PALEOSİSMOLOJİ VE SİSMOTEKTONİK OTURUMU 329
Neotectonics, Paleoseismology and Seismotectonics Session

OFİYOLİT VE MELANJ OTURUMU 361
Ophiolite and Melange Session

PETROL VE DOĞALGAZ ARAŞTIRMALARI OTURUMU 369
Oil and Natural Gas Exploration Session

SEDİMANTOLOJİ VE SEDİMANTER SÜREÇLER OTURUMU 383
Sedimentology and Sedimentary Processes Session

SONDAJ YÖNTEMLERİ VE TEKNOLOJİLERİ OTURUMU 399
Drilling Methods and Technologies Session

SU KAYNAKLARI YÖNETİMİ, YERALTI SULARI VE HİDROJEOLOJİ OTURUMU 405
Water Resources Management Groundwater and Hydrogeology Session

TIBBİ JEOLOJİ VE ADLİ JEOLOJİ OTURUMU 417
Session On Medical Geology And Forensic Geology

UZAKTAN ALGILAMA VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ OTURUMU 425
Remote Sensing and Geographic Information Systems Session

VOLKANİZMA VE VOLKANİK TEHLİKELER OTURUMU 435
Earth Sciences Education Session

YERBİLİMLERİ EĞİTİMİ OTURUMU 443
Volcanism and Volcanic Hazards Session

YERBİLİMLERİNDE JEOFİZİK UYGULAMALARI OTURUMU 459
Geophysical Applications in Earth Sciences Session

ENDÜSTRİYEL HAMMADDELER OTURUMU 473
Industrial Raw Materials Session

ENERJİDE DÖNÜŞÜM: GELECEĞİN KRİTİK MİNERALLERİ OTURUMU 481
Energy Transition: The Future of Critical Minerals Session

ENERJİ HAMMADELERİ VE KÖMÜR OTURUMU 495
Energy Raw Materials and Coal Session

ESKİ ANADOLU MADENCİLİĞİ OTURUMU 505
Ancient Anatolian Mining Sesion

GEMOLOJİ OTURUMU 515
Gemology Session

MADEN KAYNAKLARININ YÖNETİMİNDE YENİ YAKLAŞIMLAR OTURUMU 537
New Approaches in Management of Mineral Resources Session

MADEN SAHALARINDAKİ RİSK ANALİZLERİ OTURUMU 549
Risk Analyses in Mine Sites Session

METALİK MADEN YATAKLARI OTURUMU 553
Metallic Ore Deposits Session

YAPI MALZEMELERİ VE DOĞAL YAPI TAŞLARI OTURUMU 571
Building Materials and Natural Building Stones Session

YAZAR DİZİNİ 578

50. YILINDA ODAYA VE MESLEĞİMİZE EMEK VERENLER OTURUMU

The Session of the Laborious to Chamber of Geological Engineers and Our Profession in its Fiftieth Year

Dündar ÇAĞLAN, Ayhan KÖSEBALABAN, Hikmet TÜMER

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

1974 Yılında Kurulan Odanın Yöneyim Kurullarında Görev Alan İlk Kadın Üyesi Taliye Yaşar anlatıyor

1966 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi'nde başladığı eğitiminde, Jeoloji Mühendisliği Bölümünün ilk kadın öğrencilerinden biriydi. Daha okul hayatında iken Oda ve Türkiye Jeoloji Kurumu ile ilişkide bulunmaya üniversite ile bağlarını kurmaya başlamıştı.

1973 yılında yüksek mühendis olarak mezuniyetinden hemen sonra MTA 'da göreve başladı. Petroloji labaratuvarı ve karot bölümlerinde çalıştı. Odaya 149 sicil numarası ile üye oldu. 1977-1978 yıllarını kapsayan Odanın 4. Dönem yönetim kurulunda görev yaptı. 1974 yılında kurulan TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası'nın yönetim kurullarında yer alan ilk kadın üye oldu. Kadın yönetim kurulu üyesi olarak anlamlı ve önemli bir görevi yerine getiren Taliye YAŞAR bundan sonra da Oda ile olan ilişki ve sorumluluklarını yerine getirmekten hiç vaz geçmedi. İş yaşamının son yıllarında yaşatılan olumsuzluklara direnerek yaş haddinden emekli oldu.

Emekli olduktan sonra da mesleğinden ve üyesi olduğu odasından kopmayan Taliye YAŞAR, öğrenciliğinden başlayarak mesleğe, çalışma yaşamına ve Odaya dair anılarını bizlerle paylaşacak.

1974 yılında kurulan TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası'nın kurucu üyelerinden olan Odanın 5 no. lu üyesi Turgut Öztaş, Odaya ve mesleğe dair anılarını paylaşıyor.

1973'de İTÜ Maden Fakültesi'nden "Jeoloji Yüksek Mühendisi" olarak mezun oldu. Kısa bir süre MTA Maden Etüd Şubesi'nde çalıştıktan sonra 1974'de İTÜ Maden Fakültesi Tatbiki Jeoloji Kürsüsü'ne asistan olarak girdi. İTÜ Maden Fakültesi'ne 1989'da "Dr.", 1992'de Yrd. Doç.", 1994'de "Doç." ünvanını aldı. 2000'de İTÜ'den ayrılarak MSÜ Mimarlık Fakültesi Şehir ve Bölge Planlama Bölümü'ne geçti ve burada 2003'de "Prof." oldu.

İTÜ'nün başta Maden Fak. olmak üzere farklı fakültelerindeki lisans ve yüksek lisans düzeyinde "Hidrojeoloji, Fotojeoloji, Yeraltısuyu Jeolojisi, İnşaat Jeolojisi, Çevre Jeolojisi, Şehir ve Çevre Jeolojisi, Yeraltısularının Araştırılması ve Değerlendirilmesi" dersleri ile İÜ Peyzaj Mimarlığı Bl.'ndeki "Jeoloji" dersinin asli öğretim üyeliğini yaptı. MSGSÜ Mimarlık Fakültesi Şehir ve Bölge Planlama Bölümü'nde Türkiye'de bir ilk olarak lisans düzeyinde "Kentsel Jeoloji" ve "Risk Değerlendirmesi" dersleri yanı sıra yüksek lisansta "Planlamada Doğal Risk Yönetimi" derslerini verdi.

Yurtdışında mesleğin değişik alanlarında pek çok projede mesleki ve akademik çalışmalarda bulundu. Son görev yeri olan MSGSÜ Mimarlık Fak. Şehir ve Bölge Planlama Bölümü'nden Aralık 2005'de kendi isteğiyle emekliye ayrıldı. Halen mesleki konularındaki akademik ve profesyonel çalışmalarını kişisel ve kurumsal bazda sürdürmektedir.

Turgut Öztaş, TMMOB'nin 18 Mayıs 1974 tarihlerinde toplanan 19. Genel Kurulunda kurulan Jeoloji Mühendisleri Odası'nın kurucu üyeleri arasında yer aldığı TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası'na 19.05.1974 tarihinde 5 sicil numarası ile kaydoldu.

Turgut Öztaş, 1994 – 2000 yılları arasında 4 dönem TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi Yönetim Kurulu Başkanlığı'nı yaptı. Şube başkanlığının yanı sıra Oda'nın Deprem Danişma Kurulu Üyeliği, Jeoloji Kurultaylarında Oturum Yürütücülüğü ve Bilim Kurulu Üyeliği, İstanbul`un Jeolojisi Sempozyumlarında Bilim Kurulu Üyeliği yaptı, Kent Jeolojisi ve Yerel Yönetimler Komisyonlarında önemli katkılarda bulundu.

50. yaşını tamamlayan Odamızın kurultaydaki bu oturumunda; Odamızın kuruluş aşamasında yer almış, yürütülen yönetsel ve mesleki çalışmaların içinde bulunmuş olanların anıları, dönemsel tanıklıkları, geçmişin önemli ayak izleri ve deneyimleri paylaşılacak, mesleğimize önemli katkıları olan meslektaşlarımızın sunumları yapılacaktır.

1974 yılında kurulan TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası'nın kurucu üyelerinden olan ve I. Dönem Yönetim Kurulu üyeliği yapan Odanın 4 no.lu üyesi Reşat Boğaz Odaya ve mesleğe dair anılarını paylaşıyor

1960'lı yıllardan itibaren değişik üniversitelerde eğitimlerini tamamlayan ve gerek kamu gerekse özel sektör kurum ve kuruluşlarında çalışma hayatlarını sürdüren jeoloji mühendisleri, ilk olarak TMMOB-Maden Mühendisleri Odası bünyesinde örgütlenmeye başlamıştır. Maden Mühendisleri Odası'na kayıtlı 161 Jeoloji Mühendisinin başvurusu sonrasında kurulan Müteşebbis Heyetin görevlendirdiği Geçici Yönetim Kurulu gerekli çalışmaları yapmış ve 18 Mayıs 1974 günü Birlik Genel TMMOB'ne bağlı 17. Oda olan Jeoloji Mühendisleri Odası kurulmuştur.

Reşat BOĞAZ, 1966 yılında İTÜ Maden Fakültesi yüksek jeoloji mühendisi olarak mezun olmuş ve Odanın kurucu heyeti içinde İTÜ üyesi olarak görev almıştır. 19.05.1974 yılında 4 sicil no. İle Odaya üye olan ve kuruluş döneminden sonra **başkanlığını** Süleyman TÜRKÜNAL'ın yaptığı ilk yönetim kurulunda görev almıştır.

MTA Enstitüsü, Etibank Genel Müdürlüğü ve DPT kalkınma projelerinde görev yapan Reşat Boğaz, 1974 yılından sonra serbest olarak çalışmaya devam etmiştir.

50. yaşını tamamlayan Odamızın kurultaydaki bu oturumunda; Odamızın kuruluş aşamasında yer almış, yürütülen yönetsel ve mesleki çalışmaların içinde bulunmuş olanların anıları, dönemsel tanıklıkları, geçmişin önemli ayak izleri ve deneyimleri paylaşılacak, mesleğimize önemli katkıları olan meslektaşlarımızın sunumları yapılacaktır.

75. YIL ÖZEL ŞÜKRAN OTURUMU: PROF. DR. NİZAMETTİN KAZANCI

75th Anniversary Special Thanksgiving Session: Prof. Dr. Nizamettin KAZANCI

Nazire Özgen ERDEM, Atike NAZİK, Alper GÜRBÜZ, Cüneyt ŞEN

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

Deprem Limnolojisi ve Geçmişteki Çevresel Değişimler için bir Laboratuvar Olarak KB Anadolu

The N-W Anatolia as a Laboratory for Earthquake Limnology and Past Environmental Changes

Suzanne A.G. Leroy (1,2), Nizamettin Kazancı (3), Pierre Sabatier (4)

(1) Aix Marseille Univ, CNRS, IRD, INRAE, Coll France, CEREGE, Aix-en-Provence, France
(2) School of Environmental Sciences, University of Liverpool, L69 7ZT Liverpool, UK
(3) Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06830 Gölbaşı, Ankara, Türkiye
(4) Université Savoie Mont Blanc, CNRS, Laboratoire EDYTEM - UMR 5204, F 73376 Le BOURGET DU LAC Cedex, France
(suzleroy@hotmail.com)

Öz

Kuzeybatı Anadolu'daki göl ve deniz tortularının incelenmesi, yalnızca deprem tekrarlanması hakkında değil, aynı zamanda hidrografik ağdaki, özellikle Susurluk havzasındaki jeomorfolojik değişiklikler hakkında da zengin bir bilgi ortaya koymuştur. Jeomorfolojik değişikler, tektonik, iklimsel değişiklikler ve insan faaliyetlerinin sıkı bir şekilde iç içe geçmiş birleşiminden kaynaklanmaktadır.

Bu sunumda, bir palinoloğun bakış açısından, Ulubat ve Manyas gölleri (hidrografik değişiklikler ve su seviyesi değişiklikleri), Sapanca Gölü ve Hersek Lagünü (deprem tekrarlanması) ve Marmara Denizi (su seviyesi değişiklikleri ve Akdeniz ile Karadeniz arasındaki bağlantılar) üzerinde yapılan çalışmaları özetlenecektir. Bu nedenle palinoloji yalnızca bitki örtüsünün ve polen olmayan palinomorflar aracılığıyla su kalitesinin birer göstergesi olarak değil, aynı zamanda bir tafonomik araç olarak da kullanılmaktadır.

Sunumda, İznik Gölü›nde devam eden araştırma projeleri ışığında, Kuzey Anadolu Fayı›nın orta kolu boyunca uzun vadeli (1) deprem tekrarlanması ve (2) hem iklim hem de insan etkisi altında arazi evriminin ortaya çıkarılmasına dönük yeni vekil veriler eklenerek gelecekteki potansiyel gelişmeler tartışılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Deprem limnolojisi, göller, paleoortamlar, palinoloji

Abstract

The study of lacustrine and marine sediment in N-W Anatolia has revealed a wealth of information not only on earthquake recurrence but also on geomorphological changes in the hydrographic network, especially the Susurluk basin. The latter results from the closely intertwined combination of tectonics, climatic changes and human activities.

From the perspective of a palynologist, this presentation will summarize studies made on lakes Ulubat and Manyas (hydrographic changes and water level changes), lake Sapanca and the Hersek Lagoon (earthquakes recurrence) and the Sea of Marmara (water level changes and connections between the Mediterranean Sea and the Black Sea). Palynology is thus used not only as an indicator of the vegetation cover and, through non-pollen palynomorphs, as an indicator of water quality, but also as a taphonomic tool.

Potential future developments will be discussed in light of ongoing research projects in İznik Lake, with the addition of new proxies to reconstruct long term (1) earthquake recurrence along the Middle strand of the North Anatolian fault and (2) landscape evolution under both climate and human forcing.

Keywords: *Earthquake limnology, lakes, palaeoenvironments, palynology*

Bulgaristan'ın Jeolojisi ve Mermer Oluşumları: Manzara, Mirastaş ve Ekonomi Açısından Önemi

Geology of Bulgaria and Marble Occurrences: Significance for the Landscape, Stone Heritage and Economy

Radoslav Nakov (1), VeselinaNakova (2)

(1) GeologicalInstitute, Bulgarian Academy of Sciences, Bulgaria
(2) SofiaUniversity "St. KlimentOhridski, Bulgaria
(radnac@geology.bas.bg)

Öz

Bulgaristan toprakları, Balkanlar'daki Alp Orojenezi'ninKuzey Kolu'nun bir parçasıdır. Günümüzdeki tektonik ortam, uzun ve karmaşık bir evrimin sonucudur. Günümüzde, bu alan,Balkan-Doğu Akdeniz tektonik sisteminin bir parçasıdır. Genişleme, Bulgaristan ve Güney Balkanlar'daki baskın deformasyon biçimidir ve farklılaşmış yükseltileri şekillendirmiş, yükseltilmiş dağlar ve çökmüş araziler (havzalar ve sıradağlar şekli) ile topografyanın çoğundan sorumludur. Bu farklılaşmış rölyef, ülkenin kaya çeşitliliğinin ortaya çıkmasına yol açmıştır. Ülkenin jeolojisi çok karmaşıktır ve büyük bir paleo-jeodinamik ortam çeşitliliği sunmaktadır. Pre-Kambriyen'den Kuaterner'e (günümüz) kadar çok çeşitli kaya türü bulunur. Bunlar arasında, tüm litolojik tipler incelenmiş ve inşaat malzemesi olarak çıkarılmıştır. Farklı kaya litolojilerinin iç içe geçmesi ve kültürel ürünler yaratmada kullanılması, ülkenin miras taşını oluşturmuştur. Farklı kaya çeşitleri arasında mermerler önemli bir yere sahiptir. Mermerler iyi tanımlanmış birkaçyerde bulunur. Coğrafi olarak mermerler Pirin-Rodop Dağları, Sakar-Strandzha dağlık alanları ve Batı Stara Planina Dağı'nda bulunur. Jeolojik olarak, bunlar iyi tanımlanmış jeolojik birimlerle ilişkilidirler. Oluşan mermer oluşumları farklı yaşlardadır - Paleozoyik ve Mezozoyik- ancak bazı yaşlar tartışmalıdır.

Pirin-Rodop Dağları'nın mermerinde muhteşem arazi şekilleri oluşmuştur. Bunlar çoğunlukla estetik değere sahip karstik formlardır. Yerel turizm için önemlidirler. UNESCO Dünya Mirası listesinde yer alan Pirin Milli Parkı'nın litolojisinin önemli bir kısmı mermerlerden oluşmaktadır. Pirin Dağı'nın en yüksek zirvesi olan ve Balkanlar'da 3. sırada yer alan Vihren mermerlerle şekillendirilmiş olup muhteşem bir arazi şekli sunmaktadır. Tarihsel olarak mermer, antik çağlardan beri farklı amaçlar için kullanılmış ve bu durum çok sayıda arkeolojik buluntu ve kültürel anıtla kanıtlanmıştır.

Farklı bölgelerdeki mermerler renk, belirli kimyasal bileşim, kırılma ve mekanik özelliklere dayalı olarak iyi tanımlanmış bireysel özelliklere sahiptir. Bu durum,bir coğrafi yerleşimlerin ve yatakların sınırlarında bile gözlenmektedir. Beyaz mermerler belirginbir şekilde baskındır. Ekonomik bir hammadde olarak mermerler incelenmiş ve farklı, iyi bireyselleştirilmiş tiplerde sınıflandırılmıştır. Şu anda, çoğunlukla kaplama taşları olarak yerel taş ocağında işletilmektedir. Bulgaristan mermerleri esas olarak estetik ve mekanik özellikleriyle ilgi çekmesine rağmen, dünya çapında kritik bir mineral olarak kabul edilen grafitin yerel olarak artan içeriği nedeniyle de ilgi çekici olabilir.

Anahtar Kelimeler: Bulgaristan jeolojisi, Kültürel önem, Mermer.

Abstract

The territory of Bulgaria is part of the Northern Branch of the Alpine Orogen on the Balkans. The present-day tectonic setting is a result of a long and complicated evolution. Presently, the area is part of the broad Balkan-Eastern Mediterranean tectonic system. Extension is the dominating form of deformation in Bulgaria and the Southern Balkans. It has shaped the differentiated relief and is responsible for most of the topography with elevated mountains and subsided lands (basins and ranges shape). This differentiated relief has led to the exposure of the rock diversity of the country. The geology of the country is very complex offering a great diversity of paleo-geodynamic environments. A large diversity of rock types of Pre-Cambrian to Quaternary age (present day) of all types is found. Among them, all lithological types have been studied and mined as construction material. The interfingering of different rock lithology and their use in creating cultural products has created the stone heritage of the country. Among the different rock varieties, the marbles have a significant place. Marbles are found in few well-defined localities. Geographically marbles occur in the Pirin-Rhodopes Mountains, Sakar-Strandzha mountainous areas and the Western Stara Planina Mountain. Geologically, they are related to well defined geological units. Occurring marble occurrences are of different age - Paleozoic and Mezosoic, however some ages are disputable.

In the marble of the Pirin-Rhodopes Mountains are formed spectacular landforms. These are mainly karstic forms of aesthetic value. They are of importance for the local tourism. A significant part of the lithology of the Pirin National Park, part of the UNESCO World Heritage list consists of marbles. The highest peak of Pirin Mountain – Vihren, 3rd in high on the Balkans, shaped in marbles represents a spectacular landform. Historically marble have been used since the antiquity for different purposes, which is proven by numerous archeological finds and cultural monuments.

The marbles of the different localities possess well defined individual features, based on color, specific chemical composition, fracturing and mechanic properties. This is observed even in the limits of the single geographical localities and deposits. The white marbles are sharply dominating. As economic commodity the marbles have been studied and classified in different, well individualized types. Presently, they are subject to local quarrying mainly as facing stones. Despite the fact, that the marbles of Bulgaria have been of interest mainly for their esthetic and mechanical properties, they could be also of interest for their locally increased content of graphite which is a world-wide recognized critical mineral.

Keywords: *Geology of Bulgaria, Cultural significance, Marbles.*

Anadolu Kuvaterner Jeomorfolojisinde Karstlaşmanın Önemine Bir Örnek: Orta Toroslar

An Example for the Importance of Karstification in Quaternary Geomorphology of Anatolia: Central Taurus Mountains

Fuat Şaroğlu (1), Alper Gürbüz (2)

(1) Jeolojik Mirası Koruma Derneği (JEMİRKO), Maltepe, Ankara
(2) Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06830 Gölbaşı, Ankara
(fsaroglu@gmail.com)

Öz

Anadolu'da jeolojik süreçler boyunca karbonatlı ve/veya evaporitik kayalar oluşmuştur. Sıcak iklim, bol yağış ve çatlak sistemlerinin geliştiği tektonizmaya bağlı olarak bu kayalarda karstlaşma gelişmiştir. Paleotektonik döneme ait karstlaşma ürünü yer şekillerinin çoğu aşınmış, örtülmüş ve yoğun tektonik etkinlik nedeniyle deformasyona uğramıştır. Bu nedenle, paleotektonik dönem karstlaşmalarının ilksel konumlarını ve paleomorfolojideki yerlerini kestirmek zordur. Kuvaterner'in başlangıcından günümüze dek gelişen karstik morfoloji açık bir şekilde gözlenebilmektedir. Ancak daha eski karstik olaylarla sürempoze olduğu yerlerde karmaşık şekiller alırlar.

Anadolu jeolojisi genelinde karstlaşma süreçlerine uygun ve gözlenebilen dönemler mevcuttur. Geç Kretase-Paleosen, geç Oligosen-erken Miyosen ve Pliyosen'de karbonatlı kayalar, çatlak sistemleri, sıcak iklim koşulları ve bitki örtüsünün tanımlanabildiği mostralar mevcuttur. Çoğu ekonomik değeri olan oluşuklar ihtiva eden bu alanları daha doğru değerlendirmenin bir yolu Kuvaterner dönemi karstlaşma olaylarını daha yakından irdelemekten ve morfolojiye olan etkilerini anlamaktan geçmektedir. Bu düşünce bağlamında, Kuvaterner karstlaşma süreçleri ve morfolojiye yansımaları bu çalışma kapsamında Orta Toroslar örneğinde irdelenecektir.

Orta Toroslar'da erken Paleozoyik'ten geç Miyosen'e kadar karbonatlı kaya yoğunluklu istifler bulunmaktadır. Farklı tektonik deformasyonlar geçirmiş olan bu kireçtaşları bol çatlaklıdır. Kuvaterner'de devam eden karstlaşma sürecinde yağış suları ormanlık alanlarda asidik özellik kazanıp çatlaklar boyunca kireçtaşlarını eritmekte, erime işlevleri erimeye uygun olmayan yüzeylerde sonlanmaktadır. Gelişen çatlakların derine doğru birleştiği veya kesiştiği yerlerde ise erime yatay olarak devam etmektedir. Bu gibi alanlarda dışarıya çıkışı olan boşlukların meydana geldiği alanlarda mağaralar, bu tip boşluklara akışların devam ettiği yerlerde ise sürek akarsular gelişmekte ve bazı alanlarda şelaleler oluşmaktadır. Bol çatlakların olduğu ve erimenin hızlı bir şekilde geliştiği yerlerde yüzeydeki seviyelere nazaran daha hızlı eriyen düzeyler bulunduğunda alttaki tektonik çatlak sistemlerinin oluşturduğu boşluğa bu seviyelerden çökmeler olmaktadır. Zamanla, göreli yavaş eriyen tabakalarda çatlaklar boyunca erime belli bir düzeye geldiğinde bu tabakalarda çökmekte ve dolin, obruk ve polye gibi karstik yüzey şekilleri oluşmaktadır. Yüzeyde çatlakların bol olduğu ve erime nedeniyle boşluklar oluştuğunda akarsulara yatak oluşturmaktadır. Bu gibi akarsular yataklarını eriterek kazımaktadır. Akarsu yatak yamaçları dike yakın yüksek eğimlidir. Seki gelişmemektedir. Buna karşılık yatak duvarlarında blok devrilmeleri olmaktadır. Bu gibi akarsuların denize ulaştığı yerlerde ise büyük yelpazeler oluşmamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Orta Toroslar, karst, tektonik

Abstract

Carbonate and/or evaporitic rocks have formed in Anatolia throughout geological processes. Karstification has developed in these rocks due to hot climate, abundant rainfall, and tectonics related fracture systems. Most of the karstic landforms belonging to the paleotectonic period have been eroded, covered, and deformed due to intense tectonic activity. For this reason, it is difficult to estimate the primary locations and paleomorphological locations of the paleotectonic period karstifications. The karst morphology that has developed since the beginning of the Quaternary can be clearly observed. However, they take complex shapes in places where they are superimposed by older karst events.

There are periods in Anatolian geology that are suitable and observable for karstification processes. There are outcrops in the late Cretaceous-Paleocene, late Oligocene-early Miocene and Pliocene where carbonate rocks, fracture systems, hot climate conditions, and vegetation can be identified. A more accurate way to evaluate these areas, many of which contain formations of economic value, is to examine Quaternary karstification more closely and understand its effects on morphology. In this context, Quaternary karstification processes and their reflections on morphology will be examined in this study, using the example of the Central Taurus Mountains.

There are carbonate rock-intense sequences in the Central Taurus Mountains from the early Paleozoic to the late Miocene. These limestones, which have undergone different tectonic deformations, are abundantly fractured. During the karstification process that continued in the Quaternary, rainwater acquired acidic properties in forested areas and dissolved limestones along the fractures, and their dissolution ended on surfaces that were not suitable. In places where the developing fractures merged or intersected towards the depths, dissolution continued horizontally. In such areas, caves formed in areas where cavities with an exit to the outside occurred, continuous streams developed in places where flows continued into such cavities, and waterfalls formed in some areas. In places where there are many fractures and where dissolution develops rapidly, when there are levels that dissolve faster than the levels on the surface, collapses occur from these levels to the void formed by the tectonic fracture systems below. Over time, when the dissolution reaches a certain level along the fractures in the layers that dissolve relatively slowly, these layers also collapse and karstic surface forms such as dolines, sinkholes and poljes. When there are many fractures on the surface and voids are formed due to dissolution, they form stream beds. Such streams dissolve and incise their beds. The river bed slopes are high and almost vertical. Terraces are not developed. On the other hand, block falls occur in the stream bed walls. In places where such streams reach the sea, large fans do not form.

Keywords: *Central Taurus Mountains, karst, tectonics*

Türkiye'de Kaynak Çökelleri (Traverten, Tufa) Üzerine Yapılan Çalışmalar ve Genel Bir Değerlendirme

Studies on Spring Deposits (Travertine, Tufa) in Türkiye and a General Assessment

Mehmet Özkul (1)

(1) Pamukkale Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Denizli
(mozkul.mehmet@gmail.com)

Öz

Türkiye'de Kuvaterner döneminde oluşmuş traverten-tufa gibi kaynak çökelleri oldukça yaygındır. Bu çökeller üzerinde yapılan çalışmalar 1950'lere kadar iner. Söz konusu çalışmaların yerbilimlerinin farklı disiplinlerinde (hidrojeoloji, jeotermal, jeokimya, yapısal jeoloji, coğrafya, sedimantoloji ve paleontoloji) yapıldığı görülür. Çalışmalar coğrafi olarak Batı ve Doğu Karadeniz, İç Anadolu, Doğu Anadolu, Akdeniz ve Ege bölgelerine dağılmış olmakla birlikte, çoğunlukla Türkiye'nin batı-güneybatısında Denizli civarında yoğunlaşmıştır. Şüphesiz bunun jeolojik olarak birtakım nedenleri vardır. Özellikle traverten oluşumu için gerekli ideal şartlar Denizli'de bir araya gelmiştir. Bunların başında, il merkezinin de içinde bulunduğu havzanın genişleme tektoniği kontrolünde gelişmiş bir graben olması gelir. Genişleme tektoniğine eşlik eden diğer jeolojik faktörler kabuk incelmesi, yüksek jeotermal gradyan, hidrotermal akışkanın etkileşimde olduğu karbonatlı temel kayaların bolluğudur.

Denizli Havzası'nda, Kuvaterner yaşlı travertenlerde yapılan tektonik amaçlı çalışmalarda özellikle sırt tipi travertenler tercih edilmiştir. Bu çalışmalarda yerel genişleme yönleri ve miktarları hesaplanabilmiştir. Traverten çökelten termal suların hidrojeolojisi ve hidrojeokimyasına yönelik araştırmalar da oldukça fazladır. Ayrıca traverten ve tufa çökelleri oluştukları dönemlerin ortam ve iklim özelliklerini aydınlatmaya yönelik kayıtları içlerinde barındırır. Diğer taraftan petrol hazne kaya olma potansiyeli nedeniyle bu çökellerin sedimantolojisi, petrografi, jeokimyası ile birlikte petrofiziksel özelliklerini ortaya koymak için yapılmış çok sayıda araştırma projeleri, tezlersonuçlandırılmış ve uluslararası hakemli dergilerde makaleler üretilmiştir.

Yine bu çökellerin kayaç formları yapıtaşı olarak tarih boyunca tiyatro, agora, hamam, jimnezyum, anıtsal çeşme, köprü, kale, sur duvarları, kilise, cami, kervansaray, nekropolv.b. önemli kamu yapılarında, anıtlarda kullanılmışve medeniyetlerin oluşmasında, kültür birikiminde yer almış ve mirastaş olmakla ödüllendirilmiştir. Bu kapsamda Denizli Traverteni'ne IUGS tarafından uluslararası mirastaşsertifikası verilmiştir.

Traverten hızlı çökelen bir karbonat kayacı olduğu için, ölen hayvana ait kemikler çok hızlı bir şekilde $CaCO_3$ ile kaplanmakta ve hiç bozulmadan fosilleşmektedir. Dolayısı ile Kuvaterner yaşlı traverten (tufa)çökellerinde ciddi fosil bulgularına rastlanmıştır. Nitekim, Denizli Traverteni'nden elde edilenler arasında hominin, gergedan, at, geyik, fil ve yengeç vb. fosiller sayılabilir.

Traverten ve tufalar uluslararası, ulusal veya bölgesel ölçekte göz kamaştırıcı jeolojik miras alanları ya da peyzajlar oluşturur. Mammoth Hot Spring (Yellowstone, ABD), Pamukkale, Plitvice Ulusal Parkı (Hırvatistan) ve Antalya Tufaları bunların en önde gelen temsilcilerinden birkaçıdır.

Bu çalışmanın amacı traverten, tufa gibi kaynak çökellerinin bilimsel olarak farklı yönlerini literatür ve yazarın kendi çalışmalarından örneklerle ortaya koymaktır.

Anahtar Kelimeler: Denizli, Kuvaterner, traverten, tufa, Türkiye

Abstract

Spring deposits such as travertine and tufa formed during the Quaternary period are quite common in Turkey.Studies on these sediments date back to the 1950s.It is seen that these studies are carried out in different branches of the earth sciences (hydrogeology, geothermal, geochemistry, structural geology, geography, sedimentology and paleontology). The studies are geographically distributed in the Western and Eastern Black Sea, Central Anatolia, Eastern Anatolia, Mediterranean and Aegean regions, but are mostly concentrated around Denizli in the west-southwest of Turkey.Undoubtedly, there are some geological reasons for this.Particularly ideal conditions required for travertine formation have come together in Denizli.Other geological factors accompanying extensional tectonics are crustal thinning, high geothermal gradient, and abundance of carbonate bedrocks with which hydrothermal fluids interact.

In the tectonic studies carried out on Quaternary aged travertines in the Denizli Basin, fissure ridge-type travertines were particularly preferred.In these studies, local extension directions and amounts could be calculated.There are also many studies on the hydrogeology and hydrogeochemistry of thermal waters that precipitate travertine.In addition, travertine and tufa deposits contain records that shed light on the environmental and climatic characteristics of the periods in which they were formed.On the other hand, due to their potential as oil reservoir rocks, numerous research projects, theses and articles in internationally refereed journals have been published to reveal the sedimentology, petrography, geochemistry and petrophysical properties of these deposits.

Again, the rock forms of these sediments have been used as building stones throughout history in important public structures and monuments such as theatres, agoras, baths, gymnasiums, monumental fountains, bridges, castles, city walls, churches, mosques, caravanserais, necropolises, etc. and have taken part in the formation of civilizations and cultural accumulation and have been rewarded with being a heritage stone.In this context, Denizli Travertine was given a global heritage stone certificate by IUGS.

Since travertine is a rapidly deposited carbonate rock, the bones of the dead animal are quickly covered with $CaCO_3$ and fossilized without any deterioration. Therefore, serious fossil findings were found in Quaternary aged travertine (tufa) deposits.

Travertine and tufas form dazzling geological heritage sites or landscapes on an international, national or regional scale. Mammoth Hot Spring (Yellowstone, USA), Pamukkale, Plitvice National Park (Croatia) and Antalya Tufas are some of the most prominent representatives of these.

The aim of this study is to scientifically reveal the different aspects of source deposits such as travertine and tufa, with examples from the literature and the author's own works.

Keywords:*Denizli, Quaternary, travertine, tufa, Türkiye*

Karasal Karbonatların Geçmiş İklim ve Ortam Yorumlamalarında Önemi: Örnek Çalışma Sarıkavak Tufa Çökelleri, Afyon (GB-Anadolu)

Importance of Terrestrial Carbonates in Past Climate and Environmental Interpretations: A Case Study of Sarıkavak Tufa Deposits, Afyon (SW-Anatolia)

Ezher Tagliasacchi (1), Mine Sezgül Kayseri-Özer (2)

(1) Pamukkale Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kınıklı-Denizli, Türkiye
(2) Dokuz Eylül Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü, Balçova-İzmir, Türkiye
(egulbas@pau.edu.tr)

Öz

Karasal karbonatların (traverten, tufa ve speleotem) jeolojideki önemi, her geçen yıl artarak devam etmektedir. Tufalarda yapılan çalışmalar, bulunduğu bölgenin hidrolojik yapısı, iklim ve mikrobiyolojik toplulukları, iklimsel deneştirmeleri, yaşlandırmalar ve paleoortam hakkında önemli bilgiler sunmaktadırlar.

Bu çalışma, GB-Anadolu'da, KD-GB uzanımlı Acıgöl Graben'inin kuzey kenarını sınırlayan Sarıkavak tufa çökellerinin jeolojideki önemini göstermek için yapılmıştır. Bu amaçla, Sarıkavak tufa çökelleri sedimantolojik ve petrografik olarak ayrıntılı incelenmiş ve bir dizi analizler için sistematik örneklemeler yapılmıştır. Bu çalışmada, Sarıkavak tufalarının litofasiyesleri ve fasiyes birlikleri tanımlanmış ve depolanma sistemleri belirlenmiştir. Ayrıca, radyometrik yaş (U/Th), duraylı izotop ($\delta^{18}O$ ve $\delta^{13}C$), palinoloji, jeokimyasal analizler (XRD) ve petrografik çalışmalar yapılarak geçmiş iklim ve ortam ile ilgili veriler elde edilmiştir.

Sarıkavak tufa çökelleri, yer yer taşkın düzlüklerinin gözlendiği ve bazı yerlerde bataklık ortamının daha baskın görüldüğü, basamaklar halinde havzanın kuzeyinden güneyine doğru (Acıgöl Graben havzası) enerjinin kimi zaman artıp kimi zaman azaldığı akarsu ortamında oluşmuşlardır. Graben sınırında şelale tipi tufa oluşumu, oldukça belirgin bir görünüm sunmaktadır. Tufalardan elde edilen U/Th yaş verilerine göre, yaklaşık 80 ka önce bölgede tufa çökelimi tamamen durmuştur.

$\delta^{18}O$ değerleri, -7,49 ile -10,83 (‰ V-PDB) arasında değiştiği görülmüştür. $\delta^{18}O$ değerlerinin kendi içerisindeki dalgalanmalar, kapalı bir sistemdeki iklimsel salınıma bağlı olarak değişen buharlaşma (evaporasyon) ve yağış ile ilişkili olabileceğini göstermektedir. $\delta^{13}C$ değerleri -1,63 ile+1,54 (‰ V-PDB) arasında değişmektedir ve karbon değerlerindeki bu değişim, akış sırasında sıcaklığın düşmesi, buharlaşma, toprak zonundan veya yüzey sularından katılımın yanı sıra, fotosentez gibi biyojenik süreçlerle de mümkün olabileceği düşünülmektedir.

XRD analizi sonucunda, Sarıkavak tufalarına ait örneklerde karbonat minerallerinin bütünüyle kalsit ile temsil edildiği belirlenmiştir. Ancak karbonat minerallerine bolluk sırasına göre kil, kuvars ve feldspat minerallerinin eşlik ettiği gözlenmiştir. Ayrıca, allofan türü bileşenlerin saptanmış olması, bölgede yüzeysel hidrotermal oluşumların olasılığını düşündürmektedir. Sarıkavak tufa çökellerine ait palinolojik bulgular, Orta Pleyistosen'de bölgede kurak koşulların egemen olduğunu ancak bazı süreçlerde kuraklaşmanın artan yağış miktarına bağlı olarak azaldığını göstermiştir. Göreceli olarak daha nemli olan bu süreçlerde, vejetasyonda sucul otsu ve odunsu bitkilerin daha baskın hale geldiği belirlenmiştir.

Sonuç olarak, iklim değişimlerine duyarlılığı yüksek olan karasal karbonat çökelleri üzerinde yapılan her bilimsel çalışma, Kuvaterner Dönemindeki ortamsal ve iklimsel koşulları anlamamıza ışık tutması açısından büyük bir öneme sahiptir.

Bu çalışma 115Y493 no'lu TÜBİTAK Projesi tarafından desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: GB-Anadolu, karasal karbonatlar, paleoiklim, paleoortam, Sarıkavak, tufa

Abstract

The importance of terrestrial carbonates in geology (such as travertine, tufa and speleothem) continues to increase every year. Studies, conducted on tufas, provide important information about the hydrological structure, climate and microbiological communities, climatic correlations, dating and paleoenvironment of the region where they are precipitated.

This study is pointed out the importance of Sarıkavak tufa deposits in geology confined the northern edge of the NE-SW trending Acıgöl Graben in SW-Anatolia. For this purpose, Sarıkavak tufa deposits were examined in detail sedimentological and petrographic aspect. The systematic sampling was carried out for a series of analyses. In this study, the lithofacies and facies associations of Sarıkavak tufas have been identified and their depositional systems have been determined. In addition, data on past climate and environment were obtained by radiometric age (U/Th), stable isotope ($\delta^{18}O$ and $\delta^{13}C$), palynology, geochemical analysis (XRD) and petrographic studies.

Sarıkavak tufa deposits were precipitated in a fluvial environment where flood plains are observed in places and swamp environment is more dominant in some places, where the energy sometimes increases and sometimes decreases from the north to the south of the basin (Acıgöl Graben basin). The waterfall tufa formation at the graben border presents a very significant appearance. According to the U/Th dating obtained from tufas, the deposition completely ceased approximately 80 ka ago.

It is recorded that $\delta^{18}O$ values varied between -7.49 and -10.83 (‰ V-PDB). The fluctuations within the $\delta^{18}O$ values indicate that they may be related to evaporation and precipitation that change depending on the climatic oscillation in a closed system. $\delta^{13}C$ values vary between -1.63 and +1.54 (‰ V-PDB) and this change in carbon values could be related due to temperature decrease during flow, evaporation, participation from soil zone or surface waters, as well as biogenic processes such as photosynthesis.

As a result of XRD analysis, the carbonate minerals in Sarıkavak tufa samples were completely represented by calcite. However, the carbonate minerals are accompanied by clay, quartz and feldspar minerals in order of abundance. Moreover, the detection of allophane type components suggests the possibility of surface hydrothermal formations in the region. Palynological findings of Sarıkavak tufa deposits showed that arid conditions were dominant in the region in the Middle Pleistocene, but aridity decreased in some processes due to increased precipitation. It is determined that aquatic herbaceous and woody plants became more dominant in vegetation in these relatively more humid processes.

Consequently, each scientific study conducted on terrestrial carbonate sediments, which are highly sensitive to climate change, is of great importance in terms of shedding light on our understanding of the environmental and climatic conditions in the Quaternary Period.

This study was supported by Tübitak Project No. 115Y493.

***Keywords**: Palaeoclimate, palaeoenvironment, Sarıkavak, SW-Anatolia, terrestrial carbonates, tufa*

Speleotem Sıvı Kapanımlarından Kantitatif Paleosıcaklık Çıkarımları: Zeytintaşı Mağarası Örneği

Quantitative Paleotemperature Reconstructions from Speleothem Fluid Inclusions: Zeytintaşı Cave Example

Koray Koç (1, 2), Stéphane Affolter (2), Hai Cheng (3), Dominik Fleitmann (2)

(1)Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 07100, Antalya, Türkiye
(2)Quaternary Geology, Department of Environmental Sciences, University of Basel, 4056, İsviçre
(3) Institute of Global Environmental Change, Xi'an Jiaotong University, Xi'an, Çin
(koraykoc@akdeniz.edu.tr)

Öz

Speleotemler hassas şekilde tarihlendirilmiş ve yüksek çözünürlüklü paleoiklim kayıtlarını üretmede kullanışlı karasal arşivlerdir. Yağış miktarı, mevsimselliği, nem kaynağı, tarım ve ekosistem için önemli olan etkin nem, vejetasyon tipi ve yoğunluğu ve sıcaklıkta meydana gelen değişimler, speleotemlere Uranyum-serileri (^{230}Th) tarihlendirme, duraylı izotop (δ^{18}O ve δ^{13}C), iz element (Mg, Sr) gibi jeokimyasal analizler uygulanarak belirlenebilmektedir. Ayrıca gelişen teknoloji ile birlikte ilerleyen teknikler speleotemlerin yapısındaki sıvı kapanımlardan (δ^{18}O veδD) kantitatif sıcaklık değerlerinin elde edilmesini mümkün kılmaktadır. Türkiye 40000'den fazla mağaraya sahip olmasına rağmen sınırlı sayıda speleotem temelli paleoiklim çalışmasına sahiptir. Dahası bu çalışmaların içerisinde sıvı kapanım uygulamaları bulunmamaktadır.

Bu çalışmada Zeytintaşı Mağarası, Antalya, GB Türkiye'den birçok dikit toplanmış ve iç yapıları baz alınarak üç tanesi bu çalışma için belirlenmiştir. Bu üç dikit üzerinde toplamda 16 adet ^{230}Th tarihlendirme ve 35 adet sıvı kapanım ölçümü uygulanmıştır. Sonuçlar bu dikitlerin GÖ 52 ky ve 6 ky aralığında episodik olarak çökeldiğini göstermektedir. $\delta^{2}H_{fi}$ değerleri -16.2 ve -22.25‰ (VSMOW) aralığında değişirken, $\delta^{18}O_{fi}$ değerleri -4.11'den -5.52‰'ye (VSMOW) değerler almaktadır. Sıvı kapanımlara ait oksijen izotop ($\delta^{18}O_{fi}$) değerleri kullanılarak yapılan sıcaklık hesaplamaları ise sıcaklıkların 10.0±1.2°C ve 20.5±1.3°C aralığında dalgalandığını göstermektedir. Erken Holosen GÖ 8.1 ve 6.0 ky aralığı 20.5±1.3°C sıcaklık değerlerini yansıtırken, en düşük sıcaklık değerleri GÖ 24.3 ky karşılık gelmektedir. Zeytintaşı Mağarası kaydı Türkiye'den yapılmış speleotem sıvı kapanımlarından yapılmış ilk kantitatif sıcaklık çıkarımını temsil etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sıcaklık**,** sıvı kapanım**,** speleotem, Zeytintaşı Mağarası

Abstract

Speleothems are useful continental archives to produce precisely dated and high-resolution paleoclimate records.Rainfall amount, seasonality, moisture source, effective moisture, which is important for agriculture and ecosystems, vegetation type, and density, and temperature variations can be obtained by speleothems by applying geochemical analyses, such as Uranium-series (^{230}Th) dating, stable isotope (δ^{18}O and δ^{13}C), trace element (Mg, Sr). Furthermore, developing technics with advanced technology make possible to reconstruct quantitative temperature values from speleothem fluid inclusions (δ^{18}O and δD). Although, Türkiye has more than 40000 caves, speleothem-based paleoclimate studies are still limited. Moreover, there is no speleothem fluid inclusion applications among those studies.

In this study, we collected several stalagmites from Zeytintaşı Cave in Antalya, SW Türkiye, and determined three of them based on their internal structure. In total, 16 ^{230}Th dating and 35 fluid inclusion measurements were applied on those three stalagmites. Results show that stalagmites deposited episodically between 52ka and 6ka BP. The $\delta^{18}O_{fi}$ values range from -4.11 to -5.52‰ (VSMOW), while $\delta^{2}H_{fi}$ values vary between -16.2 and -22.25‰ (VSMOW). Temperature calculations based on fluid inclusion oxygen isotope ($\delta^{18}O_{fi}$) demonstrate that temperatures fluctuate between 10.0±1.2°C and 20.5±1.3°C. The lowest temperature corresponds to 24.3 ka BP while the early Holocene between 8.1 and 6.0 ka BP period reflected higher temperature values around 20.5±1.3°C. Zeytintaşı Cave record represents the first quantitative temperature reconstruction from speleothem fluid inclusions in Türkiye.

Keywords: *Fluid inclusion, speleothem, temperature, Zeytintaşı Cave*

Türkiye'deki Kretase OkyanusalAnoksik ve Oksik Olayları: Oşinografik, Tektonik, İklimsel ve Ekonomik Önemi

CretaceousOceanicAnoxicandOxicEvents in Turkey: Oceanographic, Tectonic, Climatic and Economic importance

İsmail Ömer Yılmaz

Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, 06800, Çankaya, Ankara (ioyilmaz@metu.edu.tri)

Öz

Kretase Okyanusal Anoksik ve Oksik Olayları, Mudurnu-Göynük havzası, Orta Pontidler (Kuzeybatı Türkiye) ve Orta Toroslar (Güney Türkiye) ve Arap Platformunun Kretase istiflerinin orta Barremiyen, Apsiyen, Albiyen, Senomaniyen-Turoniyen, Kampaniyen aralıklarında siyah şeyl, kırmızı tabakalar ve bunların eşlenikleri olarak kaydedilmiştir. Orta Barremiyen okyanusal anoksik olayı (MBE), siyah şeyl istifi olarak platformun boğulmasını takiben Pontidler'in Orta Sakarya zonunda derin deniz ortamında türbidit istifi içinde kaydedilmiştir. Avrupa havzalarına paralel olarak karbon izotop eğrisinde ‰2'lik sapma tespit edilmiş ancak düşük TOC değeriyle kaydedilmiştir. Bu aralık Eu, Ce, V, Cu, Zn, Fe, Ba, P ve S bakımından nispeten zengindir. Apsiyenanoksik okyanusal olayı (OAE1a), Pontidler'in Sakarya zonunun orta ve kuzeyinde pelajik karbonat yamaç ortamlarında ‰2 oranında negatif karbon izotop sapması ve %2 civarında TOC ile kaydedilmiştir. Pontidlerin Sakarya zonunda OAE2, karbon izotop eğrisi ‰1'den fazla pozitif sapma ve >%2 TOC ile pelajik yamaç karbonatlarında kaydedilmiştir. Bu aralık S, Mo, Ba, Cd, Ni, V, Zn, Pb, Cr, Co açısından nispeten zengindir. Karbon izotop eğrisi olmayan fakat TOC >%20 olan başka bir OAE2, Toroslar'ın Antalya Naplarında kaydedilmiştir. Kretase Okyanusal Oksik Olayları Pontidler'de geç Apsiyen, Albiyen, geç Senomaniyen-Turoniyen, geç Santoniyen-Kampaniyen aralıklarında siyah şeyl veya marnları takip eden kırmızı/kızıl çamurtaşları, kireçtaşlar ve marnların ile temsil edilmektedir. Bu okyanusal oksik olayları anoksik koşulları takiben tektonik, iklimsel ve okyanusal koşullardaki değişikliklerin kayıtları olarak ortaya çıkmaktadır ve küresel olarak korele edilebilmektedir.

Orta-Geç Kampaniyen OAE, Mudurnu-Göynük havzasında ve Arap Platformunda kaydedilmiştir. Bu havzalarda siyah şeyl ve marnların varlığı ve karbon izotop eğrisi bu olay varlığını desteklemektedir. Bu aralıkta düşük TOC mevcut olmasına rağmen S, Mo, Cd, Fe, Ni, V, Zn, Cr, Co, U'nun göreceli zenginleşmesi söz konusudur.OAE2'nin sığ platform eş değerleri Güneydoğu Türkiye'deki Arap Platformu karbonatlarında kaydedilmiştir. Arap Platformu'ndaki OAE2'nin ilginç yanı alt Turoniyen'de bir boğulma evresi izlemesi ve siyah kireçtaşları/çamurtaşları kaplı olmasıdır. Ancak birçok çalışmada OAE2 siyah şeyleri Senomaniyen'in en üst kısmında pelajik istiflerde kaydedilmiştir. Ancak karbon izotop eğrisinin konumu ve büyüklüğü oldukça benzemektedir. Paleo sıcaklık değerleri Akdeniz Tetis Okyanusu'ndaki Küresel Kretase okyanusu değerlerine uymaktadır. Hem platform hem de pelajikler açısından Toroslar (güney Türkiye) ve Pontidler (kuzeybatı Türkiye) arasındaki belirgin fark mevcuttur, fakat sıcaklık değerleri kayda değer küresel ve bölgesel korelasyon göstermiştir.

Türkiye'de kaydedilen OAE1a ve OAE2 seviyeleri, büyük ölçekte deniz seviyesi ve tektoniğin, küçük ölçekte ise iklim ve oşinografik değişikliklerin kontrolü sonucunda oluşmuştur ve Avrupa havzaları ile rahatlıkla karşılaştırılabilmektedir. Türkiye'deki en kapsamlı OAE kayıtları OAE1a ve OAE2'ye ait olup, hidrokarbon ve sedimanter stratejik element aramaları için kaynak kaya potansiyeli sergilemektedir.

Anahtar Kelimeler: Kretase okyanusal anoksik ve oksik olayları, siyah şeyller, Jeokimya Pontitler, Toridler, Arap Platformu

Abstract

Cretaceous Oceanic Anoxic and Oxic Eventsare recorded in mid-Barremian, Aptian, Albian, Cenomanian-Turonian, Campanian intervals of Cretaceous successions of Mudurnu-Göynük basin, Central Pontides (NW Turkey) and Central Taurides (S Turkey) and Arabian Platform as presence of lack shale and red bedinterval sand or theirre presentatives respectively. The Mid-Barremian black shales (MBE) have been recorded with in turbidite succession in deep marinesetting in central Sakarya zone of Pontides following the drowning of the platform. 2‰ shifts in carbon isotope curve is recorded in parallel with European basins, but withlow TOC value. This interval is relatively rich in Eu, Ce, V, Cu, Zn, Fe, Ba, P, and S. The Aptian black shales (OAE1a) are recorded in pelagic carbonate slope environments in central and north of Sakarya zone of Pontid esandre presented by a negative carbon isotope shift with 2 ‰, and TOC around 2%. In Sakarya zone of Pontides, OAE2 is recorded in pelagic slope carbonates with carbon isotope curve more than 1 ‰ positives hift and>2 % TOC. This interval is relatively rich in S, Mo, Ba, Cd, Ni, V, Zn, Pb, Cr, Co. Another OAE2 was recorded in Antalya Nappes of Taurides without carbon isotope curve but TOC >20%.Cretaceous Oceanic Oxic Events can be observed as presence of reddishcoloredmud stones, limestone, marls following the black shales or marls at late Aptian, Albian, late Cenomanian-Turonian, late Santonian-Campanian intervals in Pontides. It is interpreted as change in oceanographic conditions after anoxic circumstances. Mid-Late Campanian OAE is recorded in Mudurnu-Goynuk basin and Arabian Platform. Presence of black shales and marls and carbon isotope excursion are typical for this event in these basins. It displays relative enrichment of S, Mo, Cd, Fe, Ni, V, Zn, Cr, Co, U.Platform equivalents of OAE 2 have been recorded on the Arabian Platform carbonates in SE Turkey. Interesting point of the OAE 2 on Arabian Platform is to follow a drowning phase and covered by black shales in lower Turonian. However, OAE2 black shales are recorded in uppermost Cenomanian in pelagic successions in many studies. But position of carbon isotope peak and magnitude is quite similar. Paleo temperature values fit Global Cretaceous ocean values in the Mediterranean Tethys Ocean. Clear difference between Taurides (S Turkey) and Pontides (NW Turkey) bothfor platform and equivalent pelagics displayed considerable global and regional correlation. The OAE1a and OAE2 levels recorded in Turkey are correlated with Europe an examples controlled by sealevel and tectonics in large-scale and climate and oceanographic changes in small-scale. The most extensive the OAE records in Turkey belong to OAE1a and OAE2, and display potential for source rocks for hydrocarbon and sedimentary strategic element exploration.

Keywords: *Cretaceous anoxic and oxic events, black shales, geochemistry, Pontides, Taurides, Arabian Platform.*

Ankara Civarındaki "Fosil Ormanların"Jeolojisi, Türkiye

Geology of the "fossil forests" in the Ankara region, Türkiye

Nizamettin Kazancı (1, 2)

(1) Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06790 Gölbaşı, Ankara
(2) Jeolojik Mirası Koruma Derneği, Onur Caddesi, 57/2 Anıttepe, Ankara
(nkazanci@ankara.edu.tr; kazancinizamettin@gmail.com)

Öz

Fosil ağaçlar müzelerde, sergilerde ve açık alanlarda çok ilgi çeken jeolojik oluşumlardır. Çoğunlukla volkanik arazilerde veya yakın civarında bulunurlar. Volkanların çağrıştırdığı yüksek ısı ile kolayca yanabilen ağaçların birlikte düşünülmesi fosil ağaçların oluşumunu gizemli hale getirir. Çok sayıda birlikte bulunan fosil ağaçların "fosil orman" olarak adlandırılması var olan gizemi artırır. Fosil ağaçlar tekçe gözlenebildiği gibi, birlikte de bulunurlar. Hatta, Ankara civarında olduğu gibi, aynı bölgede tekçe, bir zon içinde dağılmış veya dar alanda yığınlaşmış olarak gözlenebilirler. Öte yandan, bazı fosil ağaçlarda dokuların ve hatta hücrelerin bile korunabilmiş olmasına karşın, hemen yakınındaki bazı örneklerin iç yapısız, kaba taşlaşması dikkat çeker. Fosil ağaçların bulunuş biçimleri, fosilleşme etkenleri ve ortamları, kısaca jeolojisi yeterince ortaya konulabilmiş değildir. Ankara civarında bulunan on kadar fosil ağaç yatağı ve bunlardaki fosillerin özellikleri, değinilen konularda veri sağlayabilecek niteliktedir. Bu amaçla önce fosil yataklarının olduğu alanların ayrıntılı jeoloji haritaları yapılmış, tabaka gözlemlerine uygun yerlerde ölçülü stratigrafi kesitleri alınmıştır. Toplanan örnekler, fosilleşme şartlarını açıklayabilmek amacı ile mineralojik ve petrografik yönden incelenmiştir. Sonuçlar her fosil ağaç yatağının kendine has gelişme şartları olduğunu göstermektedir. Ortak özellik ise uzun ömürlü jeotermal kaynakların gerekliliğidir.

Anahtar Kelimeler: Ankara, Çamlıdere, fosil ağaç, fosil orman, Kızılcahamam, Türkiye

Abstract

Fossil woods are geological formations which take significant interest in museums, exhibits and field. They are mostly found in or near volcanic terrains. The association of high heat evoked by volcanoes with easily flammable trees renders the occurrence of fossil woods mysterious. The term "fossil forest" used to describe abundant fossil woods emplaced together further increases mysteriousity. Fossil woods can be observed both one fossil alone and in groups. For instance, in Ankara region, they can be seen either single example or dispersed within a zone, and or clustered in narrow areas within the same locality. On the other hand, while the tissues and even cells of some fossil woods are well-preserved, nearby examples may exhibit coarse, structureless lithification. The areal emplacement positions, fossilization factors, and environments, briefly their geology of fossil woods have not been understood enough yet. Ten fossil wood beds around Ankara and their fossil characteristics offer potential data on these subjects. To achieve it, detailed geological maps of the areas containing fossil beds have been prepared, and measured stratigraphic sections were taken in appropriate locations. The collected samples were examined mineralogically and petrographically to explain the fossilization circumstances. The results indicate that each fossil wood bed has unique development conditions. The common requirement seems to be the necessity of long-lasting geothermal sources.

Keywords: *Ankara, Çamlıdere, fossil wood, fossil forest, Kızılcahamam, Türkiye*

Mogan Gölü Güneyindeki Tortulların Paleoklimatolojik ve Jeomorfolojik Evrimi

Paleoclimatological and Geomorphological Evolution of the Sediments South of Lake Mogan

Özgür Yedek (1,4), Nizamettin Kazancı (2,4), Alper Gürbüz (2), Zeynep Kılıç (3), Tahsin Onur Yücel (4)

(1) Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi, Ankara, Türkiye
(2) Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye
(3) Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Fizibilite Etütleri Dairesi, Ankara, Türkiye
(4) Jeolojik Mirası Koruma Derneği, Ankara, Türkiye
(ozgur.yedek@mta.gov.tr)

Öz

Mogan Gölü, Ankara'nın doğal rekreasyon alanlarından biri olup, aynı zamanda paleoiklim ve çevresel değişimler hakkında önemli bilgiler sunma potansiyeline sahiptir. Yaklaşık 1 km genişliğinde ve 5 km uzunluğundaki bu tatlı su kütlesi, Çölova Deresi'nin yatağında yer alır ve Eymir Gölü'ne boşalır. Göl, son yarım yüzyılda çeşitli bilimsel disiplinlerde incelenmiş; özellikle geçmişteki su seviyesi değişimleri ve buna bağlı alan değişiklikleri tartışma konusu olmuştur. Bu çalışmada, gölün tarihsel gelişimini anlamak ve su seviyesindeki değişimleri aydınlatmak amacıyla paleojeomorfolojik yöntemler uygulanmıştır.

Araştırma kapsamında, Mogan Gölü'nün Çölova Deresi ile birleştiği alanda, güncel göl kıyısından yaklaşık 400 m geride bulunan ve eski göl düzlükleri olarak yorumlanan bir bölgede iki sondaj gerçekleştirilmiştir. Bu sondajlardan elde edilen tortul örneklerinin incelenmesiyle, bölgenin litolojik ve sedimantolojik özellikleri detaylı şekilde analiz edilmiştir. Tortul kesitler, kahverengi-kırmızı renkli, ince-orta kum boyutunda alüvyonlar olup, düşük kil içeriği ve yüksek organik madde miktarıyla karakterize edilmiştir. Radyometrik yaş tayinlerine göre, 2,6 m derinlikten alınan tortul örneğinin oluşum yaşı yaklaşık 3 bin yıl olarak belirlenmiştir.

Çalışmanın önemli bulgularından biri, bölgedeki beyaz renkli karbonat çökellerinin eski göl yüzeyine işaret eden buharlaşma kökenli oluşumlar olduğunun tespit edilmesidir. Veriler, Mogan Gölü'nün tarihsel olarak günümüzdeki en yüksek seviyesine (yaklaşık 975 m) ulaşmadığını göstermektedir. Bu yükseklik, güncel göl seviyesinin yaklaşık 3 m üzerindedir. Sondajlarla kesilen tortulların tamamı, ince taneli akarsu çökelleri olarak tanımlanmış ve bu bulgular, gölün geçmişte çok daha küçük bir alan kapladığını ortaya koymuştur.

Sonuçlar, bölgedeki tortul kayıtlarında iki farklı iklimsel evreye işaret etmektedir. Günümüzden önce yaklaşık 2500 yıl sınır olmak üzere, öncesi ve sonrasında farklı depolanma hızları ile iklim koşullarının değiştiği anlaşılmaktadır. Bu dönemlerde, gölün alanı ve hidrolojik dinamikleri çevresel faktörlere duyarlı şekilde değişim göstermiştir.

Mogan Gölü'nün tarihsel gelişimi üzerine yapılan bu çalışma, gölün paleoiklimsel ve jeomorfolojik evrimini aydınlatmakla kalmayıp, geçmiş iklim değişimlerinin yerel çevre üzerindeki etkilerini anlamak için önemli bir zemin sunmaktadır. Bu tür araştırmalar hem paleoçevre analizleri hem de gelecekteki su yönetimi planlamaları açısından önemli çıkarımlar sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Mogan Gölü, paleoiklim, tortullaşma hızı, Holosen

Abstract

Lake Mogan, located in Ankara, Turkey, serves not only as a vital natural recreation area but also as a key site for understanding paleoenvironmental and climatic changes. Approximately 1 km wide and 5 km long, this freshwater body is situated in the Çölova Stream valley and drains into Lake Eymir. Over the past half-century, the lake has been extensively studied across various scientific disciplines, with a primary focus on historical water level fluctuations and associated changes in its extent. This study employs paleo-geomorphological methods to elucidate the lake's historical evolution and water level variations.

Two boreholes were drilled in a flat area interpreted as ancient lake terraces, located approximately 400 m inland from the current shoreline where the Çölova Stream enters Lake Mogan. Sediment cores extracted from these boreholes were analyzed to determine the lithological and sedimentological characteristics of the region. The cores are composed of brownish-red alluvial deposits with medium to fine sand grain sizes, low clay content, and relatively high organic matter concentrations, as determined through loss-on-ignition analysis. The radiometric dating of a sediment sample taken from a depth of 2.6 m indicates an approximate age of 3,000 years.

One notable finding is the identification of white carbonate deposits in the area, attributed to evaporative processes and interpreted as evidence of a former lake surface. The study suggests that Lake Mogan has not reached its current maximum level (approximately 975 m) in historical or geological times. This elevation is roughly 3 m above the present lake level, indicating that the lake was significantly smaller in the past. The sediments encountered in the boreholes are predominantly fine-grained fluvial deposits, further supporting the notion of a more confined lake area during its history.

The data also highlight two distinct climatic phases, separated by a boundary approximately 2,500 years ago. These phases are marked by significant shifts in sediment accumulation rates, reflecting climate-induced changes in regional hydrological conditions. These findings suggest that the lake's extent and hydrodynamics were highly sensitive to climatic variability during these periods.

This study provides valuable insights into the historical evolution of Lake Mogan, offering a deeper understanding of its paleoenvironmental and geomorphological development. The findings not only shed light on the impacts of past climate variability on local environments but also contribute to broader paleoenvironmental studies. Such research is crucial for informing water management strategies and understanding the historical interplay between climate and hydrology in similar freshwater systems.

Keywords: *Lake Mogan, paleoclimate, sedimentation rate, Holocene.*

Çivril-Baklan Grabeni Kuvaterner Tortulları

Quaternary Deposits of the Çivril-Baklan Graben

Sonay Boyraz Aslan (1,2)

(1) Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Maden Analizleri ve Teknoloji Dairesi, Ankara
(2) Jeolojik Mirası Koruma Derneği (JEMİRKO), Ankara
(sonayboyraz@gmail.com)

Öz

Denizli'nin kuzeydoğusunda yer alan Çivril-Baklan Grabeni, Batı Anadolu'nun genişlemeli tektonik sistemi içerisinde gelişmiş çöküntü alanlarından biridir. Çivril-Baklan Grabeni, KD-GB uzanımlı olup, bu bölgenin hemen doğusundaki KB-GD uzanımlı Dinar Grabeni ile birlikte 'çapraz graben' yapısını oluştururlar. Ters V şekilli çapraz yapının birleşme kısmında Işıklı Gölü yer alır. Göl, Işıklı karstik kaynağının önündeki bataklığa çekilen setle oluşturulmuş ve derinleştirilmiştir. Batı Anadolu'nun en önemli nehirlerinden olan Büyük Menderes Nehri'nin yukarı yatak kısmı bu graben içinde gelişmiştir. Çivril-Baklan Havzası dolgusu, graben kenarlarında iyi gözlenen Pliyosen yaşlı gölsel kireçtaşları ile başlar ve bu durum grabenin Geç Miyosen?-Erken Pliyosen'de açıldığını ve grabenin uzun ömürlü (Pliyosen) göl halinde olduğunu işaret eder. Grabenin kırıntılı Kuvaterner dolgusunun ise DSİ sondajlarında 60 m'ye kadar ulaştığı tespit edilmiştir. Sondaj verileri ve yüzleklerden elde edilen bilgiler, Kuvaterner'deki havza kenarı tortullarının, grabeni sınırlandıran fayların önünde yamaç dökütüleri (kolüvyon) ve alüvyon yelpazeleri şeklinde depolandığını göstermektedir. Havza ortasında ise tortullar gri renkli marnlar ve mavimsi çamurtaşları olarak görünür. Marnlar üzerinde bulunan çamurtaşları ve çamurtaşlarında yer yer artan organik madde varlığı, Pleyistosen gölünün zaman zaman bataklık haline geldiğini düşündürmektedir. Işıklı Gölü tortulları ise en üstte, sınırlı alanda, organik madde içeriği yüksek, kavkı parçalı, gri renkli kil-silt şeklindedir. Radyometrik yaşlandırmalar Işıklı Gölü'nün daha önce var olan bataklık alan üzerinde geliştiğini ve buradaki bataklık depolanmasının Orta Holosen'e ulaştığını göstermektedir.

Grabenin kuzey batı kenarları Orta Holosen'den itibaren yerleşim yeri olmuş ve burada önce Beycesultan Höyüğü, Ekşi Höyük, sonra Işıklı (Eumenia) Antik Kenti kurulmuştur. Bu yerleşmeler Büyük Menderes Nehri ve Işıklı kaynağının sağladığı temiz su varlığına bağlıdır. Önemli husus, buradaki yerleşimlerin yerleri değişse de yerleşmenin ve su yapılarının Orta Holosen'den bu yana sürekli olduğudur. Son yüzyılda, özellikle son elli yılda Çivril, modern tarım ve su yönetimi ile dikkat çekmektedir. Bu özelliklerine bağlı olarak UNESCO'nun Ekohidrolojik Gösterim Alanları Programına adaydır.

Anahtar Kelimeler: Çivril-Baklan Grabeni, Işıklı Gölü, Kuvaterner, Tortul.

Abstract

The Çivril-Baklan Graben, located in the northeastern part of Denizli, is one of the depression areas developed within the extensional tectonic system of Western Anatolia. The Çivril-Baklan Graben is NE-SW trending and forms a 'cross-graben' structure with the NW-SE trending Dinar Graben just to east of this area. At the junction of reversed V-shaped cross-structure lies Lake Işıklı. The lake was created and deepened by a barrier built a cross the swamp in front of the Işıklı *karstic spring. The upper course part of the* Büyük Menderes *River, one of the most significant rivers in Western Anatolia, have developed within this graben. The infill of the Çivril-Baklan Basin begins with well-observed Pliocene-aged lacustrine limestones along the graben margins, indicating that the graben opened during the Late Miocene?-Early Pliocene and was in the form of as a long-lived (Pliocene) lake. The clastic Quaternary infill of the graben was determined to reach depths of up to 60 meters in DSİ (State Hydraulic Works) drillings. Data from drillings and out crops show that the Quaternary basin margin sediments were deposited as slope debris (colluvial) and alluvial fans in front of the fault zones bordering the graben. Towards the center of the basin, the sediments appear as gray-colored marls and bluish mudstones.The mudstones overlying the marls and increased organic matter content along within certain levels in mudstones suggest that the Pleistocene lake transformed into a swamp from time to time. The sediments of Lake Işıklı, situated at the top most layer and within a confined area, consist of gray-colored clayey silt, rich in organic matter and containing shell fragments. Radiometric dating shows that Lake Işıklı developed over a pre-existing swamp area, with swamp deposits in this region dating back to the Mid-Holocene.*

The Northwestern margins of the graben have been inhabited since the Mid-Holocene, with settlements successively established as Beycesultan Höyük, Ekşi Höyük, and later the ancient city of Işıklı (Eumenia).These settlements were closely linked to the availability of clean water provided by the Büyük Menderes *River and the* Işıklı *spring. The important point is that, although the locations of these settlements have changed over time, habitation and water infrastructure have remained continuous since the Mid-Holocene. In the past century, particularly over the last fifty years, Çivril has stood out for its advancements in modern agriculture and water management. These characteristics have made the region a candidate for UNESCO's EcohydrologyDemonstrationSites Program.*

Keywords: Çivril-Baklan Graben, Lake Işıklı, *Quaternary, Sediment.*

Türkiye'de Kuvaterner Birimlerin Sınıflandırılması

Classification of Quaternary Units in Türkiye

Ayla Bulut Üstün (1), Nizamettin Kazancı (2), Alper Gürbüz (2), Adem Özata (1), Orhan Cem Özerk (1), Refahat Karademir (1)

(1)MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, 06530 Ankara
(2) Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06830 Gölbaşı, Ankara
(aylabulut@yahoo.com)

Öz

Kuvaterner alanlarının detaylı olarak haritalanmasına olan ihtiyaç dünyada olduğu gibi Ülkemizde de giderek artmaktadır. Ülkemizde yerleşim alanlarının yaklaşık %50'si (il-ilçe sayısı olarak) Kuvaterner yaşlı birimler üzerinde bulunmaktadır. Bu yerleşim alanlarının büyük kısmı da tektonik denetimli havzalarda ve/veya taşkın tehlikesi taşıyan alanlarda yer almaktadır. Kuvaterner yaşlı tutturulmamış çökeller orta ve büyük ölçekli depremlerde zemin büyütmesine ve yeraltısuyunun yüzeye yakın olduğu, uygun tane boyuna sahip kesimlerde sıvılaşmaya sebep olurlar. Ayrıca aktif tektonik, iklim, arazi ve yeraltısuyu kullanımı gibi çalışmaların büyük bölümü Kuvaterner alanlarda yürütülmektedir. Bu çalışmada, Kuvaterner yaşlı birimlerin haritalanmasında izlenen temel kriterler detaylandırılmaktadır.

Dünya'da Kuvaterner yaşlı birimler; çökel alanları, çökel özellikleri ve yaşlarına göre ayrıntılı olarak haritalanmaktadır. Kuvaterner jeolojisi haritalarının oluşturulmasında yaygın olarak morfostratigrafik birimler esas alınmaktadır. Morfostratigrafik birim, çökelin alansal dağılımında hem morfolojik hem litolojik ölçütler içermektedir. Haritalama yönteminde temel kavram çökel alanı olup, litostratigrafideki formasyonun eşdeğeridir. Genelde Kuvaterner yaşlı birimler başlıca 5 adet çökel alanına ve ilgili alanlarla beraber 24 adet alt çökel alanına ayrılmaktadır. Bunlar etek çökel alanı (Qe), akarsu çökel alanı (Qa), göl çökel alanı (Qg), deniz kıyısı çökel alanı (Qd) ve volkanik kayaçtır (Qv). Ülkemizdeki Kuvaterner jeolojisi haritalama çalışmaları sonucunda yukarıdaki çökel alanlara ilaveten alansal olarak daha az yayılıma sahip 5 adet çökel alanı ve 12 adet alt çökel alanı da eklenerek haritalama yapılmıştır. Sınıflamaya eklenen çökel alanları; karasal karbonat (Qk), rüzgâr çökel alanı (Qr), buzul çökel alanı (Qb), çözüntü tortul alanı (Qc) ve yapay dolgudur (Yd).

Kuvaterner jeolojisi haritaları, birçok amaçla kullanılabilecek altlık bir veri niteliğindedir ve daha ayrıntılı çalışmalarla geliştirilerek güncelleme ihtiyacı her zaman barındırmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Çökel alanlar, Kuvaterner jeolojisi haritalaması, Türkiye.

Abstract

The need for detailed mapping of Quaternary areas is increasing in Türkiye as well as in the world. In Türkiye*, approximately 50% of settlement areas (as the number of provinces and districts) are located on Quaternary-aged units. A large portion of these settlement areas is also situated in tectonically controlled basins and/or areas prone to flood hazards. Quaternary-aged unconsolidated sediments can cause site amplification during medium and large-scale earthquakes and may lead to liquefaction in areas where the groundwater table is close to the surface and the soil has suitable grain size. Additionally, a significant portion of studies related to active tectonics, climate, land use and groundwater utilization are conducted in Quaternary areas. This study details the basic criteria followed in the mapping of Quaternary-aged units.*

In the world, Quaternary-aged units are mapped in detail based on depositional areas, depositional characteristics, and their ages. Morphostratigraphic units are used prevalently as the basis for creating Quaternary geology maps. A morphostratigraphic unit includes both morphological and lithological criteria in the spatial distribution of the sediment. The fundamental concept in the mapping method is the depositional area, which is equivalent to the formation in lithostratigraphy. Quaternary-aged units are generally divided into 5 depositional areas and 24 sub-depositional areas associated with them. These are: fan depositional area (Qe), fluvial depositional area (Qa), lacustrine depositional area (Qg), marine cost depositional area (Qd), and volcanic rock (Qv). As a result of Quaternary Geology mapping studies in our country, in addition to the above depositional areas, five depositional areas withless widespread and 12 sub-depositional areas have been added, leading to further mapping. The added depositional areas in the classification are: continental carbonate (Qk), eolian depositional area (Qr), glacial depositional area (Qb), residuum sedimentary area (Qc), and artificial fill (Yd).

Quaternary geology maps are fundamental data layer that can be used for various purposes, and they always require updates through more detailed studies.

Keywords:*Depositional areas, Quaternary geology mapping, Türkiye.*

Kuvaterner Göl Çökellerinin ESR Yöntemiyle Tarihlendirilmesi

Dating of Quaternary lacustrine sediments by ESR method

Ülkü Sayın (1), Hükmü Orhan (2), Gamze Ekici (3), Arif Delikan (2)

(1) Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, Konya
(2) Konya Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Konya
(3) KTO Karatay Üniversitesi, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, Optisyenlik Programı, Konya
(ulkusayin@gmail.com, hukmu.orhan@gmail.com)

Öz

Göl sedimentleri, göl ve yakın çevresindeki iklim, tektonik, jeomorfoloji, bitki örtüsü ve sucul bitkiler ve onların zaman içerisindeki değişimlere ait önemli ipuçları içerirler. Yerkürenin tarihçesinde jeolojik olarak çok kısa bir dönemi temsil eden Kuvaterner dönemi son yıllarda yoğun olarak çalışılmaktadır. İnsanoğlunun da ortaya çıktığı bu dönemde bir bölgede gerçekleşen değişimler ve sebepleri farklı metotlarla belirlenmektedir. Ancak bu bulguların bilimsel bir anlam taşıması için tarihlendirilmesi gerekmektedir. Kuvaterner gölsel çökellerin tarihlendirilmesinde kullanılan bir metot da Elektron Spin Rezonans (ESR) spektroskopisidir.

ESR, malzemelerdeki eşleşmemiş elektronları doğrudan tespit eden hassas, çok yönlü ve son derece güvenilir bir analitik tekniktir ve jeolojik zaman ölçeklerinde doğal radyasyona maruz kalma sonucu oluşan paramanyetik merkezlerin nicel analizini mümkün kılar. Kuvaterner jeokronolojisinde, ESR tarihlendirme metodu, kristal örgüde biriken tuzaklanmış elektron yoğunluğunu ölçerek kuvars, feldispat ve fosil kabukları gibi minerallerin yaşını belirleyebildiği gölsel çökeller için özellikle değerlidir. Tekniğin paramagnetik merkezlerin çevresel radyasyona olan doz-cevap ilişkisine olan bağımlılığı, özellikle tarihlenebilir alternatif materyallerin bulunmadığı tortul ortamlarda sağlam yaş tahminleri sağlar. ESR'nin tahribatsız özellikleri ve birkaç bin yıldan bir milyon yıldan fazlaya kadar değişen tortuları tarihleme kapasitesi, birikim süreçlerinin, paleoklimatik değişimlerin ve Kuvaterner döneminde göl ortamlarının evriminin anlaşılmasını büyük ölçüde artırmıştır. Bu özellikler, ESR'yi jeoloji ve fizikte disiplinler arası çalışmalar için vazgeçilmez bir araç haline getirir.

Orta Anadolu'da Konya kapalı havzasındaki 7 metre derinliğindeki bir hendekten sistematik olarak alınan örneklerden elde edilen jeokimyasal veriler, son 50.000 yılda iklimde yedi farklı değişiklik olduğunu göstermiştir. Bu değişiklikler, hendekteki molluskfosil bakımından zengin üç seviyeden alınan yumuşakça kabuk fosillerinden elde edilen yaşlar kullanılarak ESR yöntemi ile tarihlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kuvaterner, göl çökelleri, Elektron Spin Rezonans (ESR), tarihlendirme

Abstract

Lacustrine sediments contain important clues about the climate, tectonics, geomorphology, vegetation and aquatic plants in the lake and its immediate surroundings and their changes over time. The Quaternary period, which represents a very short period in geological terms in the history of the Earth, has been studied intensively in recent years. During this period, when humans emerged, the changes that took place in a region and their causes are determined by different methods. However, these findings need to be dated in order to have scientific meaning. One of the methods used in dating of Quaternary lacustrine sediments is Electron Spin Resonance (ESR) spectroscopy.

ESR is a precise, versatile, and highly reliable analytical technique that directly detects unpaired electrons in materials, enabling the quantitative analysis of paramagnetic centers formed by natural radiation exposure over geological time scales. In Quaternary geochronology, ESR dating is particularly valuable for lacustrine sediments, where it can determine the age of minerals such as quartz, feldspar, and fossil shells by measuring the accumulated trapped electron population in their crystalline lattices. The technique's dependence on the dose-response relationship of paramagnetic centers to environmental radiation provides robust age estimations, especially in sedimentary settings lacking alternative datable materials. The non-destructive characteristics of ESR and its capacity to date sediments ranging from a few thousand to over a million years have greatly enhanced the comprehension of depositional processes, paleoclimatic variations, and the evolution of lacustrine environments during the Quaternary era. These attributes make ESR an indispensable tool for interdisciplinary studies in geology and physics.

Geochemical data obtainedfrom samples systematically taken from a 7-meter-deep trench in the Konya closed basin in Central Anatolia have shown that there have been seven distinct changes in climate over the last 50,000 years. These changes were dated by using ages obtained from molluscshell fossils taken from three fossil-rich levels in the trench by the ESR method using

Keywords: *Quaternary, lacustrine sediment, Electron Spin Resonance (ESR), dating*

Kuvaterner Yaşlı Karasal Çökel Kayıtlarında Lüminesans Jeokronoloji

Luminescence Geochronology of Terrestrial Quaternary Sedimentary Archive

Mehmet Korhan Erturaç (1), Eren Şahiner (2)

(1) Gebze Teknik Üniversitesi, Yer ve Deniz Bilimleri Enstitüsü, Gebze Kocaeli
(2)Ankara Üniversitesi, Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi, Ankara
(erturac@gtu.edu.tr)

Öz

Kuvaterner Jeolojisi çalışmaları, yeryüzünün yakın tarihçesinde çok geniş bir yelpazede sorulan araştırma sorularının cevaplanması üzerine odaklanmaktadır. Bu soruların cevaplarını içeren karasal çökel kayıtlarının topografik ilişkileri ise genelde karmaşıktır; yatay ve düşeyde devamsızlar ve sıklıkla da hiyatüs(ler) içermektedir. Kuvaterner çökellerinin çalışılması bir yerbilimcinin temel araçları olan morfolojik ve jeolojik haritalama, analitik verilerin üretildiği morfostratigrafik, litostratigrafik ve biyostratigrafik analizlerin yanı sıra çökel paketlerinin sistematik mutlak zaman kontrolü ile korelasyonuelzemdir. Ancak bu şekilde yer süreçlerinin hızları ve olayların zamanlaması belirlenebilir ve bölgenin Kuvaterner evrimi ortaya konularak odak sorular cevaplanabilir.

Lüminesans Jeokronoloji, Kuvars ve K-Feldspat gibi minerallerin kristal yapılarındaki düzensizliklerde zaman içerisinde biriken tuzaklanmış yüklerin ölçülmesini temel alan bir tarihlendirme yaklaşımıdır. Yöntem, (1) Hedef minerallerin kafes yapılarındaistikrarlı tuzakların varlığı (2) mineraller içerisinde birikmiş sinyalin sedimanter süreçlerce taşınması sırasında ışığa maruz kalarak tamamen boşaldığı, (3) depolanmadan örneklemeye kadar tekrar ışık veya ısı görmediği, (4) Hedef kristallerin sabit çevresel radyasyonun ürettiği dozu tuzaklayabildiği gibi temel kabullere dayanmaktadır. Böylelikle dış süreçlerce taşınan ve her türlü sedimanter ortamda depolanan çökel seviyelerin tarihini bulmak mümkün olabilmektedir.

Bu bildiri kapsamında 15 yıla ulaşan tecrübemiz ışığında çeşitli coğrafi bölge ve depolanma ortamlarından elde edilen ve orta Pleyistosen'den günümüze kadar tarih elde edilen uygulamalar ile yöntemin başarı ve kısıtlamaları sunulacaktır.

Bu çalışma, 112Y222, 115Y132, 117Y426, 120Y212, 121Y110, 122G261, 124K905 kodlu TÜBİTAK projeleri ve GEBİP-2020 ile desteklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Lüminesans Jeokronoloji, Kuvaterner, karasal depolanma ortamı, stratigrafi

Abstract

Quaternary Geology focuses on research questions on the contemporary or near past evolution of the Earth where the answers lie within the terrestrial sedimentary records. However, these records are both vertically and laterally discontinuous, with frequent hiata. Topographic relationships of contemporaneous units are complex and often make Quaternary units difficult to correlate stratigraphically. This means that in addition to the primary tools of the Quaternary geologist, which comprise morphological, lithological and biostratigraphic analysis, absolute time control is of the utmost importance. Therefore, systematic dating of these archives leads us to address the challenges in the Quaternary Earth Sciences.

Luminescence Geochronology focuses on Quartz and K-Feldspar minerals and measures trapped-charge accumulated at crystal lattice of these minerals. The method accepts (1) stable traps in crystal structure that preserve luminescence signal (2) traps exposed to adequate amount of light for complete signal bleaching, (3) no further exposure to light or heat from deposition to sampling, (4) focus crystals are able to trap environmental radiation for measurable doses. Luminescence is the leading method for precision dating of inorganic sedimentation in order to define timing of events and the rates of processes in landscape evolution and to answer focused research questions.

In this presentation we wish to discuss our expertise extending to 15 years on luminescence dating from different geographical sites and depositional environments from the middle Pleistocene to Recent, and success and restrictions of the method.

This study is supported by TÜBİTAK, 112Y222, 115Y132, 117Y426, 120Y212, 121Y110, 122G261, 124K905 and GEBİP-2020 research grants.

Keywords: *Luminescence Geochronology, Quaternary, terrestrial depositional environment, stratigraphy*

Messiniyen Tuzluluk Krizi ve Seyhan-Ceyhan Deltası'nın Messiniyen Sonrası Evrimi: Tuz Tektoniği'nin Sedimantolojik Proseslere Etkileri, Adana Havzası, Doğu Akdeniz Türkiye

Messinian Salinity Crisis and Post-Messinian Evaluation of Seyhan-Ceyhan Deltaic Complex: Tectonic Impact of Salt Tectonic on Sedimentary Processes in Adana Basin, Eastern Mediterrenean, Türkiye

Yasemin Geze

Turkish Petroleum Corporation, Ankara
(yasemingeze@gmail.com)

Öz

Adana Havzası, Türkiye'nin güneyinde Toros tektonik kuşağının güneyinde yer almaktadır. Havzada Handere Formasyonu'nun evaporit bölümleri, Messiniyen Tuzluluk Krizi sonucu biriken Gökkuyu Üyesi olarak tanımlanmaktadır. Messiniyen evaporitlerinin varlığına dayanarak, Adana Havzası tortul dolgusu, jeolojik evrim açısından iki ana bölüme ayrılabilir. Alttaki Miyosen istifi (4800 m), bir deniz havzasının açılması, derinleşmesi ve sığlaşmasının tüm tortul özelliklerini içerir. Üstteki ikinci istif (2200 m), Pliyosen-Pleyistosen yaşlı Avdan ve Kuranşa formasyonları, denize doğru kalınlaşan prizma şeklindeki tortul birikintilerle temsil edilir.

Seyhan-Ceyhan Delta kompleksi (SCDK), Adana Havzası'nın kuzey kenarında yer alan ve bölgede son 4000 yılda gelişen güncel delta tarafından örtülen kalın bir tortul prizmadır. Bu prizma, Zankliyen transgresyonundan sonra oluşan Pliyo-Kuvaterner tortullarına karşılık gelir ve dört deltayik seviyenin oluşumunu temsil eder. Bu çalışma, Seyhan-Ceyhan Deltası'nda farklı zamanlarda açılmış kuyuların verileri ve tektonik aktiviteyi gösteren sismik kesitler hazırlanarak yorumlanmıştır. Kuyu kesitleri ve sismik yorumlamalar yardımıyla bir istif mimarisi oluşturulmuştur. Offshore sismik verilerine göre, evaporit çökeliminin neden olduğu Messiniyen sonrası tektonik aktivite, havzadaki Üst Miyosen-Pliyosen kırıntılı birimlerinin ve delta istiflerinin birikimini kontrol etmektedir. Bu mimari, dört kalın kum ve dört kalın marn ardışık dizisi ile temsil edilmektedir. Ayrıca, bunlar arasında düzensiz olarak dağılmış daha ince kumlu ve marnlı aralıklar vardır. Bulgular, Seyhan-Ceyhan deltasının, üstteki Messiniyen evaporitleri üzerinde oturan dört parasekans olarak şekillendiğini göstermektedir. Her delta ilerlemesi, ayrılmış transgresyon dönemlerine sahiptir. Bu tortul süreç, Messiniyen sonrası tektonik tarafından etkilenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Messiniyen, Seyhan-Ceyhan Deltası, tuz tektoniği

Abstract

The Adana Basin is located in the southern Turkey, south of the Taurus tectonic belt. In the basin, evaporite sections of Handere Formation is defined as Gökkuyu Member, deposited as a result of the Messinian Salinity Crisis. Based on the presence of lenticular evaporates of the Messinian, the sedimentary fill in the Adana Basin can be divided into two major parts in terms of geological evolution. The Miocene sequence (4800 m) at the bottom comprises all of the sedimentary characteristics of the opening, deepening and shallowing of a marine basin. The overlying second part (2200 m) Avdan and Kuranşa formations of Pliocene-Pleistocene age is represented by sedimentary deposit in the the shape of prism thickening seaward.

The Seyhan-Ceyhan Delta complex (SCDK) is a thick sediment prism, located at the northern margin of the Adana Basin and covered by the current delta that developed over the last 4000 years in the region. This prism corresponds to Plio-Quaternary sediments, formed after the Zanklean transgression, represents the formation of four deltaic packages. In this study, well data drilled at different times within the Seyhan-Ceyhan Delta and seismic sections, representing the tectonic activity, have been elaborated and interpreted. A sequence architecture has been built with the help of borehole logs and seismic interpretations. According to the offshore seismic data, Post-Messinian tectonic activity, caused by salt evaporites, controls deposition of the Upper Miocene-Pliocene clastic units and deltaic successions in the basin. This architecture is represented by four thick sand and four thick marl successive sequences. In addition, there are thinner sandy and marly levels irregularly distributed between those. The findings show that the Seyhan-Ceyhan Delta has been shaped like four parasequence sitting on the overlying Messinian evaporites. Each delta progradation has been separated transgression periods. This sedimentary process is affected by the Post-Messinian tectonic.

Keywords: *Messinian, Seyhan-Ceyhan Delta, tectonic activity*

Bir Dönüm Noktası Olarak Oligosen: İç Anadolu'nun Oligosen Paleocoğrafyasına Bir Yaklaşım

Oligocene as a Milestone: An approach to the Oligocene Paleogeography of Central Anatolia

Hilal Dokuz (1), Nizamettin Kazancı (2)

(1)Ahi Evran Üniversitesi,Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kırşehir
(2) Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara
(hilal.dokuz@ahievran.edu.tr)

Öz

Oligosen döneminde, atmosferdeki pCO_2 seviyesinin azalması, fauna ve flora değişiklikleri, küresel sıcaklık düşüşü ve Antarktika'daki buz kalınlığının artması gibi birçok önemli olay meydana gelmiştir. Ayrıca, Avrasya ve Afrika kıtalarının çarpışması sonucunda, Avrupa'daki Alpler'den Asya'daki Himalayalar'a kadar uzanan bir dağ kuşağı bu dönemde oluşmuştur. Bu çarpışma sonucunda, Geç Kretase'den itibaren Tetis Okyanusu'nun etkisi altında olan Anadolu Levhası, ilk kez karasal sedimantasyon koşullarından etkilenmiştir. Bu nedenle, Anadolu Levhası, Oligosen dönemi araştırmaları açısından en önemli alanlardan biridir. Türkiye'de, İç Anadolu Bölgesi'nde, Yerköy ile Kırıkkale arasındaki alanda yüzeylenen Oligosen yaşlı tortul kayalar İncik ve Güvendik formasyonları olarak adlandırılmaktadır. Bu bölgede Oligosen paleocoğrafyasını belirlemek amacıyla fasiyes analizi, jeokimyasal ve mineralojik incelemeler gerçekleştirilmiştir. Mineralojik ve petrografik incelemelerden elde edilen sonuçlara göre, Oligosen döneminde çökelme alanının kuzeyinin güneye göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Alterasyon çalışmaları, günlenme koşullarına maruz kalmanın hala düşük olduğunu ve çökelme ortamının kaynak alanına yakın olduğunu göstermektedir. Fasiyes analizi verileri, İç Anadolu'daki Oligosen yaşlı kayaçların, zaman zaman alüvyal yelpazelerden etkilenen menderesli akarsu sistemi içinde çökelmiş olduğunu ortaya koymaktadır. Oligosen döneminde meydana gelen tektonik ve coğrafik değişimler, Oligosen ikliminde önemli değişikliklere yol açmıştır. Yapılan birçok çalışmanın sonuçları, Oligosen ikliminin günümüz iklimine göre daha sıcak ve nemli olduğunu göstermektedir. Bu çalışmada, jeokimyasal analiz sonuçları kullanılarak İç Anadolu'nun paleoklimasına yönelik bir yaklaşım geliştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, çalışma alanındaki koşulların kurak ile yarı nemli arasında değiştiğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Oligosen, Orta Anadolu, paleocoğrafya,

Abstract

During the Oligocene period, many important events such as the decrease of atmospheric pCO2, changes in fauna and flora, the global decrease in temperature, and the increase ofice thickness in Antarctica had been occurred. In addition, as a result of the collision of the Eurasian and African continents, a mountain belt extends from the Alps in Europe to the Himalayas in Asia was formed during this period. As a result of this collision, the Anatolian Plate, which was under the influence of Tethys Ocean(s) since the Late Cretaceous, was affected by the terrestrial deposition conditions for the first time. Therefore, the Anatolian Plate is one of the most important area to investigate Oligocene. In Türkiye, Central Anatolia, Oligocene sedimentary rocks that contain outcrops in the area between Yerköy and Kırıkkale are called as İncik and Güvendik formations. In this area, facies analysis studies, geochemical and mineralogical investigations were carried out in order to establish Oligocene paleogeography. According to the results obtained from the mineralogical and petrographical investigations, it is determined that the north of the deposition area was higher than the south during Oligocene. Alteration studies showed that the weathering is still low and that the deposition environment is close to the source area. The facies analysis data indicate that the deposition of Oligocene rocks in Central Anatolia was occurred in a meandering stream system, which was affected from time to time by alluvial fans. The tectonic and geographical changes occured in the Oligocene period have caused significant changes in the Oligocene climate. The results of many studies showed that the Oligocene climate was warmer and humid than today's climate. In this study, an approach to paleoclimate in Central Anatolia has been made by using geochemical analysis results. The results showed that conditions are varying from arid to semi-moist in the study area.

Keywords: *Central Anatolia, Oligocene, paleogeography*

Antarktika'da Turizm: Horseshoe Adası Örneği

Tourism in Antarctica: Horseshoe Island as an Example

Raif Kandemir (1), Mehmet Korhan Erturaç (2)

(1) Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, 53100 Rize, Türkiye
(2) Gebze Teknik Üniversitesi, Yer ve Deniz Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, Türkiye
(raifkandemir@gmail.com)

Öz

Antarktika, 1959'da Antarktika Antlaşması'nın imzalanmasından bu yana barışa ve bilime adanmış bir kıtadır. Antarktika'daki tüm faaliyetler, Madrid Protokolü'nü içeren Antarktika Antlaşması Sistemi (ATS) aracılığıyla düzenlenir. Protokol, turizm için geniş kurallar tanımlamaktadır ve Antarktika'daki turizm faaliyetleri *Uluslararası Antarktika Tur Operatörleri Birliği* (IAATO) tarafından düzenlenir. Antarktika'nın kıyı bölgelerinde turizm, 20. yüzyıl ortasında Şili ve Arjantin'in Güney Shetland Adaları'ndaki faaliyetleri ile başlamıştır. Günümüzde kıtadaki turizm faaliyetlerinin %98'i Antarktika Yarımadası'ndaki lokasyonlarda kruvaziyer gemileri tarafından gerçekleştirilmektedir. Küresel COVID-19 Pandemisi kısıtlamaları nedeniyle 2020-2021 sezonunda yalnızca 15 kişi tarafından ziyaret edilen Antarktika, pandemi sonrası 2021-2022 sezonunda 22.979 turisti, 2022-2023 güney yazında ise 104.076 kişiyi ağırlamıştır. 2023-2024 sezonu güncel verilerine göre toplam turist sayısı 124.280 ile rekor seviyelere ulaşmıştır (IAATO). Artan turist sayıları, Antarktika'nın turizm anlamında erişilmesi zor bir istisna olmaktan çıktığını göstermektedir. Antarktika turizmindeki son yıllardaki bu artış, sürdürülebilir turizmin ne kadar önemli olduğunu tartışmaya açmıştır. Son yıllarda küresel ısınmaya bağlı olarak Antarktik Yarımada'nın boğaz, geçit ve koylarındaki deniz buzu ve buz dağlarının azlığı, turistlerin Antarktika coğrafyasına ulaşımını kolaylaştırmaktadır. Yarımada'da turistlerin sıklıkla ziyaret ettikleri noktaların başında; Güney Shetland Adaları, Deception Adası, Lemaire Kanalı, Bazı Bilim istasyonları ve Horseshoe Adası yer almaktadır. Horseshoe Adası üzerinde Türk Bilimsel Araştırma Kampı ve Birleşik Krallık tarafından Mart 1955'te bilimsel bir üs olarak kurulan ve Ağustos 1960'ta kapatılan İngiltere'ye ait "Base-Y" Üssü bulunmaktadır. Bu üste eski tarihlerde jeoloji, meteoroloji ve topografik araştırmalar yapılmış köpek takımları ve kızaklar kullanılarak yüzlerce millik alanda kapsamlı araştırma gezileri gerçekleştirilmiştir. Horseshoe'daki bu tarihi istasyon 1995'te 63 numaralı anıt olarak belirlenmiş ve 2014'ten beri UKAHT (Birleşik Krallık Antarktika Miras Vakfı) tarafından yönetilmektedir. Türk Bilimsel Araştırma Kampı'nın da üzerinde bulunduğu Horseshoe Adası, jeoçeşitlilik açısından oldukça zengindir. Ada, Antarktik Yarımada'nın Gondwana kıtasının parçalanmasından günümüze kadar geçirdiği jeotektonik evriminin jeolojik kayıtlarını barındırmaktadır. Adada, Geç Triyas-Erken Jura yaşlı metamorfitler, Jura yaşlı metavolkanitler, erken-geç Kretase yaşlı farklı magmatik kayalar ve tüm bu kütleleri kesen dayklardan oluşan bir kayalar topluluğu yüzeylenmektedir. Ada üzerinde jeolojik olarak yukarıdaki kayaç grupları dışında, aktif buzullar ve Pleyistosen kıtasal buzullaşmalarına ve Holosen buzullar arası dönemde gelişen morfolojik yapılar, buzul hareket izleri, desenli zeminler, morenler, eratik bloklar, yükselmiş kıyı çökelleri, malakit sıvamaları gibi birçok jeolojik değer bulunmaktadır. Son yıllarda Antarktika'daki turizm amaçlı gemi trafiğinin artması, gemi kaynaklı çevre kirliliği ve deniz kazası risklerini de arttırmaktadır. Artan turizme bağlı olarak artacak çeşitli kirlilikler, atık üretimi ve CO_2 salınımı Antarktika'nın dengesini bozacaktır. Antarktika ekosisteminin korunması ve küresel ısınma bağlamında koruma senaryolarının ele alınması küresel ölçekte önemlidir. Bu çalışma T.C. Cumhurbaşkanlığı himayesinde, T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı uhdesinde ve TÜBİTAK MAM Kutup Araştırmaları Enstitüsü (KARE) koordinasyonunca gerçekleştirilmiş ve 122Y192 ve 122G261 nolu **TÜBİTAK projelerince desteklenmiştir.**

Anahtar Kelimeler: Antarktika, Antarktik Yarımadası, Horseshoe Adası, turizm, jeoçeşitlilik

Abstract

Antarctica is a continent dedicated to peace and science since the signing of the Antarctic Treaty in 1959. All activities in Antarctica are regulated through the Antarctic Treaty System (ATS), which includes the Madrid Protocol. The protocol defines broad rules for tourism, and tourism activities in Antarctica are regulated by the International Association of Antarctic Tour Operators *(IAATO). Tourism began in the mid-20th century with activities in the South Shetland Islands of Chile and Argentina. Today, 98% of tourism activities on the continent are carried out by cruise ships in locations on the Antarctic Peninsula. Antarctica, which was visited by only 15 people in the 2020-2021 season due to global COVID-19 Pandemic restrictions, hosted 22,979 tourists in the post-pandemic 2021-2022 season and 104,076 people in the 2022-2023 southern summer. According to current data for the 2023-2024 season, the total number of tourists reached record levels with 124,280 (IAATO). The increasing number of tourists shows that Antarctica is no longer a hard-to-reach exception in terms of tourism. In recent years, the scarcity of sea ice and icebergs in the straits, passages, and bays of the Antarctic Peninsula due to global warming has made it easier for tourists to reach the Antarctic geography. The most frequently visited places by tourists on the peninsula are the South Shetland Islands, Deception Island, Lemaire Channel, Some Science Stations and Horseshoe Island. On Horseshoe Island, there is the Turkish Scientific Research Camp and the British "Base-Y" Station, which was established as a scientific base by the United Kingdom in March 1955 and closed in August 1960. At this base, geology, meteorology, and topographic research were conducted in earlier times, and comprehensive research expeditions were carried out over hundreds of miles using dog teams and sleds. This historic site in Horseshoe was designated as monument no.63 in 1995 and has been managed by the UKAHT (United Kingdom Antarctic Heritage Trust) since 2014. Horseshoe Island, where the Turkish Camp is also located, is quite rich in terms of geodiversity. The island contains geological records of the Antarctic Peninsula's geotectonic evolution from the breakup of the Gondwana continent to the present day. A suite of rocks outcrops on the island, consisting of metamorphic rocks of Late Triassic-Early Jurassic age, metavolcanic rocks of Jurassic age, various magmatic rocks of Early-Late Cretaceous age, and dikes that cut across all these masses. In addition to the rock groups mentioned above, the island also contains many geological features such as active glaciers and morphological structures that developed during the Pleistocene continental glaciations and the Holocene interglacial period, glacial movement traces, patterned grounds, moraines, erratic blocks, raised coastal deposits, and malachite coatings. The recent increase in tourist ship traffic in Antarctica is also increasing the risks of ship-related environmental pollution and maritime accidents. The various pollutions, waste generation, and CO_2 emissions that will increase due to increased tourism will disrupt the balance of Antarctica. The protection of the Antarctic ecosystem and the consideration of protection scenarios in the context of global warming are important on a global scale. This study was carried out under the auspices of the Presidency of the Republic of Turkey, and in coordination with TÜBİTAK MAM Polar Research Institute (KARE) and supported by TÜBİTAK grants 122Y192 and 122G261.*

Keywords: *Antarctica, Antarctic Peninsula, Horseshoe Island, tourism, geodiversity*

Antarktika Kıtası'ndaki Jeolojik Miras Ögelerinin Tespiti ve Dijital Envanterinin Oluşturulması

Identification of Geological Heritage Sites in Antarctica and Production of a Digital Inventory

Alper Gürbüz (1), Nizamettin Kazancı (2), Göksu Uslular (3), Esra Gürbüz (4), Aytekin Erten (5)

(1) Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06830 Gölbaşı, Ankara
(2) Jeolojik Mirası Koruma Derneği (JEMİRKO), Anıttepe, Ankara
(3) TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi, Kutup Araştırmaları Enstitüsü, 41470 Gebze, Kocaeli
(4) Aksaray Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 68100, Aksaray
(5) Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 51240, Niğde
(agurbuz@ankara.edu.tr)

Öz

Antarktika kıtası dünyanın diğer bölgelerinden gelen ve özellikle son yıllarda artarak 100000 kişiyi aşan turist sayısı ve yaklaşık 4000 bilim insanı ile destek personeline ev sahipliği yapmaktadır. Kıtanın yalnızca %0,3'ünün (44000 km^2) buzla kaplı olmadığı düşünüldüğünde aslında bu ziyaretçi ve araştırmacı sayısının oldukça yoğun olduğu anlaşılmaktadır. Bu yoğunluk Antarktika üzerindeki insan faaliyetlerine de yansımaktadır. Bu sebeple kıta ile ilgili biyolojik ve ekolojik ögelerin detaylı kataloglanması ve korunmasına dönük hazırlanmış envanterler mevcut iken, aynı dikkat jeolojik miras niteliği sunan ögelerini yeterli düzeyde kapsamamaktadır. Hâlbuki kayaçlar, mineraller, göktaşları ve fosiller gibi ilk akla gelebilecek nadir oluşumlar gerek turistlerin gerekse de kıta üzerinde çalışma yürüten araştırmacıların izinsiz toplamalarına ya da aşırı örneklemelerine karşı savunmasızdırlar. Antarktika kıtasının sahip olduğu jeolojik miras ögelerinin tespiti ve korunmalarına yönelik çalışmalar ise canlılıkla ilgili ögelere göre oldukça sınırlıdır. Bunda kuşkusuz kıtanın coğrafik konumu, buzla kaplı olması ve iklimsel koşullarından ötürü jeolojik miras ögelerinin tespitinin oldukça zor olması en önemli etkenlerdir. Bu kapsamda mevcut en önemli girişim Antarktika Araştırmaları Bilimsel Komitesi (SCAR) bünyesinde kıtadaki jeolojik miras ögelerinin tanımlanmasına dönük olarak 2018 yılında başlatılmıştır. Ancak bu girişim henüz yayınlanmış sistematik bir envantere dönüşmemiştir.

Burada sunulan çalışma kapsamında, Antarktika üzerinde araştırma yapan veya kıtayı ziyaret etmiş kişilerin önerilerinin toplanması ve uluslararası kriterlere göre jeolojik miras ögesi olarak tanımlanabilecek ya da önerilebilecek jeolojik, paleontolojik ve jeomorfolojik unsurların bir envanterinin oluşturulması amaçlanmaktadır. Bu çerçevede, kıta ile ilgili yayımlanmış çalışmaların taranması, kıtada doğrudan araştırma yürütmüş çeşitli ülke üslerinde görev yapmış eski ve yeni araştırmacılar ile Antarktika'ya ait örneklerin sergilendiği müzeler, araştırma merkezleri ve koleksiyonların ilgili personelleriyle doğrudan irtibat yoluyla olası jeolojik miras ögelerine ait detaylı bilgiler derlenerek listelenecek ve toplanan veri Coğrafi Bilgi Sistemleri veri tabanına işlenecektir. Tüm çalışmalar neticesinde elde edilecek envanter 'Antarktika JeoMiras Envanteri' adlı sürekli gelişecek dijital bir envanterle uluslararası bilim camiasıyla paylaşılacaktır. İlgili kurumlarında ilgisine sunulacak bu envanterle Antarktika'nın nadir veya eşsiz jeomiras ögelerinin korunmalarına da katkı sağlanabilecektir. İlerleyen süreçlerde jeokorumanın sağlandığı bölgelerin uygun planlamalarla jeoturizm açısından değerlendirilebilmesine de dolaylı olarak katkı sağlanacağı umulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Antarktika, jeolojik miras, jeokoruma, dijital envanter

Abstract

The continent of Antarctica hosts more than 100,000 tourists from other parts of the world, and approximately 4,000 scientists and support personnel, especially increasing in recent years. Considering that only 0.3% (44,000 km^2) of the continent is not covered with ice, this number of visitors and researchers is actually quite high. This intensity is also reflected in human activities on Antarctica. For this reason, while there are inventories prepared for the detailed cataloging and protection of biological and ecological elements related to the continent, the same attention does not adequately cover the elements that present geological heritage. However, rare occurrences such as rocks, minerals, meteorites and fossils are vulnerable to unauthorized collection or excessive sampling by both tourists and researchers working on the continent. Studies on the identification and protection of geological heritage elements of the Antarctic continent are quite limited compared to elements related to life. The most important factors in this are undoubtedly the geographical location of the continent, the fact that it is covered with ice and the climatic conditions make it very difficult to identify geological heritage elements. In this context, the most important initiative to identify geological heritage elements on the continent was initiated in 2018 by the Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR). However, this initiative has not yet turned into a published systematic inventory.

The aim of the study presented here is to collect suggestions from people who have done research on Antarctica or visited the continent, and to produce an inventory of geological, paleontological, and geomorphological elements that can be defined or suggested as geological heritage elements according to international criteria. Within this framework, detailed information on possible geological heritage elements will be compiled and listed through reviewing published studies on the continent, direct contact with former and current researchers who have worked in bases of various countries that have conducted research directly on the continent, and relevant personnel of museums, research centers and collections where Antarctic samples are exhibited, and the collected data will be processed into the Geographic Information Systems database. The inventory to be obtained as a result of all studies will be shared with the international scientific community with a continuously developing digital inventory called the 'Antarctica GeoHeritage Inventory'. With this inventory, it will also be possible to contribute to the protection of rare or unique geoheritage elements of Antarctica. It is hoped that in the future, it will also indirectly contribute to the evaluation of geotourism in regions where geoconservation is provided with appropriate planning.

Keywords: *Antarctica, geological heritage, geoconservation, digital inventory*

Jeolojik Miras ve UNESCO Küresel Jeopark Çalışmalarına Türkiye'den Katkılar

Contributions from Türkiye to Geological Heritage and UNESCO Global Geopark Studies

Nazire Özgen Erdem (1), Şule Ürün (2)

(1)Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü - Sivas
UNESCO Türkiye Milli Komisyonu- Ankara
(2)UNESCO World Heritage Centre, Natural Heritage Unit - Paris
(nozgen@cumhuriyet.edu.tr)

Öz

Zengin jeolojik çeşitliliğe sahip olan ülkemizde özel jeolojik oluşumların korunmasına yönelik öneriler 1970'li yılların başından itibaren çeşitli çalışmalarda dile getirilmiştir. Ancak, somut anlamda ülkemizde jeolojik oluşumların miras değerleri hakkındaki çalışmalar Nizamettin Kazancı'nın önderliğinde başlamıştır. Bu kapsamda bir öğrenci kulübü olarak başlayan ve 2000 yılında derneğe dönüştürülen "Jeolojik Mirası Koruma Derneği (JEMİRKO)" Kazancı'nın ülkemizdeki jeolojik miras çalışmalarının en önemlisidir. Kazancı aynı zamanda Türkiye Jeoloji Mühendisleri Odası bünyesinde "Jeolojik Miras ve Kültürel Jeoloji Çalışma Grubu" oluşturulmasına da önderlik etmiş ve başkanlığı süresince önemli çalışmalara imza atmıştır. Ülkemizin en köklü bilimsel organizasyonu olan Türkiye Jeoloji Kurultayları bünyesinde 2005 yıllarından itibaren jeolojik miras ve ilgili konularda oturumlar düzenlenmesini sağlamıştır. Son yıllarda başkanlık ettiği bu oturumlar kurultayın en fazla bildiri alan oturumlarından biri olarak ön plana çıkmıştır.

Nizamettin Kazancı, jeolojik miras ve jeopark konularını uluslararası boyutta takip eden UNESCO'nun ülkemizdeki temsilcisi "Türkiye Milli Komisyonu"ndaki çalışmaları ile katkılarını bir üst seviyeye taşımıştır. 2006-2010 yılları arasında Milli Komisyon bünyesindeki "Yerbilimleri İhtisas Komitesi"nin başkanlığını yürütmüştür. 2014 yılı itibarıyla başladığı "Doğa Bilimleri İhtisas Komitesi"nin ve aynı yıl komite bünyesinde kurulan "Jeolojik Miras ve Jeopark İzleme Grubu"nun başkanlığını halen devam ettirmektedir. UTMK bünyesindeki bu girişimleri ile ulusal ve uluslararası düzeyde çok sayıda faaliyet gerçekleştirmiştir. Kazancı, 2005-2010 yılları arasında ProGEO'nun Başkan yardımcılığı ve ProGEO Güneydoğu Avrupa Grubunun Koordinatörlüğünü yapmıştır.

Nizamettin Kazancı ülkemizdeki ilk jeopark girişimini 2009 yılında "Kızılcahamam-Çamlıdere Jeoparkı Projesi" ile başlatmıştır. Son olarak "Zonguldak Kömür Jeoparkı"nın koordinatörlüğünü üstlenmiş ve jeoparkın kurulması ve UNESCO Küresel Jeoparkı adaylığı süreçlerini yönetmiştir. Nizamettin Kazancı, çalışma alanı olan sedimentoloji ve Kuvaterner jeolojisine ek olarak jeolojik miras kapsamındaki konularda da çok sayıda yayın, bildiri ve kitap yayınlamıştır. Uluslararası Yerbilimleri Birliği (IUGS) tarafından başlatılan "Dünyanın En Önemli 100 Jeositi Listesi" programı kapsamında ülkemizden önerilen aday alanların başvuru süreçlerini yönetmiş ve sonuç olarak, ilk yüzde iki, ikinci yüzde ise bir alan bu listeye girmiştir. Ülkemizde jeolojik miras konularında öncül ve kapsamlı çalışmalar yürüten hocamızın katkıları sunumda detaylı olarak verilecektir.

Anahtar Kelimeler: Jeolojik Miras, Jeopark, Nizamettin Kazancı, UNESCO

Abstract

In Türkiye, which has a rich geological diversity, proposals for the protection of special geological formations have been made in various studies since the early 1970s. However, concrete studies on the values of geological heritage in Türkiye started under the leadership of Nizamettin Kazancı. In this context, the "Geological Heritage Protection Association (JEMİRKO)", which started as a student club and turned into an association in 2000, is the most important of Kazancı's studies on geological heritage in our country. Kazancı also led the establishment of the "Geological Heritage and Cultural Geology Working Group" within the Chamber of Geological Engineers of Turkey and conducted important studies during his presidency. He has ensured that sessions on geological heritage and related issues have been organized within the framework of the Turkish Geology Congresses, the most established scientific organization in our country, since 2005. These sessions, which he has chaired in recent years, have stood out as one of the sessions of the congress with the most contributions.

Nizamettin Kazancı has taken his contributions to the next level with his work in the "Turkish National Commission", which represents UNESCO in our country and follows geological heritage and geoparks issues at the international level. Between 2006 and 2010, he was the Chairman of the "Geosciences Committee within the National Commission". Since 2014, he has continued to chair the "Natural Sciences Committee and the Geological Heritage and Geoparks Monitoring Group", which was established in the same year. With these initiatives within the UTMK, he has carried out many activities at national and international level. Kazancı was Vice President of ProGEO and Coordinator of ProGEO Southeastern Europe Group between 2005 and 2010.

Nizamettin Kazancı started the first geopark initiative in our country in 2009 with the "Kızılcahamam-Çamlıdere Geopark Project". Finally, he took over the coordination of the "Zonguldak Coal Geopark" and led the establishment of the Geopark and the nomination process for the UNESCO Global Geopark. Nizamettin Kazancı has published numerous publications, reports and books on topics related to geological heritage in addition to his field of expertise, sedimentology and Quaternary geology. He led the application processes of the candidate sites proposed by our country within the framework of the "List of the World's 100 Most Important Geosites" program initiated by the International Union of Geosciences (IUGS) and as a result, two sites in the first percent and one site in the second percent were included in this list. The contributions of our professor, who has conducted pioneering and comprehensive studies on the geological heritage in our country, will be detailed in the presentation.

Keywords: *Geological Heritage, Geopark, Nizamettin Kazancı, UNESCO.*

Jeolojik Mirası Koruma Derneği'nin (Jemirko) 25.Yılı

25th Year of the Association for Geological Heritage (JEMİRKO)

Necip Sabri Mülazımoğlu (1), Sonay Boyraz Aslan (1, 2), Mehmet Akbulut (3), Hülya İnaner (1, 3*)

(1) JEMİRKO Jeolojik Mirası Koruma Derneği, Ankara
(2) Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara
(3) Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İzmir
(makbulut@deu.edu.tr)

Öz

Ankara Üniversitesi bünyesinde amatör öğrenci topluluğu olarak bulunan JEMİRKO, İzmir'deki IESCA-2000 toplantısına katılan ProGEO yetkililerinin teşvik ve iş birliğine davetleri ile 2000 yılında kurulmuştur. Kurucu üyeleri çoğunlukla üniversite ve MTA çalışanlarıdır. O zaman için yeni ve ülkede henüz çok az bilinen jeolojik miras, jeopark, jeolojik koruma ve jeoturizm kavramlarının kamuoyuna tanıtılması görevini üstlenmiştir. ProGEO üyesi olan dernek, yurtdışı toplantılara katılmaya başlamış, 2001'de MTA ve İller Bankası ve yerel yönetimlerden sorumlu Devlet Bakanlığı ile ortaklaşa "Türkiye Jeolojik Mirası" etkinliği, 2002'de ise "Uluslararası ProGEO Güney Doğu Avrupa Çalışma Grubu (WG1) Toplantısı ve Saha gezisi" düzenlemiştir. Bu toplantıda öncelikli ulusal jeopark adayları (Kula, Van Gölü ve Nemrut Volkanı, Kapadokya, Tuzgölü, Karapınar, Pamukkale, Beyşehir, Mut) açıklanmış, ayrıca albüm haline getirilen 160 jeolojik miras unsuru da tanıtılmıştır. Ancak bu tanıtım, maalesef bir kısım jeositlerin tahribine de yol açmıştır. Düzenlenen bu toplantı JEMİRKO'nun uluslararası tanınırlığını artırmış ve ProGEO'nun ulusal temsilcisi ve gözlemcisi olarak tespit edilmiştir. Dernek üyeleri, yine bu tarihten itibaren düzenli olarak yurtiçi toplantılara ve kurultaylara katılarak ülkedeki gelişmeleri ve jeolojik miras çalışmalarını aktarmıştır. JEMİRKO'nun ulusal düzeydeki önemli başarısı 2005-2008 arasında gerçekleştirilen TÜBİTAK, MTA, Üniversiteler, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü tarafından desteklenen "Orta Anadolu'daki Milli Parklardaki Jeositler – Milli Parklarda Jeolojik Miras" adlı üç yıllık araştırma projesi olmuştur. 2008'de TÜBİTAK tarafından "yılın projesi" seçilen çalışma yerbilimcilerin dikkatini çekmiş ve konuya duyulan ilgi artmıştır. 2006-2010 yılları arasında ProGEO Başkan Yardımcılığı ve Güneydoğu Avrupa Grubu Koordinatörlüğünü yürüten JEMİRKO, ulusal ve uluslararası toplantılar düzenlemiş ve ülkenin jeolojik zenginliğini ve jeolojik mirasını tanıtırken, "2009 Uluslararası Yer Yılı"nın da ulusal temsilcisi ve yürütücüsü olmuştur. Bu faaliyetler sonucu 2010 yılında UNESCO Türkiye Milli Komisyonu Genel Kurulu'na "doğa bilimlerinde STK temsilcisi üye" seçilmiştir, iki yılda bir seçimle bu üyelik halen devam etmektedir. Faaliyetlerinin çoğunu bu kurumun desteği ile yürütmektedir. "Kızılcahamam-Çamlıdere Jeoparkı Projesi" geliştirilmiş, Ankara Valiliği, Ankara Üniversitesi ve ilgili yerel yönetimlerin katıldığı protokolle Jeopark açılışı gerçekleştirilmiş, ancak "bağımsız bütçe ve yönetim" ölçütleri eksik olduğundan "küresel jeopark" başvurusu yapılamamıştır. "2018'de Ankara'nın Jeolojik Mirası" çalıştayı ile mevcut jeoturizm potansiyeli yerel yöneticilere tanıtılmış ve peyzaj mimarlığı, turizm, jeoloji ve coğrafya bölümlerinde birçok lisansüstü çalışmaya ilham kaynağı olmuştur. Derneğin en son faaliyeti 2024'te "ulusal ve uluslararası tanınırlık için Türkiye'nin 100 önemli Jeolojik Mirası" çalıştayıdır. "Kültürel jeoloji"nin ulusal boyutta tanınmasına öncülük etmesi JEMİRKO'nun faaliyetlerinden biridir. JEMİRKO jeomiras, jeosit, jeokoruma, jeopark ve jeoturizm konusunda yurt içinde ve yurt dışında yerbilimcilerle iş birliği çalışmalarına devam edecektir.

Anahtar Kelimeler: Jemirko, 25. yıl, Türkiye

Abstract

JEMİRKO, initially an amateur student society within Ankara University, was founded in 2000, with the encouragement and invitations by the ProGEO authorities who attended the IESCA-2000 meeting in Izmir. The founding members mostly comprise university and MTA employees. The association has undertaken the mission of publicizing the then novel and little-known terms of geological heritage, geopark, geological conservation and geotourism. As a member of ProGEO, the association has started attending international meetings, and in collaboration with MTA, İller *bankası, and the State Ministry in charge of the local administration, organized the "Geological Heritage of Türkiye" event and "International ProGEO Southeastern Europe Working Group (WG1) Meeting and Field Trip", in the years 2001 and 2002, respectively. In the latter meeting, prioritized national Geopark candidates (Kula, Lake Van and the Nemrut Volcano, Cappadocia, Lake Tuz, Karapınar, Pamukkale, Beyşehir, Mut) are declared, and also 160 geological heritage assets are promoted. Unfortunately this promotion has led to destruction of some of the geosites. This participation has improved the international recognition of the JEMİRKO, and its determination as national representative and observer of ProGEO. The organization has then regularly attended in national meetings and congresses, and presented the developments in the country and studies on geological heritage. The important national success of JEMİRKO has been the three-year research project entitled "Geosites in National Parks in Central Anatolia – Geological Heritage in National Parks" which has been funded by TÜBİTAK, MTA, Universities, and the General Directorate of Nature Conservation and National Parks. The project has been selected as the "project of the year" by TÜBİTAK in 2008, catching the attention of geoscientists and increasing the interest on the subject. JEMİRKO has executed the vice presidency of ProGEO and the coordinatorship of Southeastern Europe Group between 2006-2010, and organized national and international meetings promoting geological diversity, becoming the national representative and executor of the "2009 International Year of Planet Earth". Due to these activities, a "NGO representative member in earth science" has been selected to the Turkish National Commission for UNESCO, which continues with biannual elections. The association conducts most of its activities with the support of this organization. "Kızılcahamam-ÇamlıdereGeopark Project" has been developedwith the protocol in participation with the Ankara Governorate, Ankara University, and related local administrations. However, "global geopark" application could not be made due to the lack of "independent budget and management". The current geotourism potential has been introduced to the local administrators with the "Geological Heritage of Ankara in 2018" workshop. This has been inspiring for many graduate studies in the departments of landscape architecture, tourism, geology and geography. The last activity of the association has been the "100 important Geological Heritages of Türkiye" workshop in 2024. Pioneering the national recognition of "cultural geology" is one of JEMİRKO's activities. JEMİRKO will continue its collaborative work on geoheritage, geosites, geoconservation, geoparks and geotourism, with geoscientist both at home and abroad.*

Keywords: *Jemirko, 25th year, Türkiye*

Hamurpet Gölü: Korunması Gereken Önemli Bir Jeosit

Hamurpet Lake as a Significant Geosite

Fuat Şaroğlu (1), İskender Dölek (2)

(1) Jeolojik Mirası Koruma Derneği, Maltepe, Ankara
(2) Muş Alparaslan Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Sosyal Bilgiler Öğretmenliği Bölümü, Muş
(fsaroglu@gmail.com)

Öz

Ender rastlanan, yok olduğunda yerine konamayan ve özelliği nedeniyle gelecek nesillere aktarılması gereken özgün jeolojik öğe jeosit olarak tanımlanmaktadır. Son otuz yılda jeokorumanın nasıl olması gerektiği tartışılmaktadır. Varılan sonuca göre en iyi koruma jeositlerinjeoparklar içinde yer almaları şeklindedir. Jeopark kavramı UNESCO tarafından onaylanması durumunda resmiyet kazanmaktadır. Bu nedenle jeoparkların resmileşmesi için uzun süre geçmektedir. Ancak ortaya çıkarılan/tanımlanan jeositlerin çoğu bu sürede zarar görmektedir.

Ülkemizde jeolojik miras niteliği taşıyan çok sayıda jeosit bulunmaktadır. Tanımlananların çoğu değişik nedenlerle tahrip edilmekte ve yok olmaktadır. Muş ili kuzeyinde çok sayıda jeositin bulunduğu bir jeopark adayı bulunmaktadır. Buradaki jeositlerin arasında doğal özelliklerini korumakta olan Hamurpet Gölü bulunmaktadır. Koruma altına alınmaması durumunda tahrip olma riski ile karşı karşıyadır.

Hamurpet Gölü, Muş ilinin Varto ilçesi sınırları içerisinde yer alır. Büyük ve Küçük Hamurpet adlarıyla anılan iki göl halindedir. Göl, Muş Ovası ile Erzurum-Hınıs ilçe düzlüğünü ayıran D-B uzanımlı ve büyük bir antiklinale karşılık gelen sırtın güney eteğinde yer alır. Bölgede bulunan Pliyosen yaşlı volkano-sedimanter kayalar, Doğu Anadolu neotektoniğini yöneten sıkışmalı deformasyondan etkilenmiş ve lav akıntıları dahi kıvrımlanmış ve faylanmıştır. Pliyosen yaşlı bu birime ait bazalt-andezit(?) niteliğinde olan lavlar yukarıda tanımlanan büyük antiklinalin güneyinde kıvrımlanmış ve senklinale yorumlanacak bir çanak içinde göller yerleşmiştir.

Büyük Hamurpet Gölü, deniz seviyesinden yaklaşık 2149 m yüksekliktedir. Derinliği ise 21 m'dir. Çevresi yaklaşık 19,24 km, alanı da 11,31 km^2'dir. Küçük Hamurpet Gölü'nün çevresi 5,7 km alanı ise 1,6 km^2'dir. Hamurpet Gölü kaynak suları ve eriyen kar suları ile beslenir. Su seviyesi yıl boyu fazla değişmemektedir. Büyük Hamurpet Gölü'nün suları kışın donmaktadır. Göl fazla sularını İskender Deresi'ne boşaltmaktadır. Kışın donan göl suları seyre değer güzellik sunmaktadır. Bu mevsimde buzu kırarak balık avcılığı yapılmaktadır. Gölde yöreye özgü fakat henüz tam olarak tanımlanmamış kuş ve balıklar bulunmaktadır. Yerel tarihçi Turhan Sur'a göre göle yapılan dalışta gölün tabanında zıvana sistemiyle yapılmış ev kalıntıları ve büyük olasılıkla Urartulara ait olan şehir yapısına uygun taş duvar tespit edilmiştir.

Yukarıda tanımlanan özellikleri nedeniyle korunması gereken bir jeosit olan Hamurpet Gölü son zamanlarda doğal özelliklerini bozacak risklerle karşı karşıyadır. Gölde üretilen tatlı su kerevitleri, yaban hayvan avcıları, ziyaretçi kirletmeleri bu risklere örnektir. Bu nedenle bir an evvel gölün koruma altına alınması gerekir. En iyi koruma UNESCO etkinliğindeki jeopark şeklindeki korumadır. Görünen o ki bu tip örgütlenme yakın bir zamanda ve tahribi koruyacak şekilde olmayacaktır. Bir öneri olarak jeositlerin arkeolojik sitlerin korunması statüsüne alınmasıdır. Bu öneri yasal düzenleme ile gerçekleşebilir.

Anahtar Kelimeler: Hamurpet Gölü, jeosit, Doğu Anadolu

Abstract

A geosite can be defined as a unique geological element that is rare, cannot be replaced when lost, and must be passed on to future generations due to its characteristics. In the last thirty years, it has been discussed how geoconservation should be. According to the conclusion reached, the best protection is for geosites to be included in geoparks. The concept of a geopark becomes official if it is approved by UNESCO. Therefore, it takes a long time for geoparks to become official. However, most of the geosites that are discovered/ identified are damaged during this period.

There are many geosites that have the quality of geological heritage in Türkiye. Most of the identified ones are being destroyed and lost for various reasons. There is a geopark candidate in the north of Muş province where there are many geosites. Among those geositesthere is Hamurpet Lake, which preserves its natural features. If it is not protected, it is at risk of vanishing.

Hamurpet Lake is located within the borders of the Varto district of Muş province. It is in the form of two lakes called Big and Small Hamurpet. The lake is located on the southern part of the ridge corresponding to a large anticline extending in the E-W direction separating the Muş Plain from the Erzurum-Hınıs district plain. The Pliocene volcano-sedimentary rocks in the region were affected by the compressional deformation that governed the neotectonics of Eastern Anatolia, and even the lava flows were folded and faulted. The basalt-andesite(?) lavas belonging to this Pliocene-aged unit were folded to the south of the large anticline defined above, and lakes are located in a basin that can be interpreted as a syncline.

Büyük Hamurpet Lake is approximately at an altitude of 2149 m. Its depth is 21 m. Its circumference is approximately 19.24 km, and its area is 11.31 km^2. The circumference of Küçük Hamurpet Lake is 5.7 km, and its area is 1.6 km^2. Hamurpet Lake is fed by spring waters and melting snow waters. The water level does not change much throughout the year. The waters of Büyük Hamurpet Lake freeze in winter. The lake discharges its excess water into İskender stream. The lake waters that freeze in winter offer a beauty worth seeing. Fishing is done by breaking the ice in this season. There are birds and fish in the lakethat are specific to the region but have not yet been fully identified. According to local historian Turhan Sur, during the dive into the lake, ruins of houses built with a mortise system and a stone wall suitable for a city structure that most likely belongs to the Urartians were detected at the bottom of the lake.

Due to the features described above, Hamurpet Lake, which is a geosite that needs to be protected, has recently been facing risks that will disrupt its natural features. Freshwater crayfish produced in the lake, wild animal hunters, and pollution by visitors are examples of these risks. For this reason, the lake needs to be protected as soon as possible. The best protection is the protection in the form of a geopark under UNESCO activity. It seems that this type of organization will not be in the near future and will not be in a way that will protect the destruction. One suggestion is to include geosites in the status of archaeological sites. This suggestion can be realized with a legal regulation.

Keywords: *Lake Hamurpet, geosite, East Anatolia*

Kültürel Miras Yapılarından Biri Olan Tarihi Barajlarımız

Historical Dams, One of the Cultural Heritage Structures

Vedat Toprak

Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara
(toprak@metu.edu.tr)

Öz

Tarihsel dönemlerde günümüzde de olduğu gibi, suyun yetersiz olduğu durumlarda, su belirli bir mesafeden taşınarak getirilmiştir. Bu işlem sırasında, su sistemi içinde yeralan yapılar kabaca üç grupta toplanabilir. Birinci tür yapılar suyun sağlandığı ana kaynağındaki göl ya da pınarlardır. Bu alandaki su miktarının yetersiz olduğu yerlerde suyu biriktirmek amacıyla barajlar inşa edilmiştir. İkinci tür yapılar ise toplanan suyun hedef alanına taşınmasını sağlayan kanal, tünel, kemer ya da sifon türü yapılardır. Hedef alanına taşınan suyun kullanımına yönelik üçüncü grup yapılar ise ana havuz, dağıtım şebekesi, sarnıçlar ve sulama sistemlerinden oluşur. Bu çalışmanın konusu, su sisteminin kaynak alanında inşa edilen tarihsel dönem barajların yaygınlığını göstermek ve önemini vurgulamak amacıyla ülkemizdeki tarihsel barajlardan örnekler sunmaktır.

Bu sunumda örnekleri verilen barajlar içinde en eski bilinenler Hitit ve Urartu dönem barajlarıdır. Ancak baraj kullanımı sonraki Yunan, Roma ve Osmanlı dönemlerinde de yaygın olarak kullanılmıştır. Barajlar sadece içme ya da sulama suyunun temini için olmayıp taşkınlara karşı bir önlem olarak ta inşa edilmiştir.

Baraj inşasının en önemli nedeni, iklim şartlarını da göz önünde bulundurarak kesintisiz bir su kaynağı sağlamak olmalıdır. Bilinen örnekler üzerinden yapılan topografik değerlendirmeye seçilen baraj yerlerinin yeterli büyüklükte bir su toplama havzasına sahip olduğu ancak pınarlarla beslenen barajlarda toplama havzasının küçük olduğu gözlenmiştir. Bazı tarihsel barajların üstüne ya da yakınına yeni barajlar inşa edilmesi, yer seçiminin doğruluğunun bir göstergesidir. Baraj inşa teknikleri günümüzdekilerle benzerlikler sunmaktadır. Barajların çoğunda dolu-savaklar günümüze kadar korunmuştur. Barajın birinde, gövdenin iç kesiminde kullanılan geçirimsiz killi dolgu malzeme jeofizik yöntemlerle saptanmıştır.

Doğal ya da yapay birçok nedenle devre dışı kalan tarihsel barajların çoğunun günümüzde dolgu malzemesinin altında gömülü olduğu sanılmaktadır. Kültürel mirasımızın önemli yapılarından biri olan bu barajların belirli yöntemler uygulandığında saptanmaları mümkündür.

Anahtar Kelimeler: Kültürel miras, tarihsel barajlar

Abstract

Water was transported from a certain distance in the historical times in case of insufficiency. The structures within the water system can be roughly grouped into three groups in this process. The first type of structures are lakes or springs at the main source of water. If amount of water in the area is insufficient, dams have been built to accumulate water. The second type of structures are channels, tunnels, aqueducts or siphons that allow the collected water to be transported to the target area. The third group of structures for the use of water transported to the target area consists of the main pool, distribution channels, cisterns and irrigation systems. The purpose of this study is to present examples of historical dams in our country in order to show the common use of historical dams built in the source area of the water system and to emphasize their importance.

The oldest known examples of historical dams illustrated in this study belong to the Hittite and Urartian periods. However, the use of dams was also widely used in the later Greek, Roman and Ottoman periods. Dams were built not only for the supply of drinking or irrigation water, but also as a precaution against floods.

The most significant reason for dam construction should be to provide an uninterrupted water supply considering the climatic conditions in the region. Based on the topographic evaluation of the investigated dam sites it is interpreted that most dams have a sufficiently large catchment area, however, the catchment area was small in dams fed by springs. The construction of new dams just above or near some historical dams is an indicator of the accurate site selection. Dam construction techniques are similar to those of today. Spillways in most dams have been preserved until today. In one of the dams, the impermeable clayey fill material used in the inner part of the body was determined by geophysical methods.

Most of the historical dams that are damaged by natural or artificial reasons are buried under the recent filling material. It is possible to detect these cultural heritage structures if certain methods are properly applied.

Keywords: *Cultural heritage, historical dams*

Türkiye'nin En Önemli 100 Jeositi Listesinden Bir Alan: Hazro Antiklinali

A Site on the List of Turkiye's 100 Most Important Geosites: Hazro Anticlinal

Derya Sinanoğlu (1), İsmail Bahtiyar (2), Nazire Özgen-Erdem (3)

(1)Batman Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Petrol ve Doğalgaz Mühendisliği Bölümü, Batman
(2)Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı, Ankara
(3)Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Bölümü, Sivas
(derya.sinanoglu@batman.edu.tr)

Öz

Hazro Antiklinali, Diyarbakır ili Hazro ilçe merkezinden itibaren kuzeybatı-güneydoğu yönde uzanır. Antiklinal, 3000 metre üzerinde atıma sahip Hazro ters fayı etkisinde oluşmuştur. Antiklinal üzerinde, Arap kıtasına ait Siluriyen'den günümüze kadar uzanan otokton birimlerin yanında, Kretase Allokton birimleri de yüzlek vermektedir. Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve Arap kıtası üzerinde en önemli petrol kaynak kaya seviyelerini içeren Dadaş Formasyonu ile bu birimin deltayik fasiyeslerini içeren Hazro Formasyonu'nun petrollü kumtaşları antiklinalde gözlenebilmektedir. Antiklinal, bu özellikleri ile 1950'li yıllardan günümüze kadar birçok yerbilimcinin çalışma alanı olmuştur. Bu çalışmalar sonrasında, Dadaş, Kaş ve Gomaniibrik formasyonlarının adlamaları burada yapılmıştır. Hazro Antiklinali, zengin istif stratigrafisi yanında Hersiniyen ve Alpin Orojenik fazlarının izlerini de bünyesinde barındırmaktadır. Her bir orojenik faza ait oluşan uyumsuzluk yüzeyleri, faylar ve bunlara bağlı gelişen çatlak sistemleri alanda gözlenebilmektedir. Hazro Antiklinali'nde gözlemlenen bu veriler ışığında Diyarbakır Baseni içerisinde bu birimleri hedefleyen onlarca kuyu açılmakla beraber petrol ve gaz keşifleri yapılmıştır. Hazro Antiklinali üzerinde söz konusu birimleri daha iyi analiz edebilmek için alınan karotlarla birimlerin stratigrafik ve sedimantolojik özellikleri araştırılmıştır. Hazro Antiklinali üzerinde 1959 yılında açılan Handof-1 kuyusunda Güneydoğu Anadolu bölgesinde ilk doğal gaz keşfi yapılmış, ancak içerdiği yüksek CO_2 oranı nedeniyle terk edilmiştir. Antiklinal güney kenarında bulunan Silvan İlçesi, M.Ö. 77 yılında Asurlar zamanında kurulmuş ve birçok medeniyete de ev sahipliği yapmıştır. Hazro Antiklinali üzerinde antik döneme ait kaya yerleşim alanları da mevcuttur. Ayrıca, tarihi Malabadi köprüsü de, antiklinalin doğu dalımında, Batman Çayı üzerinde yer almaktadır. Hazro Antiklinali, ülkemizin jeolojik hikâyesinin bir parçası olması yanı sıra ekonomik ve kültürel bakımdan da oldukça değerlidir.

Uluslararası Yerbilimleri Birliği (IUGS) tarafından başlatılan "Dünyanın En Önemli 100 Jeositi Listesi" programı ülkelerin jeolojik miras envanterlerini sunmaları açısından önemli bir girişimdir. IGCP 731 projesi kapsamında başlayan ProGEO, IUCN ve UNESCO'nun destek verdiği bu projeye 2024 yılı itibariyle ülkemizden üç alan seçilmiştir. Bundan sonraki süreçlerde aday olabilecek alanları belirlemek ve ayrıca ulusal envanterin ortaya konulması amacıyla Mart 2024 te "Ulusal ve Uluslararası Görünürlük için Türkiye'nin En Önemli 100 Jeolojik Mirası ve Anahtar Jeolojik Alanlarının Belirlenmesi Çalıştayı" gerçekleştirilmiştir. Çalıştayda ülkemizin jeolojik geçmişini ve zengin jeoçeşitliliğini temsil etmesi nedeniyle Hazro Antiklinali Türkiye'nin En Önemli 100 Jeolojik Mirası listesinde 36. sırada yerini almıştır. Bu bildiride Hazro Antiklinali'nde yapılan saha ve laboratuvar gözlemleri ile birlikte jeolojik miras açısından önemine değinilecektir.

Anahtar Kelimeler: Hazro antiklinali, hazro formasyonu, jeolojik miras, petrol

Abstract

Hazro Anticlinal extends in northwest-southeast direction from the Hazro district center of Diyarbakır province. The anticlinal was formed under the influence of Hazro thrust fault with a slip of over 3000 meters. Besides the autochthonous units of the Arabian continent dating from the Silurian to the present day, Cretaceous allochthonous units are also exposed on the anticlinal. The oil included sandstones of the Dadaş Formation, and the oil included sandstones of the Hazro Formation, which contains the deltaic facies of this unit, can be observed on the anticlinal. With these features, the anticlinal has been the field of study of many geoscientists since the 1950s. After these studies, Dadas, Kaş and Gomaniibrik formations were named here. Hazro Anticlinal contains the traces of the Hercynian and Alpine orogenic phases in addition to its rich stratigraphy. The unconformity surfaces, faults and related fracture systems of each orogenic phase can be observed in the area. In the light of these data observed in the Hazro Anticlinal, dozens of wells targeting these units have been drilled and oil and gas discoveries have been made in the Diyarbakır Basin. In order to better analyze these units on the Hazro Anticlinal, stratigraphic and sedimentological characteristics of the units were investigated with the cores taken. The Handof-1 drilled on the Hazro Anticlinal in 1959 was the first natural gas discovery in the Southeastern Anatolia region, but was abandoned due to its high CO_2 content. Silvan district, located on the southern edge of the anticlinal, was founded in 77 b.c. during the Assyrian period and has been home to many civilizations. There are also rock settlements belonging to the ancient period on the Hazro Anticlinal. In addition, the historical Malabadi Bridge is located on the eastern edge of the anticlinal, on the Batman Stream. The Hazro Anticlinal is a part of the geological story of our country, as well as being economically and culturally valuable.

The "World's Top 100 Geological Heritage List" program launched by the International Union of Geological Sciences (IUGS) is an important initiative for countries to present their geological heritage inventories. ProGEO, IUCN and UNESCO supported this project, which started within the scope of the IGCP 731 project, and three sites have been selected from our country in 2024. In March 2024, the "Workshop on Identification of Turkiye's 100 Most Important Geological Heritage Sites and Key Geological Areas for National and International Visibility" was held in order to determine the areas that could be candidates in the following processes and also to reveal the national inventory. In the workshop, Hazro Anticlinal was ranked 36th in the list of Turkiye's 100 Most Important Geological Heritage due to its representation of Turkiye's geological past and rich geodiversity. In this paper, the importance of the Hazro Anticlinal in terms of geological heritage will be discussed together with field and laboratory observations.

Keywords: *Geological heritage, hazro anticlinal, hazro formation, oil*

Jeomitolojinin Esasları ve Türkiye Mitolojik Jeosit (Mitojeosit) Envanterine Giriş

Principles of Geomythology and Introduction to inventory of the mythological geosites(Mitogeosites) of Türkiye

Nizamettin Kazancı (1,2), Sonay Boyraz Aslan (2,3)

(1) Ankara Üniversitesi Jeoloji Müh Bölümü, 0790 Gölbaşı, Ankara, Türkiye
(2) Jeolojik Mirası Koruma Derneği, Onur Sk 57/2 06570 Anıttepe, Ankara, Türkiye
(3) MTA Genel Müdürlüğü, Dumlupınar Bulvarı no 11, 06530 Ankara, Türkiye
(nkazanci@ankara.edu.tr)

Öz

Jeomitoloji, mitolojik olaylar, destanlar, masallar ve hikayelerde geçen yer yüzü ve yerbilimlerine konu yerleri ele alarak eski toplumların doğa anlayışını ortaya koymaya çalışan göreceli yeni bir araştırma alanıdır. Kavram ve içerik olarak önerilmesinin üzerinden altmış yıla yakın süre geçmesine karşın son yıllarda ilgi görmeye başlamıştır.

Jeomitoloji, konularını genellikle olayların bilinirliğine göre uluslararası, ulusal, bölgesel ve yerel olarak sınıflamaktadır. Bu husus sürekli tartışma konusudur, çünkü bilinirlik veya tanınırlık görecelidir. Ortadoğu ve özellikle Anadolu, 12000 yıllık yerleşik düzenin kurulduğu ve medeniyetlerin doğduğu yerler olması dolayısıyla, hikayesi olmayan coğrafya parçası neredeyse yoktur. Bu durum, kültürel jeolojinin bir dalı olarak jeomitolojinin sınırlarını iyi belirlemek gerektiğini işaret eder. Ön incelemeler göstermiştir ki, esasları ve sınırları iyi belirlenmiş jeomitoloji, yerbilimlerini toplumların bütün katmanlarına iletebilecek, toplumbilimciler, kültür araştırmacıları, halk bilimcileri ve yerbilimcileri işbirliğine yönlendirebilecek özelliklere sahiptir. JEMİRKO'nun araştırmaları ve envanter çalışmaları devam etmektedir. Bu çalışmada otuz kadar mitojeosit tanıtılacaktır. Nuh Tufanı'ndan Gelin Kayası ve Van Gölü Canavarına kadar değişen mitojeositlerin topluca değerlendirilmesinde, bunların "mitolojik", "tarihsel", "toplumsal" ve "popüler" olarak gruplanabileceği anlaşılmış ve bu sınıflama benimsenmiştir. Üzerinde mitolojik hikâye, masal veya destan olan yerin mitojeosit olabilmesi için alanın "tabiat varlığı" veya "jeolojik miras" olarak kaydedilmesi, anlatılan olay veya hikâyenin de yazılı kaynaklarda bulunması esastır. Bu sınırlamalar olmadığı durumda her yere hikâye yakıştırılacağı için jeomitolojinin bilim dalı olarak ciddiyeti sorgulanır hale gelecektir.

Anahtar Kelimeler: Gelin Kayası, jeomitoloji, mitolojik jeosit, mitojeosit, Nuhun Gemisi,

Abstract

Geomythology is a relatively new research area that explores the natural understanding of ancient societies by examining lands or landscapes mentioned in mythological events, epics, legends, and stories related to geology and earthsciences. Despite being proposed as a concept and field of study nearly sixty years ago, geomythology has only gained significant interest in recent years. It classifies topics as international, national, regional, and local, depending on the prominence of the events. This classification is frequently debated since prominence and recognition are subjective. The Middle East, especially Anatolia, is a regional most devoid of areas without a story, given that it has been the cradle of civilization and settled for 12,000 years. This indicates the need to clearly delineate the boundaries of geomythology as a branch of cultural geology. Preliminary studies have shown that a well-defined geomythology is capable of conveying

earthsciences to all societal layers and encouraging collaboration among sociologists, cultural researchers, folklorists, and geologists. Research and inventory Works by JEMIRKO are ongoing. This study

will introduce thirty geosites ranging from the Noah Flood to the Bridal Rock and Lake Van Monster. Evaluation of these geosites showed that they could be categorized as "mythological," "historical," "social," and "popular," and this classification has been adopted. For description of a location as mythogeosite, it must be recorded as a "natural asset" or "geological heritage" and the relevant narrated event or story must be documented in written sources. Without these limitations, any place could be associated with a story, and the seriousness of geomythology as a scientific field would be questioned.

Keywords: *Bridal rock, geomythology, mythological geosites,*

mythogeosite, Noah arc

Gnammaların Epipaleolitik - Erken Neolitik Uygarlıklar Üzerindeki Etkisi Üzerine Bir Yaklaşım

An Approach to the Impact of Gnammas on Epipalaeolithic - Early Neolithic Civilizations

Ökmen Sümer (1), Mahmut Göktuğ Drahor (2), Necmi Karul (3), Eylem Özdoğan (3)

(1 Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Buca-İzmir/Türkiye
(2) Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Buca-İzmir/Türkiye
(3) İstanbul Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Arkeoloji Bölümü, Tarih Öncesi Arkeolojisi Ana Bilim Dalı, Balabanağa-İstanbul/Türkiye
(okmen.sumer@deu.edu.tr)

Öz

Gnammalar, ince-orta taneli kristalin ve kırıntılı tortul kayaçlarda, çoğunlukla litolojik olarak (faneritik dokulu granitoidler, özellikle K-feldispat açısından zengin granitler, iyi boylanmış tane destekli kumtaşları ve mikritik karbonatlar) gelişen özel jeolojik yapılardır. Bu yapıların ilk modern jeolojik tanımlamaları 19. yüzyılın başlarına dayanmakla birlikte, literatürde kaya havzası, su çukuru, su deliği gibi farklı isimlerle de anılmaktadır. Bu jeolojik yapıların oluşumu litolojik, iklimsel, tektonik ve jeokimyasal süreçlerle doğrudan ilişkilidir. Bunlar esas olarak, düşük eğimli alanlarda yüzeylenen yatay tabakalı ve/veya masif jeolojik birimler üzerinde gelişirler.

Bu sunumda, ilk başta küresel bir perspektifte ele alınan ve daha önce insan eliyle yapıldıkları düşünülen bu eşsiz jeolojik yapıların öncelikle litolojik ve morfojenetik sınıflandırmaları aktarılacaktır. Ayrıca Neolitik Dönemde insanlar tarafından şekillendirilen gnamma örneklerine yer verilecektir. Sonra, dünyada özellikle İngiltere, Avustralya, Levant Bölgesi ve özellikle Taş Tepeler Projesi kapsamındaki arkeolojik yerleşimlerin çevresinde yaygın olarak gözlenen bu jeolojik yapıların özellikleri ortaya konulacaktır. Daha sonra, bu özel jeolojik yapıların dağılım ve yoğunluk özellikleri ile farklı Epipaleolitik – İlk Neolitik arkeolojik alanlarla ilişkileri sunulacaktır.

Bu bağlamda Şanlıurfa ve çevresinden elde edilen arazi gözlemleri ve arkeolojik veriler birleştirilerek, Epipaleolitik – İlk Neolitik toplumlar üzerindeki söz konusu bu jeolojik oluşumların etkisi analiz edilecek ve bu konu bilimsel tartışmaya açılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Gnammalar, Jeolojik Yapılar, Epipaleolitik, İlk Neolitik, Taş Tepeler Projesi

Abstract

Gnammas are special geological structures that develop in the rocks of lithological made up of fine to medium-grained crystalline and clastic rocks (predominantly well-formed phaneritic texture granitoids especially K-feldspar rich granites, well-sorted clast-supported sandstones and micritic carbonates). While the first modern geological descriptions of these structures date back to the early 19th century, also referred to in the literature with different names such as rock-basins, weather pits or water holes. The formation of these geological structures is directly related to lithological, climatic, tectonic and geochemical processes. They mainly develops on horizontally stratified and/or massive geological units, where exposes in low-relief areas.

In this presentation, firstly, lithological and morphogenetic classifications of these unique geological structures, which were previously considered by human-made from a global perspective, will be conveyed. Then, the characteristics of these geological features, which are widely observed around the world, especially in Britain, Australia, the Levant Region, and around archaeological settlements within the Taş Tepeler project, will be presented. Afterward, these special geological structures' distribution and density characteristics and their relationships with different Epipalaeolithic - Early Neolithic archaeological sites will be presented.

In this context, field observations and archaeological data from Urfa and its surroundings will be combined to analyze the human impact of the geological formations in question from the Epipaleolithic—Early Neolithic Civilizations, and this topic will be opened to scientific discussion.

Keywords: *Gnammas, Geological Structures, Epipalaeolithic, Early Neolithic, Taş Tepeler Project*

Turizme Açılmış Mağaraların Jeoturizmin Anlaşılmasındaki Önemi

The Importance of Caves Opened to Tourism in Understanding Geotourism

Yıldırım Güngör (1)

(1) İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Müh.Fak.Jeoloji Müh.Bölümü Büyükçekmece yerleşkesi Hadımköy/İstanbul (yildirim.gungor@iuc.edu.tr)

Öz

Türkiye jeolojik yapısı nedeniyle mağara açısından oldukça zengin bir ülkedir. Görsel olarak zengin, ulaşımı kolay olan bazı mağaralar turizme açılmıştır. Dupnisa, İncesu, Damlataş, Gilindire, Astım, Taşkuyu Gökgöl, Karaca, Ballıca, Altınbeşik ve Dim Mağaraları, turizme açılmış dünya ölçeğinde hem görsel hem de bilimsel öneme sahip mağaralardır. Turizme açılan bir mağara, sürdürülebilir anlamda bulunduğu bölgeye ciddi bir ekonomik katkı sağlayacak bir potansiyele sahiptir. Nitekim bu mağaralarda ekonomik hareketlilik hemen kendini belli etmektedir. Ancak ülkemizde mağaraların turizme açılması mağaranın görselliğinin ziyaretinden öteye gitmemektedir. Ziyaretçiler mağara hakkındaki bilgiyi sadece mağaranın girişindeki bilgilendirme panosunda yazılanlardan almaktadır. Bu bilgiler de genellikle mağaranın yaşı, uzunluğu, yarasa varlığı veya kaç katlı olduğu ile ilgili bilgilerdir. Yani mağaralarda sadece görsel hedefler göz önünde bulundurulmuş, jeoloji/jeomorfoloji ihmal edilmiştir. Oysa ihmal edilen bu konu mağaranın turizme açılmasının ana nedenidir. Yerbilimciler hem yerel yönetimlere, hem kamuya hem de bölge halkına Jeoturizm kavramını anlatmakta zorluk çekmektedirler. Mağara turizmi bu zorluğu aşmanın, jeoturizmin önemini kavratmanın önemli bir ayağıdır. Birçok önemli jeolojik miras öğesi bir yerbilimci açısından çok önemli olsa bile ikinci şahısların ilgisi sadece nezaket icabı olmaktadır. Oysa mağaralar somut olarak fark edilecek bir şekilde ciddi ekonomik katkılar sağlamaktadır ve bu katkılar yerbilimleri sayesinde olmaktadır. Yani yapılan etkinlik bir mağara ziyareti değil tam bir Jeoturizm etkinliğidir. Bir mağaranın içindeki çökellerin nasıl oluştuğu ile ilgili bilgilendirme panolarının konması, mağara girişinin düzenlenip mağara hakkında küçük belgeseller hazırlanması, mağara içinde bulunan tüm mağara çökellerini nasıl oluştuğuyla ilgili bilgiler verilmesi, hem ziyaretçilerin ilgisini arttıracak hem de Jeoturizm kavramının anlaşılmasını sağlayacaktır. Bu bildirinin amacı mağaraların topluma jeoturizmin anlatılmasına nasıl bir katkı sağlayacağını tartışmaya açmaktır.

Anahtar Kelimeler: Jeolojik miras, jeoturizm, mağara turizmi, sürdürülebilir kalkınma

Abstract

Turkey is a very rich country in terms of caves due to its geological structure. Some visually rich, easy-to-reach caves have been opened to tourism. Dupnisa, İncesu, Damlataş, Gilindire, Asthma, Taşkuyu Gökgöl, Karaca, Ballıca, Altınbeşik and Dim Caves are caves that have both visual and scientific importance on a world scale. A cave opened to tourism has the potential to make a serious economic contribution to the region in a sustainable sense. As a matter of fact, economic mobility is immediately evident in these caves. However, the opening of caves to tourism in our country does not go beyond the visual visit of the cave. Visitors get information about the cave only from what is written on the information board at the entrance of the cave. This information is usually about the age of the cave, its length, the presence of bats or the number of storeys. In other words, only visual targets have been taken into consideration and geology/geomorphology has been neglected. However, this neglected subject is the main reason for opening the cave to tourism. Geoscientists have difficulties in explaining the concept of geotourism to local administrations, the public and the people of the region. Cave tourism is an important pillar of overcoming this difficulty and understanding the importance of geotourism. Even if many important geological heritage items are very important for a geoscientist, the interest of second parties is only a courtesy. However, caves provide serious economic contributions in a way to be tangibly recognised and these contributions are thanks to geosciences. In other words, the activity is not a cave visit but a geotourism activity. Preparing information boards about how the sediments in a cave are formed, organising the cave entrance, preparing small documentaries about the cave, giving information about how all the cave sediments in the cave are formed will both increase the interest of the visitors and provide an understanding of the concept of Geotourism.The aim of this paper is to discuss how caves can contribute to the explanation of geotourism to the society.

Keywords: *Geologicalheritage geotourism, cave tourism,, sustainabledevelopment*

Karadağ'ın (Karaman - Orta Anadolu) Volkanik JeoMiras ve Kültürel Miras Potansiyeli

Volcanic Geoheritage and Cultural Heritage Potential of Karadağ, Karaman (Central Anatolia)

Gülin Gençoğlu Korkmaz

Konya Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisligi Bölümü, Konya
ggkorkmaz@ktun.edu.tr

Öz

Kuvaterner yaşlı Karadağ Stratovolkanı, Orta Anadolu'da, Karaman il sınırları içinde yer alan ve yaklaşık 250 km²'lik bir alanı kapsayan genç bir volkanik yapıdır. Hem jeolojik, hem volkanolojik, hem de arkeolojik açıdan büyük bir öneme sahiptir. Karadağ'ın magmatik evrimi, absarokitik, şoşonitik ve banakitik lav serilerinin yanı sıra, adakitik andezit ve dasitik lav domları ile tamamlanan farklı evreleri içerir. Bu petrolojik cesitlilik ve evrelerin, Akşehir Fay Zonu ve Orta Anadolu Fay Zonu gibi doğrultu atımlı fay sistemlerine paralel olarak gelişmesi ve bölgedeki geniş ölçekli doğrultu atımlı faylarla ilişkisi, Karadağ'ın tektonik ve volkanik süreçler açısından kritik bir öneme sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Karadağ, hem jeolojik hem de kültürel miras açısından eşsiz bir alan olup, çevresindeki lav akıntıları ve tüfler, tarihsel olarak bölgede yerleşimlerin yapı malzemesi olarak kullanılmasında önemli bir rol oynamıştır. Bölgedeki antik yerleşimler, Hititler'den Bizans'a kadar geniş bir kültürel yelpazeyi kapsar. Özellikle Mahalaç Tepesi, Değle Ören Yeri ve Kızıldağ gibi alanlar, volkanik jeolojik miras ile iç içe geçmiş arkeolojik kalıntılar barındırır. Bu alanlar, bölgedeki volkanik etkinliğin eski yerleşimlerin kültürel ve dini fonksiyonlarına etkisini anlamak için değerli veriler sunmaktadır. Karadağ'ın volkanik yapıları, arkeolojik kalıntılarla birleşerek bölgenin hem doğal hem de kültürel mirasını simgelemektedir. Hristiyanlık dönemine ait olan Mahalaç Tepesi'ndeki Bizans kalıntıları, Değle Ören Yeri'ndeki kilise ve mezar yapıları, Kızıldağ'daki Hitit dönemi kaya mezarları ve rölyefler, bu bölgenin tarih boyunca dini ve kültürel bir merkez olarak işlev gördüğünü göstermektedir. Bu unsurlar, Karadağ'ın sadece bir jeolojik miras alanı olmanın ötesinde, aynı zamanda bölgesel ve küresel düzeydeki arkeolojik, kültürel ve bilimsel çalışmalara katkı sağlayacak önemli bir kaynak oluşturduğunu ortaya koymaktadır.

Bu çalışmada, Karadağ Stratovolkanı'nın volkanik ve kültürel miras potansiyelinin, bölgedeki jeolojik ve arkeolojik süreçlerle olan ilişkisi ele alınmakta ve bu zenginliğin korunması, bilimsel araştırmaların yanı sıra, jeoturizm ve kültürel miras alanlarındaki sürdürülebilirlik çalışmalarına nasıl katkı sağlayabileceği tartışılmaktadır. Karadağ, hem volkanik süreçlerin hem de insanlık tarihinin izlerini taşıyan bir volkanik jeolojik miras alanı olarak korunması gereken eşsiz bir doğa ve kültür mirası olarak önem arz etmektedir.

Anahtar kelimeler: Absarokitik, Adakitik, Arkeolojik, Karadag, Stratovolkan, Volkanik jeomiras

Abstract

The Quaternary-aged Karadağ Stratovolcano, located within the Karaman province in Central Anatolia, covers an area of approximately 250 km² and is a young volcanic structure of significant geological, volcanological, and archaeological importance. The magmatic evolution of Karadağ encompasses various phases, including absarokitic, shoshonitic, and banakitic lava series, as well as the final phases of adakitic and dacitic lava domes. This petrographic diversity and the development of these phases in parallel with the strike-slip fault systems, such as the Akşehir Fault Zone and the Central Anatolia Fault Zone, as well as their interaction with large-scale strike-slip faults in the region, highlight the critical tectonic and volcanic significance of Karadağ.

Karadağ is not only unique in terms of its geological significance but also serves as a crucial cultural heritage site. The surrounding lava flows and tuffs have historically played an important role in the construction of settlements in the region. The ancient settlements in the area span a wide cultural range, from the Hittites to the Byzantines. Particularly, sites such as Mahalaç Hill, Değle Mound, and Kızıldağ are home to archaeological remains intertwined with volcanic geological heritage. These sites offer valuable data for understanding the impact of volcanic activity on the cultural and religious functions of ancient settlements. The volcanic structures of Karadağ, combined with archaeological remnants, represent the region's natural and cultural heritage. The Byzantine ruins at Mahalaç Hill, the church and tomb structures at Değle Mound, and the Hittite-era rock tombs and reliefs at Kızıldağ demonstrate that the region has functioned as a religious and cultural center throughout history. These elements underscore Karadağ's role not only as a geological heritage site but also as a valuable source for archaeological, cultural, and scientific research on both regional and global levels.

This study explores the volcanic and cultural heritage potential of the Karadağ Stratovolcano, examining its relationship with the geological and archaeological processes in the region. It discusses how the preservation of this richness can contribute to scientific research, as well as to sustainability efforts in geotourism and cultural heritage sectors. Karadağ stands as a unique natural and cultural heritage site that needs to be preserved as a volcanic geological heritage area bearing the traces of both volcanic processes and human history.

Keywords:*Absarokitic, Adakitic, Archaeological, Karadağ, Stratovolcano, Volcanic GeoHeritage*

Karaman ve Jeoturizm

Karaman and Geotourism

Tahir Emre (1) Yeşim Büyükmeriç (2)

(1) Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İzmir (Emekli)
(2) Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Zonguldak, (tahiremre35@gmail.com)

Öz

Karaman, coğrafik olarak Orta Torosların İç Anadolu Platosu'na açılan kuzey yamaçları ile Konya Ovası'nın güneyinde yer alır. Erken Kretase'de, şu anda Anadolu'yu oluşturan alan Neo-Tetis Okyanusu'nun kuzey kolu tarafından kaplıydı. Bu okyanusun güneyinde Anadolu - Toros kuşağı, kuzeyinde Karadeniz Kıyı Dağları, içerisinde adalar şeklinde farklı jeolojik özellikte kara parçaları bulunmaktaydı. Milyonlarca yıl süren (Oligosen) kapanma sürecinin son dönemlerinde hem okyanus kenarındaki ve içindeki yaşlı kara parçaları hem de halen çökelmekte olan tüm kaya toplulukları bir araya gelerek kenet kuşakları boyunca birleşmiş, tek bir kara parçası olarak Anadolu'yu oluşmuştur. Bugün Karaman ve çevresinde jeolojik temeli Yeni Tetis'e ait karbonat kayaları ve ofiyolitili melanj kayaları oluşturur. Karaman'ın jeolojik macerası Serravaliyen'den itibaren yepyeni bir süreçle devam etmiştir. Bu dönemde hem eski Akdeniz Torosların içine kadar gelerek Karaman'da sıcak, subtropik bir denizin var olmasına neden olmuş, hem de tektonik sıkışmanın devam etmesiyle bölge yükselmeye devam etmiştir. Bu denizin Tortoniyen'den sonra çekilmesiyle günümüz Konya Kapalı Havzasında yer alan Eski Konya Gölü oluşmuştur (Pliyosen-Pleistosen). Karaman il sınırlar içinde jeolojik temeli Miyosen yaşlı denizel tortullar açısal uyumsuzlukla üstler. Bunların da üzerinde uyumsuzlukla Pliyosen-Pleistosen yaşlı gölsel çökeller, Geç Pliyosen Erken Pleistosen yaşlı Karadağ Volkanitleri ve Holosen yaşlı akarsu çökelleri yer alır. Günümüzde de devam etmekte olan tektonik ve jeomorfolojik süreçlerde oluşan mağara, kanyon ve fosil açısından zengin oluşumlar da dâhil olmak üzere bölgenin benzersiz jeolojisini şekillendirir. Bu benzersiz coğrafya, çeşitli ekosistemler içindeki endemik taksonlar için yaşam alanları sağlamıştır. Karaman, insan kültürü için önemli bir öneme sahiptir. Son araştırmalar, Taşkale ve Berendi yakınlarında yaklaşık 300 bin yıl öncesine ait Paleolitik taş aletleri ortaya çıkardı. Yaklaşık 8 bin-10 bin yıl önceki Neolitik döneme ait bulgular, ilk yerleşimcilerin barınak ve depolama için bölgenin benzersiz jeolojik oluşumlarını kullandığını göstermektedir. Dikkat çekici bir şekilde, Çatalhöyük gibi Neolitik arkeolojik alanlarda bulunan fosil yumuşakçalar, ilk «fosil toplayıcılarının» Karaman ve çevresinde yaşadığını düşündürmektedir. Tarih boyunca, antik metinlerde Laranda/Lykaonia/ *Laravanda*/*Lalanda* olarak bilinen Karaman, Hititlerden Osmanlı İmparatorluğuna kadar tüm medeniyetlere ev sahipliği yapan bir ticaret, kültür ve din merkeziydi. Karaman'ın geniş jeo-mirasları, potansiyel bir UNESCO Jeoparkı için çok önemli değerlerdir. Bu bağlamda sürdürülebilir turizmi geliştirerek, eğitimi ve kırsal kalkınmayı teşvik ederek, Karaman uluslararası bir jeoturizm bölgesi haline getirebilir.

Anahtar Kelimeler: Coğrafik alan yönetimi, jeomiras, jeoturizm, Karaman jeoparkı.

Abstract

Geological and Cultural Heritage of Karaman: A Potential UNESCO Geopark. Karaman is geographically located on the northern slopes of the Central Taurus Mountains, opening onto the Central Anatolian Plateau, and to the south of the Konya Plain. During the Early Cretaceous, the area that now forms Anatolia was covered by the northern branch of the Neo-Tethys Ocean. South of this ocean lay the Anatolian-Tauride belt, while the Black Sea Coastal Mountains were situated to the north. Within the ocean, there were various landmasses with distinct geological characteristics, appearing as islands. In the final stages of a closure process that lasted millions of years (Oligocene), both the older land fragments at the edges and within the ocean, as well as the ongoing sedimentary deposits, merged along suture zones, ultimately forming a single landmass—Anatolia. Today, the geological foundation of Karaman and its surroundings consists of carbonate rocks from the Neo-Tethys and ophiolitic mélange formations. Karaman's geological journey took a new turn from the Aquitanian-Serravallian period onwards. During this time, the ancient Mediterranean extended into the Taurus Mountains, creating a warm, subtropical sea in Karaman. Simultaneously, continued tectonic compression led to the further uplift of the region. As this sea retreated after the Tortonian period (Late Pleistocene), the ancient Konya Lake, situated in the present-day Konya Closed Basin, was formed (Pliocene-Pleistocene). Within the borders of Karaman, the geological foundation is overlain by Miocene-Pliocene-aged marine sediments with angular unconformity. Above these, lake deposits from the Late Pliocene-Early Pleistocene, the Karadağ Volcanics of the same period, and Holocene river sediments are found in parallel unconformity. The region's unique geology is continually shaped by ongoing tectonic and geomorphological processes, forming caves, canyons, and fossil-rich deposits. These distinctive landscapes have provided habitats for endemic taxa across various ecosystems. Karaman holds great significance for human culture. Recent studies have uncovered Paleolithic Stone tools dating back approximately 300,000 years near Taşkale and Berendi. Findings from the Neolithic period, about 8,000–10,000 years ago, suggest that early settlers utilized the region's unique geological formations for shelter and storage. Remarkably, fossil mollusks discovered at Neolithic archaeological sites such as Çatalhöyük indicate that the first "fossil collectors" may have lived in and around Karaman. Throughout history, Karaman, known in ancient texts as Laranda, Lykaonia, Laravanda, or Lalanda, has been a center of trade, culture, and religion, hosting civilizations from the Hittites to the Ottoman Empire. The extensive geo-heritage of Karaman holds significant potential for a UNESCO Geopark designation. In this context, it can promote sustainable tourism, enhance education, and foster rural development, positioning Karaman as an international symbol of geotourism.

***Keywords**: Geographic area management, geoheritage, geoturism, Karaman geopark*

Doğa Okuryazarlığının Gelişmesinde Orman Parklarının Rolü: Eskişehir OGM-Kayaç Parkı Örneği

The Role of Forest Parks in Enhancing Nature Literacy: A Case Study of OGM-Kayaç Park (Eskişehir)

Nejat Çelik

OGM-Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsü Müdürlüğü/Eskişehir
(nejatcelik@ogm.gov.tr)

Öz

Doğal yaşam alanları ve biyolojik zenginlikler bir bölgenin kimliğini oluşturmada temel teşkil etmektedir. Ülkemizin biyoçeşitlilik bakımından çok zengin olduğu bilinmektedir. Sadece Flora ve fauna açısından değil, ayrıca litoloji açısından da zengin doğal bir müze ve laboratuvar niteliği taşıyan ülkemizde doğa eğitimi farkındalık ve bilinç oluşturma açısından önem arz etmektedir. Bu da bizlere ülkemizin kayaçlarını daha iyi bilmemiz, öğrenmemiz ve korumamız açısından sorumluluk yüklemektedir. Ülkemizin sahip olduğu kültürel ve doğal mirasımızın sürdürülebilir kullanımı açısından gelecek kuşaklara aktarımı için OGM-Kayaç Parkı (Eskişehir) bu farkındalığı yaratmayı amaçlamak için kurulmuştur (2017). Park, halkımızın kayaçları yakından tanımalarını sağlamakta, ülkemizin litolojik zenginliklerini ve kullanım alanlarını tanıtmayı amaçlamaktadır. Parkta, bu konularda öğrencilere ve öğretmenlere günübirlik eğitimler verilmektedir. Park etkinlikleri kapsamında kayaçları tanıma (deney vb) ve kullanım alanları ile ilgili etkinlikler, fotoğraf çekimi vb. konularda rehber eşliğinde eğitim çalışmaları gerçekleştirilmektedir. Gerçekleştirilen etkinliklerle kayaçları tanıma konularında halkımızın ve özellikle de öğrencilerin bilinçlenmesi, doğal yaşamını korumak amacıyla toplumda taşları tanıma kültürü ve sevgisinin arttırılması hedeflenmektedir.

Günümüzde çevre sorunlarına karşı toplumsal duyarlılıkla birlikte doğru bilgi kaynaklarına ulaşımın önemi hızla artmaktadır. Toplumların çevre ve özelde kayaç okuryazarlığının arttırılması için çalışmalar yürütülmektedir (Örneğin; "Eko Okul" vb). Eskişehir OGM Kayaç Parkı, ülkemizde kayaç (litoloji) okuryazarlığın gelişmesi ve sürdürülebilir kalkınmanın gerçekleştirilmesi için yürütülen farkındalık ve bilgilendirme faaliyetlerine iyi bir örnek oluşturmaktadır.

OGM-Kayaç Parkında kuruluşundan (2017), günümüze kadar (2024 yılı sonu), geçen 8 yılda, toplam 8 bin civarındaki başta öğrenciler (150'yi aşkın sınıf) olmak üzere ziyaretçi, parkta kayaçları yakından tanıma fırsatı bulmuşlardır. En fazla ziyaret yıl olarak; 2019 yılında ve Ay olarak; Ekim aylarında olmaktadır. Bunda da en büyük sebep, 4. Sınıf Fen Bilgisi kitaplarında Madenlerimiz konusu işlenirken, Kaynakça kısmında OGM-Kayaç Parkına ziyaret edilmesinin tavsiye edilmesi olduğu düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kayaç okuryazarlığı, litolojik çeşitlilik, çevre sorunları, farkındalık faaliyetleri.

Abstract

Natural habitats and biological diversity form the foundation of a region's identity. It is well-known that Türkiye is very rich in terms of biodiversity. Beyond its flora and fauna, our country also serves as a natural museum and laboratory due to its lithological richness. In this context, nature education plays a crucial role in raising awareness and consciousness. This imposes a responsibility on us to better understand, learn about, and protect the rocks of our country. OGM-Kayaç Park was established in Eskişehir in 2017 with the aim of raising awareness for the sustainable use and transfer of our country's cultural and natural heritage to future generations. The park enables the public to closely explore rocks and aims to showcase the lithological richness of our country and their areas of use. In the park, daily educational programs are provided for students and teachers on these topics. As part of the park's activities, guided educational sessions are conducted on recognizing rocks (experiments, etc.), their areas of application, photography, and similar subjects. Through these activities, the aim is to raise awareness among the public, particularly students, about identifying rocks, fostering a culture of appreciation and understanding of rocks in society, and promoting their conservation as part of protecting natural life.

Today, with increasing societal sensitivity toward environmental issues, the importance of access to accurate information sources is rapidly growing. Efforts are being made to enhance environmental literacy, particularly focusing on rock literacy (e.g., "Eco-Schools" programs). Eskişehir OGM Kayaç Park serves as an excellent example of awareness and educational initiatives carried out in our country to develop rock (lithology) literacy and achieve sustainable development.

Since its establishment in 2017 until the end of 2024, OGM-Kayaç Park has welcomed approximately 8,000 visitors, primarily students (from over 150 classes), providing them with the opportunity to closely explore rocks. The year with the highest number of visitors was 2019, while October consistently sees the largest number of visitors each year. This is believed to be largely due to the recommendation in 4th-grade Science textbooks, under the "Our Minerals" topic, which suggests visiting OGM-Kayaç Park as a reference.

Keywords: *Rock literacy, lithological diversity, environmental issues, awareness activities.*

Çin ve Vietnam Jeoparklarında (Shilin Taş Ormanı - Yunnan ve Dong Van, Ha Long) Ziyaretçi Yönetimi ve Jeoturizm

Visitor Management and Geotourism in China and Vietnam Geoparks (Shilin Stone Forest - Yunnan and Dong Van, Ha Long)

İ. Sönmez Sayılı

Fe-Ni Madencilik Ltd. Şti, Ankara
(isonsay06@gmail.com)

Öz

Güneydoğu Asya'da; Çin, Vietnam, Papau Yeni Gine ve Filipinler'i içine alan geniş bir bölgedeki karstik yapılarda olağanüstü formlar ve mağaralar yer almaktadır. Bunların bir kısmı bölge ülkeleri tarafından korunmakta ve jeoturizm yolu ile yerel kalkınmada kullanılmaktadır. Burada Çin'e ait bir (Shilin Taş ormanı) ve Vietnam'a ait iki (Dong Van ve Ha Long) jeopark karstik özellikleri ve jeoturizm boyutu ile tanıtılmaktadır.

Çin-Shilin Jeoparkı ilk kez Eski Çin şairlerinden Qu Yuan tarafından M.Ö 300 yılı civarında yazılan "Cennete Sor" şiirinde tanımlanmıştır. Daha sonra 14., 17., 19. ve 20. yy'larda kendinden söz ettirmiş ve son olarak 1931 yılında Yunnan Eyalet valisi Long Yun tarafından Shi-Lin (Taş Orman) parkı adını almıştır. 1982 yılında Çin Ulusal Parkı olmuş ve 2007 yılında da UNESCO Jeopark listesine girmiştir.

Shilin Taş Ormanı uzun ve karmaşık bir jeolojik evrime sahiptir. Taş Ormanı, Orta Permiyen'in geç evresinden (270 milyon yıl önce) günümüze kadar çok fazlı bir evrim geçirmiştir. Yaklaşık 260 milyon yıl önce geç Permiyen'in bazaltik lavları ve yaklaşık 60 milyon yıl önce de Paleojen'deki göl tortulları tarafından örtülmüş ve iki kez de tektonik yükselmeyle görünür hale gelmiştir. Parkta neredeyse tamamen kule tipi karstlar (Fenglin) bulunmaktadır. Bunlar genel olarak yükseklik ve renk bakımından da farklılar gösteren bireysel sütunlar, keskin zirveler, büyük başlı mantarlar biçimlerindedir. Bu park esas olarak toprak altı erozyonundan kaynaklanan subtropikal bir kıtasal platoda oluşmuştur. Öte yandan Vietnam'ın Ha Long körfezindeki Fenglin'ler ise deniz ortamı içinde yükselen ve ada ve adacıkları oluşturan devasa karst kütleleridir.

Çin ve Vietnam'daki bu alanlar jeopark ilan edildikten sonra yoğun ziyaretçi almaktadır. Buradaki hassas nokta jeoturizm odaklı alan yönetimidir. Başarılı ziyaretçi yönetimine etkili görsellerle ve medya tanıtımı ile başlanmıştır. Bu alanlar açık hava jeoloji müzeleri, doğal sanat galerileri olup ve bu tür jeolojik oluşumları ziyaretçilere en iyi şekilde anlatırlar.

Anahtar Kelimeler: Çin, jeopark, jeoturizm, karstik yapılar, Taş Orman, Vietnam.

Abstract

In Southeast Asia; there are extraordinary forms and caves in karst structures in a wide region covering China, Vietnam, Papau New Guinea and the Philippines. Some of these are protected by the countries in the region and used in local development through geotourism. Here, one geopark belonging to China (Shilin Stone Forest) and two geoparks belonging to Vietnam (Dong Van and Ha Long) are introduced with their karst features and geotourism aspects.

The China-Shilin Geopark was first described by Qu Yuan, one of the ancient Chinese poets, in the poem "Ask Heaven" written around 300 BC. After being cited in the 14th, 17th, 19th and 20th centuries, in 1931, by Long Yun, the governor of Yunnan Province named it as Shi-Lin (Stone Forest) park. It became a Chinese National Park in 1982 and registered in the UNESCO Geopark list in 2007.

Shilin Stone Forest has a long and complex geological evolution. It has undergone a multi-phase evolution from the late Middle Permian (270 million years ago) to the present. It was covered by the basaltic lava of the late Permian about 260 million years ago and by the lake sediments of the Paleogene about 60 million years ago, and became visible twice by tectonic uplift. The park is almost entirely composed of tower-type karsts (Fenglin). These are generally in the form of individual columns, sharp peaks, and large-headed mushrooms, which also vary in height and color. This park was formed on a subtropical continental plateau caused by subsoil erosion. On the other hand, the Fenglins in Ha Long Bay, Vietnam are huge karst masses rising in the sea environment and forming islands and islets.

These areas in China and Vietnam have received a lot of visitors after being declared geoparks. The sensitive point here is the area management focused on geotourism. Successful visitor management has started with effective visuals and media promotion. They are open-air geological museums, natural art galleries, and provide the best insight into such geological formations to visiting people.

Keywords: *China, geopark, geotourism, karstic structures, Stone Forest, Vietnam.*

75. YIL ÖZEL ŞÜKRAN OTURUMU: PROF. DR. NİZAMETTİN KAZANCI

75th Anniversary Special Thanksgiving Session: Prof. Dr. Nizamettin KAZANCI

Nazire Özgen ERDEM, Atike NAZİK, Alper GÜRBÜZ, Cüneyt ŞEN

Poster Sunumlar/*Poster Presentations*

Geç Pleyistosen'deki İklimsel Değişimlerin Sedimantolojik, Paleontolojik ve Mineralojik Verilerle Yorumlanması: Akarçay Havzası

Interpretation of Climatic Changes in the Late Pleistocene through Sedimentological, Paleontological and Mineralogical Data: the Akarçay Basin

Koray Aktürk (1), Sevinç Kapan (2), Harika Marmara (1)

(1) Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği A.B.D., (100/2000 YÖK Doktora Bursiyeri), Çanakkale

(2) Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Çanakkale (korayakturk.scholar@gmail.com)

Öz

Bu çalışmada, Akarçay Havzası'nın Kuvaterner çökellerinden alınan numunelere ait mineralojik ve paleontolojik veriler; havzanın paleoiklim ve paleoortamsal özelliklerini yorumlamak için vekil olarak kullanılmıştır. Akarçay Havzası'nın içerisinde yer alan Akşehir ile Eber Gölleri'nin civarındaki kumlu çakıl içeren litolojilerde; sığ sularda ve akarsularda yaşayan *Valvata piscinalis* (Müller), *Dreissena iconica* Schütt ve *D. polymorpha* (Pallas) türleri, kil ve silt egemen litolojilerde ise *Dreissena iconica* ve *Laevicaspia caspia* (Eichwald) türleri tanımlanmıştır. Seçilmiş örneklere uygulanan mineralojik analizlerde, kaolinit ve illitin baskın mineraller olduğu saptanmıştır. Sıcak ve yağışlı iklim koşullarını ifade eden kaolinit yüzdesinin arttığı seviyelerde, akarsularda ve tatlı sularda yaşayan *Valvata piscinalis* türlerinin de sayıca bol bulunması bu iklimsel veri ile uyumludur. Kurak iklim koşullarını yansıtan illit, jips ve halit minerallerinin yüzdesinin arttığı seviyelerde, acı sularda yaşayan *Laevicaspia caspia*'ların sayıca artan bolluğu, göldeki su seviyesinin azalıp suyun tuzluluk miktarının artmasından dolayı yükselen sıcaklık ve buharlaşma koşullarını desteklemektedir. Bu dönemler son buzul maksimumdaki, Dansgaard-Oeschger (D/O 9-20) olaylarının sıcak iklimine ve Heinrich olaylarının (H 4-6) soğuk iklim evresine denk gelmektedir.

Bu çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi 4026 ve 4392 numaralı projeler ile desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Akarçay Havzası, kil mineralojisi, Kuvaterner, paleoortam, paleoiklim

Abstract

In this study, mineralogical and paleontological data from samples taken from the Quaternary sediments of the Akarçay Basin were used as proxies to interpret the paleoclimatic and paleoenvironmental characteristics of the basin. In the sandy gravel-rich lithologies around the Akşehir and Eber lakes located in the Akarçay Basin, the species Valvata piscinalis (Müller), Dreissena iconica Schütt, and D. polymorpha (Pallas), which live in shallow water and rivers, were identified. In the clay and silt-dominated lithologies, the species Dreissena iconica and Laevicaspia caspia (Eichwald) were identified.

In the mineralogical analyses applied to the selected samples, kaolinite and illite were found to be the dominant minerals. The increased percentage of kaolinite, which indicates hot and rainy climate conditions, is consistent with the abundant presence of Valvata piscinalis, which lives in rivers and freshwater, at these levels. At levels where the percentage of illite, gypsum, and halite minerals, which reflect arid climate conditions, increases, the growing abundance of Laevicaspia caspia, which lives in brackish water, supports the rising temperature and evaporation conditions caused by the decrease in water level and the increase in salinity in the lake. These periods correspond to the warm climate of the Dansgaard-Oeschger (D/O 9-20) events and the cold climate phase of the Heinrich events (H 4-6) during the last glacial maximum.

This study was supported by the Scientific Research Projects Coordination Unit of Çanakkale Onsekiz Mart University through projects numbered 4026 and 4392.

Keywords: *The Akarçay Basin, clay mineralogy, Quaternary, paleoenvironment, paleoclimate*

ANTROPOSEN VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ OTURUMU

Anthropocene and Climate Change Session

Ezgi Ünal İMER, Koray KOÇ, Mine Sezgül KAYSERİ-ÖZER, Ökmen SÜMER

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

Anadolu'nun Paleoantroposen'i ya da Antroposen'i

Paleoanthropocene or Anthropocene of Anatolia

Ceran Şekeryapan

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 67100, Zonguldak
(ceran.sekeryapan@beun.edu.tr)

Öz

İnsan etkisinin iklim ve çevresel değişimde merkez rol oynadığı bir dönem olmanın ötesinde, jeolojik bir çağ olup olmadığı ve bu dönemin ne zaman başladığı hala tartışma konusu olan Antroposen dönemini açığa çıkarmak için göl sedimanları dünyanın her yerinde iyi bir doğal arşivdir.

Her ne kadar bu dönemi tanımlamak için küresel bir belirteç aranıyor olsa da, tarihteki ilk yerleşim yerlerine ev sahipliği yapan Anadolu, geçmiş insan etkisini ve bunun artan yoğunluğunu doğal arşivlerde izlemek için dünyadaki en önemli yerlerden biridir. Günümüz iklim değişiminden de ilk etkilenecek yerlerdendir. Bu bağlamda, bu sunumumda, daha önce yayınlanmış, Anadolu'nun çeşitli bölgelerinden (Güneydoğu ve İç Anadolu bölgeleri başta olmak üzere) eski ve güncel göllerin Holosen boyunca sediman arşivi kayıtlarından bölgesel olarak Anadolu'da Paleoantroposen ve Antroposen ayrımının yapılıp yapılamayacağını ve böylece bölgesel olarak Antroposen'in izini sürüp süremeyeceğimizi tartışacağım.

Dünyadaki ilk yerleşim yerlerine ev sahipliği yapan Güneydoğu Anadolu ve İç Anadolu bölgelerinde arazi kullanımı ve ötrofikasyona dair en eski antropojenik etkiler Holosen başına kadar tarihlenebilmekte; buna karşın başlangıcı çoğunlukla küresel olarak 20. yy'ın ortaları olarak kabul edilen Antroposen'in paleolimnolojik izleri görülmemektedir (ya veri yok ya da sinyal görülmüyor). Faklı bir yaklaşım olarak, ötrofikasyon ve kuraklık (özellikle alçak ovalardaki göllerde Holosen boyunca insanın aşırı su kullanımına bağlı; yüksek dağ göllerinde ise içinde bulunulan son yy.'daki iklim krizine bağlı olarak) (ve bunların sediman kaydındaki göstergeleri) Anadolu özelinde, Antroposen'i izlemek için kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: Anadolu, Antroposen, Göl sedimanları, Paleoantroposen

Abstract

Lake sediments are a good natural archive around the world to reveal the Anthropocene period, which is still a matter of debate whether it is a geological epoch and when it began, apart from being a period in which human impact played a central role in climate and environmental change.

Although a global marker has been sought to define this period, Anatolia, home to the first settlements in history, is one of the most important places in the world to trace past human impact and its increasing intensity in the natural archives. It is also one of the first places to be affected by today's climate change. In this context, in this presentation, I will discuss whether a distinction can be made between the Paleoanthropocene and the Anthropocene in Anatolia regionally from the previously published ancient and contemporary lake sediment archive records from various regions of Anatolia (especially the Southeast and Central Anatolia regions) during the Holocene, and thus whether we can trace the Anthropocene regionally.

The oldest anthropogenic effects of land use and eutrophication in the Southeastern and Central Anatolia regions, which hosted the first settlements in the world, can be dated back to the beginning of the Holocene; however, paleolimnological traces of the Anthropocene, whose beginning is generally accepted globally as the mid-20th century, are not visible (there are either no data or no signal). As a different approach, eutrophication and drought (due to excessive human water use during the Holocene, especially in the lowland lakes; and due to the climate crisis in the last century in high mountain lakes) (and their proxies in the sediment record) can be used to track the Anthropocene, specifically in Anatolia.

Keywords: *Anatolia, Anthropocene, Lake sediments, Paleoanthropocene*

Holosen'de Anadolu'daki Bölgesel Paleoiklimsel/Paleoortamsal Değişikliklerin Yeniden Yapılandırılması ve Hassas Zaman Çizelgesi Oluşturulması

Reconstruction of the Regional Paleoclimatic/Paleoenvironmental Changes and Establishment of Precise Time Scale for Anatolian Holocene

Nurdan Yavuz (1), Ryuji Tada (2), Korhan Çakır (3), Umut Mert Varol (3), Gültekin Erten (1), Devrim Erşen (1), Çağlar Aslan (3), Toshihiro Tada (2), Kenta Suzuki (2), Katsura Yamada (4), Nurcan Küçükarslan (2), Kota Katsuki (5), Kan Kinoshita (5)

(1) MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, 06530 Ankara-Türkiye
(2) Institute for Geo-Cosmology, Chiba Institute of Technology, Chiba 275-0016 Japan
(3) MTA Genel Müdürlüğü, Şehit Cuma Dağ Tabiat Tarihi Müzesi, 06530 Ankara-Türkiye
(4) Department of Geology, Faculty of Science, Shinshu University, Nagano 390-8621 Japan
(5) Estuary Research Center, Shimane University, Shimane 690-8504 Japan
(nurdan.yavuz@mta.gov.tr)

Öz

Bu sunum, MTA Genel Müdürlüğü-Chiba Teknoloji Enstitüsü (CIT)- Japon Anadolu Arkeoloji Enstitüsü (JIAA) ortaklığında yürütülmekte olan 2025-30-14-04-02 numaralı "Holosen'de Anadolu'daki Bölgesel Paleoiklimsel/Paleoortamsal Değişikliklerin Yeniden Yapılandırılması ve Hassas Zaman Çizelgesi Oluşturulması" başlıklı projenin tanıtımı amacıyla hazırlanmıştır.

Projenin amacı, Holosen Döneminin tamamı için yüksek zaman çözünürlüklü ve yüksek yaş hassasiyetli bir zaman çizelgesi oluşturmak ve Holosen boyunca Anadolu'daki bölgesel ölçekte paleoiklimsel/paleoortamsal değişiklikleri yüksek zamansal çözünürlükle (yıllık bazda) yeniden yapılandırmaktır. Özellikle Holosen boyunca ani iklim/çevre değişiklikleri ile uygarlıkların, ilgili kültür ve teknolojinin ortaya çıkışı, çöküşü ve dönüşümü arasındaki ilişkiyi incelemektir.

Orta Anadolu, uygarlık tarihi boyunca farklı medeniyet ve kültürlerin ortaya çıkışını ve gelişimini sürekli olarak takip edebileceğimiz en iyi yerlerden biridir çünkü uygarlık tarihinin başlangıcından bu yana çeşitli çağlara ait, iyi korunmuş ve iyi çalışılmış pek çok arkeolojik alana sahiptir. Ayrıca Anadolu, son buzul maksimumdan bu yana, ani iklim/çevre değişikliklerini incelemek için ideal bir coğrafyadır çünkü sürekli olarak, kuzey-güney değişimleri Kuvaterner döneminde orta-enlem bölgelerindeki ani iklim değişikliklerinin temel nedeni olarak kabul edilen, subtropikal batı rüzgarları etkisi altında kalmıştır.

Proje kapsamında, Orta Anadolu'da bulunan Nar Gölü (Aksaray-Niğde il sınırında) ve Eski Acıgöl'den (Nevşehir) alınacak karot örnekleri yüksek-çözünürlüklü çoklu belirteç analizleri (palinoloji, diatom, ostrakod, petrografi, sedimantoloji, tane boyu analizi, duraylı izotop analizleri, radyokarbon analizi, ITRAX-µXRF analizi, ICP-MS analizi, XRD analizi) ile incelenecektir. Bu iki göl birbirini tamamlar niteliktedir: Nar Gölü sedimanları, Holosen boyunca laminalı olarak çökelmiştir ancak fosil ve organik madde içeriği çok zengin değildir. Eski Acıgöl sedimanları ise son ~6 bin yılda biyoturbasyona uğradığı için göl çökellerinin üst kısmında laminalanma yoktur ancak daha fazla miktarda fosil ve organik madde içermektedir. Proje kapsamında elde edilecek veriler ile özellikle 11.7, 9.2, 8.2, 4.2, 3.2 ve 2.8 ka gibi ani iklim olayları sırasında paleoiklim ve paleoçevrenin yüksek zaman çözünürlüklü yeniden yapılandırılması gerçekleştirilecektir. Orta Anadolu için oluşturulacak yüksek zaman çözünürlüklü ve yüksek yaş hassasiyetli zaman çizelgesi, aynı zamanda tüm Doğu Akdeniz bölgesi için bir referans çizelge olma niteliği taşıyacaktır.

Anahtar Kelimeler: Çoklu belirteç analizleri, Holosen, Orta Anadolu, paleoiklim, paleoortam, yüksek zaman çözünürlüklü ve yüksek yaş hassasiyetli zaman çizelgesi

Abstract

The purpose of this presentation is to introduce the joint project of General Directorate of Mineral Research and Exploration of Türkiye (MTA)-Chiba Institute of Technology of Japan (CIT)-Japanese Institute of Anatolian Archaeology (JIAA) entitled "Reconstruction of the Regional Paleoclimatic/Paleoenvironmental Changes and Establishment of Precise Time Scale for Anatolian Holocene" (Project Number 2025-30-14-04-02).

The aim of the project is to establish high time-resolution and high age-precision timescale for the entire Holocene and to reconstruct regional-scale paleoclimatic/paleoenvironmental changes in Anatolia with high temporal resolution (up to annual) during the Holocene in order to examine the relationship between abrupt changes in climate and environment and the emergence, collapse, transformation of civilization, culture, and technology in Anatolia throughout the Holocene.

Central Anatolia is one of the best places where we can continuously trace the emergence and development of civilization and culture throughout the history of civilization because there are many well-preserved and well-studied archaeological sites of various ages from the beginning of the civilization history. Anatolia is also an ideal place to study abrupt changes of climate/environment, since the last glacial maximum, because Anatolia has been continuously under the influence of subtropical westerly jet whose north-south shifts are considered as the major cause of abrupt climatic changes in mid-latitude regions during the Quaternary.

The core samples to be taken from Nar Lake (between Aksaray-Niğde) and Eski Acıgöl,(Nevşehir)located in Central Anatolia, will be examined by high-resolution multiproxy analyses (palynology, diatom, ostracod, petrography, sedimentology, grain size analysis,stable isotope analyses, radiocarbon analysis, ITRAX-µXRF analysis, ICP-MS analysis, XRD analysis) in the scope of the project. These two lakes are complimentary because Nar Lake sediments are laminated throughout the Holocene but rather poor in fossils and organic matter, while Eski Acıgöl sediments are bioturbated after ca. 6 ka, but more abundant in fossils and organic matter. High time-resolution reconstruction of paleoclimate and paleoenvironment especially during the time of abrupt climatic changes such as 11.7, 9.2, 8.2, 4.2, 3.2 and 2.8 ka will be conducted with data obtained from the project. High time-resolution and high age-precision timescale to be established for Central Anatolia will also serve as a reference timescale for the entire Eastern Mediterranean region.

Keywords: *Multiproxy analyses, Holocene, Central Anatolia, paleoclimate, paleoenvironment, high time-resolution and high age-precision timescale*

Türkiye Kuvaterner Dönemine Ait Paleovejetasyonal İklim Modellemesi: Samsun Örneği

Paleovegetational Climate Modeling of the Quaternary Period of Türkiye: The Samsun Example

Melisa Şahin (1), Mine Sezgül Kayseri-Özer (1)

(1) Dokuz Eylül Universitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü, 35430 Balçova-İzmir, Türkiye (melisa.s@ogr.deu.edu.tr)

Öz

Kuvaterner döneminde Anadolu'nun karmaşık iklim tarihini ve paleovejetasyondaki değişimi ortaya koyabilmek için çeşitli palinolojik ve paleoiklimsel çalışmalar yapılmıştır. Bu araştırmalar, vejetasyon ile iklim koşulları arasındaki ilişkilerin belirlenmesi için önemli modeller geliştirilmesini sağlamıştır. Paleoiklimsel modelleme yöntemlerinden biri olan modern iklim rekonstrüksiyonu "Birlikte Varoluş Yöntemi" (Coexistence Approach), Avrupa'da ve Anadolu'da sayısal iklim analizlerine zamansal ve mekânsal açıdan katkı sunmaktadır. Bu yöntem, fosil polen ve spor türlerinin günümüzde yaşayan en yakın akrabalarının benzer ekolojik gereksinimlere sahip olduğu varsayımına dayanarak, geçmiş iklim koşullarının belirlenmesinde kritik bir rol üstlenmektedir. Çalışma kapsamında, bu yöntemle Samsun bölgesine ait sayısal iklimsel veriler hesaplanmış ve bölgeye ait paleosıcaklık ile yağış değerlerinin paleovejetasyon değişiklikleriyle birlikte yorumlanması amaçlanmıştır. Ayrıca, çalışma kapsamında, katastrofik düzeye ulaşan küresel iklim olaylarının nicel karşılıkları ilk kez tanımlanarak Samsun bölgesinin iklim profilinin oluşturulması hedeflenmiştir.

Yapılan analizlerde, Türkiye'nin Kuvaterner döneminde coğrafyada etkisini farklı şiddetlerde gösteren küresel iklim olayları (Son Buzul Maksimumu, Geç Buzul Dönemi, Genç Dryas, Dansgaard-Oeschger Olayı (DO)) ve Denizel İzotop Evresi (MIS) dönemleriyle ilişkili olarak analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular, bu iklim olaylarının Samsun paleo-vejetasyonunu ve -iklim koşullarını önemli ölçüde etkilediğini ortaya koymaktadır. Samsun paleoflorası tabanlı iklim profilinde, MIS 4-2 dönemine (GÖ 64-20 bin yılları) karşılık gelen dönemde DO-17.2, 16.c, 15.1, 14.d, 11, 9, 8.c, 6, 5.1, 4 ve 3 salınımlarının yol açtığı interstadyal iklim koşulların etkilerinin varlığını destekler veriler elde edilmiştir. MIS 4 dönemi boyunca gözlenen soğuk iklim koşulları, Pleyistosen Buzullaşması (Würm I) CMT ortalama -4,1 ila 4,6 °C aralığı ile karakterize edilmiştir. MIS 2 dönemine karşılık gelen zon ise yaklaşık GÖ 26-19 bin yılları arasında Son Buzul Maksimumu'na ait görece soğuk iklim koşulları CMT değerleri ortalama 3,0-4,1 °C aralığında tanımlanmıştır.

Sonuç olarak çalışma, küresel iklim olaylarının Anadolu'daki bölgesel etkilerini anlamaya yönelik önemli bir katkı sağlamış, bu olayların Samsun bölgesine ait paleovejetasyonu önemli ölçüde etkilediğine dair bilimsel veriler sunmuş ve bölgenin geçmişteki iklimsel çeşitliliğini detaylandırmıştır.

Bu çalışma 124Y130 nolu TÜBİTAK projesi tarafından desteklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Birlikte Varoluş Yöntemi, Dansgaard Oeschger olayları, İklim profili, Son Buzul Maximumu

Abstract

During the Quaternary period, various palynological and paleoclimatic studies have been conducted to reveal the complex climate history of Anatolia and the changes in paleovegetation. These studies have enabled the development of significant models to determine the relationships between vegetation and climatic conditions. One of the paleoclimatic modeling methods, modern climate reconstruction known as the "Coexistence Approach," contributes temporally and spatially to numerical climate analyses in Europe and Anatolia. This method plays a critical role in determining past climatic conditions based on the assumption that fossil pollen and spore species share similar ecological requirements with their closest modern relatives. Within the scope of this study, numerical climatic data for the Samsun region were calculated using this method, and the aim was to interpret the paleotemperature and precipitation values of the region in conjunction with paleovegetation changes. Additionally, catastrophic global climate events were quantified for the first time, aiming to construct the climate profile of the Samsun region.

The analyses associated Türkiye's Quaternary period with global climate events that varied in intensity across the geography, including the Last Glacial Maximum, Late Glacial Period, Younger Dryas, Dansgaard-Oeschger (DO) Events, and Marine Isotope Stages (MIS). The findings reveal that these climate events significantly influenced the paleo-vegetation and -climatic conditions of Samsun region. In the climate profile based on Samsun's paleoflora, data were obtained supporting the presence of interstadial climate conditions induced by DO oscillations such as 17.2, 16.c, 15.1, 14.d, 11, 9, 8.c, 6, 5.1, 4, and 3 during the MIS 4-2 period (64.000–20.000 years BP). The cold climate conditions observed during the MIS 4 period, characterized by the Pleistocene Glaciation (Würm I), are defined by a CMT (coldest month temperature) range of-4.1 to 4.6 °C. The zone corresponding to the MIS 2 period, approximately between 26.000–19.000 years BP, represents the relatively cold climatic conditions of the Last Glacial Maximum with CMT values averaging 3.0–4.1 °C.

In conclusion, this study provides a significant contribution to understand the regional impacts of global climate events in Anatolia. It offers scientific data demonstrating that these events substantially affected the paleovegetation of the Samsun region and details the climatic diversity of the region in the past.

This study is supported by the TÜBİTAK *project no 124Y130.*

Keywords: *Climate profile, Coexistence Approach, Dansgaard Oeschger events, Last Glacial Maximum*

ANTROPOSEN VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ OTURUMU

Anthropocene and Climate Change Session

Ezgi Ünal İMER, Koray KOÇ, Mine Sezgül KAYSERİ-ÖZER, Ökmen SÜMER

Poster Sunumlar/*Poster Presentations*

Anadolu'da (Afyonkarahisar, Karamık Bataklığı) Holosen Paleovejetasyonuna Ait Sayısal İklim Rekonstrüksiyonu

Numerical Climate Reconstruction of Holocene Paleovegetation in Anatolia (Afyonkarahisar, Karamık Marsh)

Melisa Şahin (1), Mine Sezgül Kayseri-Özer (1)

(1) Dokuz Eylül Universitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü, 35430 Balçova-İzmir, Türkiye (melisa.s@ogr.deu.edu.tr)

Öz

Jeolojik devirlerde meydana gelen iklim değişiklikleri, özellikle buzul hareketleri ve deniz seviyesi değişimleri yoluyla yalnızca dünya coğrafyasını yeniden şekillendirmekle kalmamış, aynı zamanda ekolojik sistemlerde kalıcı dönüşümlere yol açmıştır. Bu bağlamda, geçmiş iklim değişkenliklerinin incelenmesi, mevcut ve gelecekteki iklim eğilimlerini ve bunların insan yaşamı üzerindeki etkilerini öngörmek açısından kritik bir öneme sahiptir. İklim sisteminin dinamiklerini test etmek amacıyla basit modeller, paleoiklim rekonstrüksiyonlarıyla birleştirilmiştir. İklim koşulları ile vejetasyon arasındaki ilişkileri belirlemek ve bu ilişkilerin geçmişten günümüze nasıl değiştiğini analiz etmek için fosil polen ve spor gibi bitki bazlı paleo-çevresel rekonstrüksiyonlar yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu bağlamda, fosil floraya dayalı olarak iklim tahminlerini hesaplayan "Birlikte Varoluş Yaklaşımı" (Coexistence Approach) kullanılmıştır. Söz konusu yaklaşım, analiz edilen iklim değişkenleri için, bir iklim aralığında bir arada bulunabilecek maksimum polen ve spor sayısına dayalı olarak bir arada yaşama aralıklarının belirlenmesine ve böylelikle bölgenin nicel iklim verilerinin elde edilmesine dayanır. Bu yöntemle elde edilen veriler, fosil floranın yaşadığı paleoiklimin en iyi tanımı olarak kabul edilmektedir.

Pilot bölge olarak seçilen Türkiye'nin GB'sinde Afyonkarahisar ili Karamık Bataklığı'nda, bu yöntem temelinde 11 farklı iklim parametresi kullanılarak paleosıcaklık ve yağış verileri hesaplanmıştır. Çalışma kapsamında, GÖ 25 bin yılından günümüze uzanan 6 metrelik bir derinlik boyunca, MAT (ortalama yıllık sıcaklık), CMT (en soğuk ay sıcaklığı) ve MAP (ortalama yıllık yağış) parametreleri kullanılarak Karamık Bataklığı'nın iklim rekonstrüksiyonu gerçekleştirilmiş ve paleoiklimsel koşullar nicel olarak değerlendirilmiştir. Elde edilen iklim profilleri, Son Buzul Çağı'ndan itibaren, bazıları katostrofik düzeylere ulaşan ve Anadolu'da derin etkiler bırakan küresel iklim olaylarını ve iklim salınımlarını nicel olarak tanımlamaktadır. Bu bağlamda, Karamık Bataklığı verilerinde Dangaard-Oeschger Salınımları (DO-2.2 ve DO-1 interstadyal aralıklar), Son Buzul Maksimumu (CMT değeri ortalama 4,9–6,8 °C arasında), Geç Buzul Dönemi (CMT 6,4–4,4 °C arası), soğuk ve kurak koşullarla karakterize edilen Genç Dryas (CMT değeri 5,0 °C), Holosen dönemindeki 4.2 Olayı, Roma Sıcak Periyodu, Orta Çağ İklim Anomalisi ve Küçük Buzul Çağı gibi iklim olaylarının etkileri iklim profilleri üzerinden nicel karşılıklarıyla ilk kez belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Birlikte Varoluş Yaklaşımı, Dansgaard-Oeschger Salınımı, Son Buzul Maksimumu, 4.2 Olayı

Abstract

Climate changes during geological periods, particularly glacial movements and sea-level fluctuations, have not only reshaped the Earth's geography but also caused permanent transformations in ecological systems. In this context, investigating past climate variability is crucial for predicting current and future climate trends and their impacts on human life. To test the dynamics of the climate system, simple models have been integrated with paleoclimate reconstructions. Plant-based paleoenvironmental reconstructions, such as fossil pollen and spores, are widely used to identify the relationships between vegetation and climatic conditions and to interpret how these relationships have changed from the past to the present. In this framework, the "Coexistence Approach," a non-probabilistic method based on matching the climatic requirements of the selected fossil flora's closest living relatives, was employed to estimate paleoclimate. This approach determines coexistence intervals for each analyzed climatic variable, based on the maximum number of pollen and spores that can coexist within a specific climatic range, thereby obtaining quantitative climatic data for the region. The resulting data are considered the best representation of the paleoclimate in which the given fossil flora existed.

As a pilot region, the Karamık Marsh, located in the southwest of Türkiye in Afyonkarahisar Province, was selected, and paleotemperature and precipitation data were calculated based on 11 different climatic parameters using this method. Over a 6-meter depth spanning from 25.000 years BP to the present, the climate reconstruction of the Karamık Marsh was carried out using MAT (mean annual temperature), CMT (coldest month temperature), and MAP (mean annual precipitation) parameters, and paleoclimatic conditions are quantitatively assessed. The climate profiles obtained quantitatively describe global climatic events and fluctuations, some of which reached catastrophic levels and had profound effects on Anatolia, starting from the Last Glacial Period. In this context, the Karamık Marsh records indicate the effects of climatic events such as the Dansgaard-Oeschger oscillations (DO-2.2 and DO-1 interstadial phases), the Last Glacial Maximum (CMT values ranging between 4.9–6.8 °C), the Late Glacial Period (CMT 6.4–4.4 °C), the cold and arid conditions of the Younger Dryas (CMT value of 5.0 °C), the Holocene 4.2 ka event, the Roman Warm Period, the Medieval Climate Anomaly, and the Little Ice Age, with their quantitative counterparts identified on the climate profiles for the first time.

Keywords: *Coexitence Approach, Dansgaard-Oeschger oscillations, Last Glacial Maximum, 4.2 event*

Güneybatı Anadolu'nun (Aydın-Kuşadası ve Söke Çevresi) Pleyistosen-Holosen Paleoiklim ve Paleortamsal değişimlerinin Çoklu Disiplinli Bir Çalışma ile Yeniden Yapılandırılması Projesi

Project of Reconstructing the Pleistocene-Holocene Palaeoclimate and Palaeospatial Changes of Southwestern Anatolia (Aydin-Kuşadası and Söke Regions) with a Multi-disciplinary Study

Mine Sezgül Kayseri-Özer (1), Funda Akgün (2), Banu Bitlis Yiğit (1), Emrah Yalçın Ersoy (2), Ceren Küçükuysal (3), Nazire Özgen Erdem (4), Ezher Tagliasacchi (5), Alaettin Tuncer (6), Bora Uzel (2), Melisa Şahin (1)

(1) Dokuz Eylül Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü, İzmir, Türkiye
(2) Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İzmir, Türkiye
(3) Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Muğla, Türkiye
(4) Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Sivas, Türkiye
(5) Pamukkale Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Denizli, Türkiye
(6) Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye
(sezgul.kayseri@deu.edu.tr)

Öz

Dünyanın oluşumundan beri bir döngü halinde olan iklim ve iklim koşullarında çeşitli nedenlerle meydana gelen değişimleri konu alan çalışmalar çok yaygındır. Jeolojik zamanlarda, paleoiklimsel koşullardaki değişimin nedenleri ve etkileri, gelecekte yaşayacağımız benzeri iklimsel olayları anlamamıza yardımcı olmaktadır. Bu nedenle, özellikle göl, deniz ve mağara çökellerinden sedimantolojik, jeokimyasal, mineralojik ve palinolojik bulgular incelenerek tanımlanan, paleoiklimsel, paleoortamsal, paleovejetasyonel ve gelişmiş bitki örtüsüne insan etkisinin ne olduğuna dair bulgular çok ilgi çekici ve değerlidir.

Bu projenin çalışma alanı Aydın-Kuşadası kıyı şeridi ve Büyük Menderes Grabeni en batı ucunda yer alan Aydın-Söke çevresinde yer almaktadır. Bu alanlardaki tortul istifin, gerek antropolojik kayıtların elde edildiği havzalar ile (örn. Dursunlu) yaklaşık eş yaşlı olması nedeniyle karşılaştırma yapılabilmesine olanak sağlaması, ve gerekse Aydın-Kuşadası ve Söke alanlarına ait farklı disiplinler ile palaeoiklimsel ve paleoekeolojik ilk kayıtların elde edilmesi projenin temel amacını oluşturmaktadır.

Proje kapsamında, paleo-iklim ve -vejetasyon programları kullanılarak Anadolu'nun Pleyistosen-Holosen sürecini kapsayan sayısal paleortamsal veri setine ulaşılacak olması, projenin değerli sonuçlarından birini oluşturmaktadır. Böylece, Anadolu'nun genelinde Pleyistosen-Holosen süreci boyunca gözlenen önemli iklim olaylarının nicel karşılıkları ve şiddetleri hakkında yaklaşımda bulunulmuş olacaktır.

Ayrıca bu projeye özgü olarak, Kuşadası ve çevresine ait volkanoklastikler ve kömür içerikli Kuvaterner yaşlı tortul istiflerde, minerolojik (XRD), sedimantolojik, jeolojik yaş (C_{14} ve 40Ar-39Ar analizi), volkaniklere ait jeokimyasal analiz, duraylı izotop verileri, palinolojik (spor, polen, dinoflagellat) ve paleontolojik (moluska, gastrapod, ostracod) analizler yapılarak, Kuvaterner ve antropolojik kayıtları içine alan döneme ait yüksek çözünürlüklü paleoiklim, paleovejeyasyon ve paleortamsal kayıtların elde edilmesi amaçlanmaktadır. Çalışma alanına ait çoklu disiplinli ayrıntılı paleortam verilerinin elde edilecek olması projenin çıktılarından birini oluşturacaktır.

Bu çalışma 124Y130 nolu TÜBİTAK projesi tarafından desteklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Paleoiklim, Paleortam, Paleovejetasyon, Kıyı-Deniz Çizgisi, Aydın-Kuşadası ve Söke

Abstract

Studies on climate, which has been in a cycle since the formation of the Earth, and the changes in climatic conditions due to various reasons are very common. The reasons and effects of changes in paleoclimatic conditions during geological times help us to understand similar climatic events that we will experience in the future. For this reason, the findings on the human impact on palaeoclimatic, palaeoenvironmental, palaeovegetational and developed vegetation, which are defined by examining sedimentological, geochemical, mineralogical and palynological findings from lake, sea and cave sediments, are very interesting and valuable.

The study area of this project is located along the Aydın-Kuşadası coastline and around Aydın-Söke at the westernmost end of the Büyük Menderes Graben. *The main purpose of the project is to provide a comparison of the sedimentary sequence in these areas with the basins from which anthropological records were obtained (e.g. Dursunlu), and to obtain the first palaeoclimatic and palaeoecological records of the Aydın-Kuşadası and* Söke *areas with different disciplines.*

One of the valuable results of the project is that a quantitative palaeoenvironmental dataset covering the Pliistocene-Holocene period of Anatolia will be obtained by using paleo-climate and -vegetation programmes. Thus, an approach will be made about the quantitative equivalents and severities of the important climate events observed during the Pleistocene-Holocene period in Anatolia.

Also specific to this project, in the volcanoclastics and coal-bearing Quaternary-aged sedimentary sequences of Kuşadası and its surroundings, mineralogical (XRD), sedimentological, geological age (C_{14} and 40Ar-39Ar analysis), geochemical analysis of volcanics, stable isotope data, palynological (spor, pollen, dinoflagellate) and palaeontological (moluska, gastrapod, ostracod) analyses are carried out in order to obtain high-resolution palaeoclimate, palaeovegetation and palaeoenvironmental records for the period including the Quaternary and anthropological records. Obtaining detailed multi-disciplinary palaeoenvironmental data for the study area will be one of the outputs of the project.

This study is supported by the TÜBİTAK *project no 124Y130.*

Keywords: *Aydın-Kuşadası and Söke, Coastal-Sea Line, Paleoclimate, Paleoenvironment, Paleovegetation*

BÖLGESEL JEOLOJİ VE TEKTONİK OTURUMU

Regional Geology and Tectonics Session

Erdin BOZKURT, Abdurrahman DOKUZ, Oğuz Hakan GÖĞÜŞ, Gürol SEYİTOĞLU, Erdinç YİĞİTBAŞ

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

Aral Okay'ın Türkiye Jeolojisine Katkıları III: Trakya Havzası

Contributions of Aral Okay to Geology of Turkey: Thrace Basin

Nilgün Okay

İTÜ Maden Fakültesi Jeoloji Müh Bölümü
(okayn@itu.edu.tr)

Öz

Büyük bir kısmı Türkiye'de yer alan ve kenarları Bulgaristan ve Yunanistan'a kadar uzanan Trakya Havzası, kuzeydoğuda Istranca Masifi, batıda Rodop Masifi ve güneyde Sakarya Zonu arasında yer alan hidrokarbon içeren büyük bir havzadır. Güney Trakya havzası, Kuzey Anadolu Fay Zonu'ndaki jeolojik konumu nedeniyle Kuvaterner döneminde de tektonik ve hidrolojik değişimlerden büyük ölçüde etkilenmiştir. Bu tebliğ ile Aral Okay'ın yaklaşık otuz yıldır çok disiplinli yürüttüğü Trakya ve çevresindeki çalışmalarının bir sentezi yapılmaktadır:

Trakya bölgesi, büyük uyumsuzluklarla ayrılmış kalınlığı 9 km'yi aşan üç sediman paketinden oluşur. Alt-Orta Eosen ve Miyosen-Pliyosen dizileri kuzeybatı Anadolu'nun geri kalanında da yaygındır ve yalnızca Üst Eosen-Oligosen dizisi Trakya Havzası'na özgü olup kuzey Ege adaları Gökçeada, Bozcaada ve Limni'ye kadar uzanır. Trakya Havzası'nın Eosen-Oligosen tortul kayaçları düşük dereceli metamorfik kayaçların üzerinde uyumsuz olarak yer almaktadır. Trakya Havzası'nın yüzeyde incelenebildiği, Kuzey Anadolu Fayı'nın etkisiyle yükselen Ganos Dağı çevresinde distal türbiditlerle başlayıp deltaik şeyllere ve paralik kumtaşlarına kadar uzanan 5 km kalınlığında regresif kırıntılı istif yer alır.

Trakya Havzası'nda elde edilen yeni zirkon U-Pb yaşları ve yeni biyostratigrafik veriler, bu sedimenter dizinin büyük kısmının Oligosen yaşında olduğunu göstermektedir. Yeni paleontolojik veriler de bazal sığ denizel kireçtaşlarının Geç Eosen yaşında olduğunu belirtmektedir. Paleoakıntı verileri, havzanın batı ve orta kesimlerde doğuya doğru, güneyde ise kuzeye doğru bir akışa işaret etmektedir. Buna göre Trakya Havzası'na ait sedimanların batıda Rodop Kompleksi'nden ve güneydeki bir kaynaktan geldiğini göstermektedir. Bu çalışmalarda ortaya konulan zamansal ve mekansal ilişkiler, Rodop Kompleksi ile Trakya Havzası'nın oluşumu arasında genetik bir bağlantı olduğunu düşündürmektedir.

Anahtar Kelimeler: Ganos, Rodop kompleksi, Trakya Havzası, Türbidit, Zirkon yaşları

Abstract

The Thrace Basin, located mainly in Turkey and extending into Bulgaria and Greece, is a large hydrocarbon-bearing basin located between the Istranca Massif in the northeast, the Rhodope Massif in the west and the Sakarya Zone in the south. Due to its geological position on the North Anatolian Fault Zone, the Southern Thrace Basin has been strongly affected by tectonic and hydrological changes during the Quaternary. This paper presents a synthesis of Aral Okay's multidisciplinary work in and around Thrace for nearly three decades:

The Thracian region consists of three sedimentary packages more than 9 km thick, separated by major unconformities. The Lower-Middle Eocene and Miocene-Pliocene sequences are also widespread in the rest of northwestern Anatolia, and only the Upper Eocene-Oligocene sequence is unique to the Thrace Basin, extending to the northern Aegean islands of Imbros, Tenedos, and Limnos. The Eocene-Oligocene sedimentary rocks of the Thrace Basin are unconformably overlain by these low-grade metamorphic rocks in Greece, Bulgaria and Turkey. The sedimentary sequence of the Thrace Basin can be investigated around Mt. Ganos, where a 5 km thick regressive clastic sequence of distal turbidites extending to deltaic shales and paralic sandstones is located.

New zircon U-Pb ages and new biostratigraphic data from the Thrace Basin indicate that most of this sedimentary sequence is Oligocene in age. New paleontological data also indicate that the basal shallow marine limestones are Late Eocene in age. Paleocurrent data indicate an eastward flow in the western and central parts and a northward flow in the south. This suggests that the sediments of the Thrace Basin were derived from the Rhodope Complex in the west and from a source in the south. The temporal and spatial relationships revealed by these studies suggest a genetic link between the Rhodope Complex and the formation of the Thrace Basin.

Keywords: *Ganos, Rhodope Complex, Thrace Basin, Turbidite, Zircon ages*

Doğu Karadeniz Bölgesinde (Trabzon, Rize, Bayburt) Orojenik Çökmeye Bağlı Gelişen Gerilmeli Tektonik Yapılar ve 11 Kasım 2024 Rize Depremi

Extensional Tectonic Structures Developing Due to Orogenic Collapse in the Eastern Black Sea Region (Trabzon, Rize, Bayburt) and the November 11, 2024 Rize Earthquake

Hünkâr Demirbağ (1), M. Tekin Yürür (2)

(1) Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı, Çankaya, 06530 Ankara, Türkiye,
(2) Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Beytepe, 06800 Ankara, Türkiye
(hunkardemirbag@gmail.com)

Öz

Çalışma alanının temelini, Devoniyen-erken Karbonifer yaşlı metamorfik kayaçlar oluşturur. Erken Jura yaşlı volkano-sedimanter kayaçlar ve Geç Jura-Erken Kretase yaşlı platform kireçtaşları, bu temel üzerine uyumsuz olarak çökelmişlerdir. Karadeniz; Geç Kretase'de Tetis Okyanusu'nun Lavrasya Kıtası›nın altına dalmaya başlaması sonucu, yayın kuzeyinde, riftleşen bir yay ardı havza olarak açılmaya başlamıştır. Geç Kretase-Paleojen süresince, rift volkanizmasının da eşlik ettiği çökeller yay ardında çökelmiş ve erken Santoniyen'den itibaren yay ardında okyanusal kabuk oluşmaya başlamıştır. Yay içinde ise, Kretase-Paleosen boyunca dalma batma kökenli plutonizma, Turoniyen'den itibaren sedimantasyonla eş zamanlı volkanizma etkinliği başlamış ve bu volkanik etkinlik Maastrihtiyen'e kadar sürmüştür. Geç Kretase boyunca yay-içi ve yay-ardında, litolojileri birbirlerine benzeyen, asidik, bazik volkanik, sub-volkanik kayaçlar ve piroklastik kayaçları ile eş zamanlı tortul kayaçlar çökelmişlerdir. Tetis Okyanusu'nun dalma-batma süreçleri, geç Paleosen-erken Eosen'de kıta-kıta çarpışması ile son bulmuştur. Çarpışma sonrasında, orojenik çökmeye bağlı gelişen gerilmeli tektonik rejim nedeni ile orta Eosen yaşlı, çarpışma kökenli, genellikle porfirik dokulu yarı derinlik kayaçları kıta içine sokularak, Kretase-Paleosen yaşlı yay kökenli holokristalen dokulu derinlik kayaçlarını ve yay içinde oluşan, Geç Kretase yaşlı birimleri kesmiştir. Eosen yaşlı, "çarpışma" ve "çarpışma-sonrası" kökenli asidik, bazik volkanik, sub-volkanik kayaçlar ve piroklastik kayaçları ile eş zamanlı çökelen tortul kayaçlar uyumsuz olarak tüm yaşlı birimleri örtmüşlerdir. Geç Kretase'de yer yer temel kayaçlar içerisine yer yer de yay içinde oluşan volkanosedimanter kayaçların içerisine intrüzif olarak yerleşen, derinlik kayaçlarının bulunduğu alanların hızlı düşey yükselimi sonucu, bölge erken Paleosen'de deniz seviyesinin üzerine çıkmıştır. Yay bölgesinde yer yer KD-GB uzanımlı sırtlar şeklinde yükselen bu dağlar pozitif alan haline gelmişler ve aşınma süreçleri sonucu, erken Eosen yaşlı örtü kayaçlarının tabanında bulunan konglomeralara granitik ve volkanik çakıllar vermişlerdir. Bölgenin Geç Kretase boyunca devam eden düşey yükselimi Paleojen ve Neojen boyunca sürmüştür. Bölgenin güneyinde Eosen yaşlı volkanosedimanter kayaçlarını, Miyosen yaşlı gölsel sedimanter kayaçlar ve Kuvaterner birimler uyumsuz olarak örterler. Çalışma alanında sıkışmalı tektonik rejimin etkisi altında gelişmiş tektonik yapıları güneyde, yay önü ve hendek olarak tanımlanabilecek, İzmir-Ankara-Erzincan sütürü boyunca, ters faylar, bindirme fayları kıvrımlı yapılar şeklinde görebilmekteyiz. Ancak çalışma alanında, gerilmeli tektonik rejimi işaret eden tektonik yapılar görülmektedir. Orta Eosen sonrasında, bölgede orojenik çökme nedeni ile gelişen, gerilmeli tektonik rejim, KD-GB doğrultulu sırtlar boyunca normal, listrik ve sıyrılma faylarının, horst ve grabenlerin, yarım grabenlerin ve fay önü göllerinin oluşmasına neden olmuştur. Bu tektonik yapılar, Bayburt Aydıntepe, Çatıksu, Şalcılar ve çevresinde yüzlek veren Kuvaterner birimleri öteleyerek, Erken Jura yaşlı volkano-sedimanter kayaçlar ile düşeyde yan yana getirmiştir. AFAD kayıtlarına göre 11 Kasım 2024 tarihinde Rize'nin Hemşin ilçesinin 8 km güneyinde 12,85 km derinlikte ve 4,7 büyüklüğünde (Mw) bir deprem meydana gelmiştir. Deprem odak mekanizması çözümü KB-GD doğrultulu bir normal fayı işaret etmektedir. Deprem merkez üssünün 75 km güneybatısında gerçekleştirilen bu çalışma, bölgedeki diğer fayların da deprem üretme potansiyeli olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Doğu Karadeniz, Gerilmeli Tektonik, Graben, Horst, Orojenik Çökme, Rize Depremi, Sıyrılma Fayı

Abstract

In the study area, the basement rocks are formed Devonian-early Carboniferous metamorphic rocks. Lower Jurassic volcano-sedimentary rocks and Upper Jurassic to Lower Cretaceous platform carbonates were unconformably deposited on these basement rocks. The processes that started with the subduction of the Tethys Ocean under the Laurasian Continent in the Late Cretaceous the Black Sea began to open the as a rifting back-arc basin in the north of the arc. During the Late Cretaceous-Paleogene, the sediments accompanied by rift volcanism were deposited behind the arc, and oceanic crust began to form behind the arc from the early Santonian. In the inner-arc, subduction-related plutonism, which continued throughout the Cretaceous-Paleocene, was accompanied by volcanic activity and simultaneous sedimentation from the Turonian and continued until the Maastrichtian. During the Late Cretaceous, basic to acidic volcanic, sub-volcanic, pyroclastic and sedimentary rocks with similar lithologies were deposited simultaneously in and behind the arc. The subduction processes of the Tethys Ocean ended with the continent-continent collision in the late Paleocene-early Eocene. The Eocene volcano-sedimentary rocks unconformably overlie all older units. After the collision, an extensional tectonic regime developed due to orogenic collapse, the mid-Eocene collisional, porphyritic hypabyssal rocks intruded into the continent and cutting through the Cretaceous-Paleocene arc-origin plutonic rocks. Post-collisional pyroclastic clasts and sedimentary material unconformably covered the older units in the Eocene. Due to the rapid uplift in the early Paleocene, the areas where the Late Cretaceous plutons are located rose above sea level. The arc region, which was elevated in places NE-SW trending ridges and exposed to the erosional processes, has given granitic and volcanic pebbles at the base of the early Eocene cover rocks. This uplift started at the end of the Late Cretaceous and continued throughout the Paleogene and Neogene. The Eocene rocks to the south of the study area are unconformably overlain by Miocene lacustrine rocks and Quaternary sediments. The tectonic structures in the fore-arc and trench side, which developed under the influence of the compressional tectonic regime, can be defined as reverse faults, thrust faults, folds, the İzmir-Ankara-Erzincan suture and along the North Anatolian Fault. However, in the study area, tectonic structures pointing to extensional tectonic regime are also observed. Following the middle Eocene, extensional tectonic regime that developed due to orogenic collapse caused the formation of normal, listric and detachment faults, horsts and grabens, half grabens and sag ponds along NE-SW trending ridges. These tectonic structures have offset the Quaternary sedimentary rocks, in Bayburt, Aydıntepe, Çatıksu, Şalcılar *regions and juxtaposed vertically these units with the Early Jurassic volcano-sedimentary rocks. According to AFAD records, an earthquake with a magnitude (Mw) of 4.7 occurred at a depth of 12.85 km, 8 km south of Hemşin town of Rize on November 11, 2024. The focal mechanism solution of the earthquake indicates a normal fault with a NW-SE direction. This study, which was carried out 75 km southwest of the epicenter, shows that the faults in this region also have the potential to produce earthquakes.*

Keywords: *Eastern Black Sea, Extensional Tectonics, Graben, Horst, Rize Earthquake, Orogenic Collapse, Detachment Fault*

Artova Melanjı'nın Oluşumuna İlişkin Yaş Sınırlamaları

Age Contraints on the Formation of the Artova Melange

Turgut Tok (1), Şenol Karslı (1), Vahdet Tunçdemir (2), Yasin Bozkurt (2), Yasin Arslan (2), Havva Soycan (2), Özdeyiş Öztürk (2), Füsun Danacı (2), Gültekin Topuz (3)

(1) Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü, Doğu Karadeniz Arama Müdürlüğü, Adnan Kahveci Mahallesi, 61010 Pelitli, Trabzon

(2) Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü, Çukurambar Mahallesi, Dumlupınar Bulvarı, No11, 06530 Çankaya, Ankara

(3) İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, 34469 Maslak, İstanbul

(turguttok0@gmail.com)

Öz

Sakarya Zonu ile Kırşehir Masifi'ni birbirinden ayıran Artova Melanjı, Doğanşar ile Boğazkale arasındaki İzmir-Ankara-Erzincan Kenedi'ne ait bir bölgede yer almaktadır. Melanj takriben doğu-batı uzanımlı olup, 250 km uzunluğunda ve 25 km genişliğinde bir alanda yüzlek vermektedir. Melanj kuzeyde yersel olarak Üst Karakaya Formasyonu tarafından tektonik olarak üzerlenir, güneyde ise tektonik olarak Kırşehir Masifi'ne ait yüksek sıcaklık metamorfitleri üzerine itilmiştir. Bu çalışma çerçevesinde, melanjın oluşum süreçleri, içindeki blokların (kireçtaşı, radyolarit ve çamurtaşı) özellikleri ile melanjı uyumsuz bir şekilde örten Boztepe Formasyonu'nun yaş aralığı araştırılmıştır.

Artova Melanjı, tipik bir renkli melanj (çoğunlukla ofiyolit dizinin değişik kısımlarına ait ve değişik renkli kaya türlerinden oluşan melanj) özelliklerini taşımaktadır. Bu oluşum, başlıca bazalt, serpantinit, pelajik ve neritik kireçtaşı, radyolarit, gabro, amfibolit, granat amfibolit, metabazalt, kalkşist ve mikaşist bloklarından meydana gelmektedir. Özellikle neritik kireçtaşları, yaklaşık 7 kilometre uzunluğa ve 500 metre genişliğe ulaşan devasa boyutlarıyla dikkat çekmektedir. Bu bloklar Geç Karbonifer-Geç Permiyen yaşlı fauna içermektedir. Radyolaritler genellikle bazaltlarla yakın bir ilişki içindedir ve oluşum yaş aralıkları Bajosiyen'den Albiyen-Senomaniyen'e kadar değişiklik göstermektedir. Bu veriler, Geç Kretase melanjlarına dair literatürdeki bilgiler ile karşılaştırıldığında, Üst Karbonifer-Permiyen yaşlı kireçtaşı bloklarının bolluğu tespit edilmiştir.

Kısmen Üst Karakaya Karmaşası ve kısmen de Geç Kretase Artova Melanjı, Boztepe Formasyonu tarafından uyumsuz bir şekilde örtülmektedir. Boztepe Formasyonu, taban seviyelerinde mermer blokları içeren orta ince taneli kumtaşlarıyla başlamaktadır. Boztepe Formasyonu, üstte yaklaşık 50 metre kalınlığında silttaşı ile çamurtaşına geçiş göstermektedir. Bu birim, daha sonra olistostromal birime evrilir. Olistostromal seviyenin üst kısmında ise yarı pelajik kireçtaşı ve kiltaşlarına geçiş gözlemlenmektedir. Boztepe Formasyonu'nun yaş aralığı, altta Koniasiyen döneminden başlayarak üstte geç Kampaniyen-Maastrihtiyen dönemine kadar uzanmaktadır. Bu stratigrafik ilişkiler, melanj oluşumunun Koniasiyen-Santoniyen dönemine (85-86 milyon yıl önce) kadar tamamlandığını göstermektedir. Elde edilen yaş bulguları, İzmir-Ankara-Erzincan Kenedinin batı uzantısı ile Sevan-Akera Kenedinden elde edilen yaş sınırlandırmaları ile de uyum içerisindedir (Okay vd. 2020; Danelian vd. 2023).

Anahtar Kelimeler: Sakarya Zonu, Tokat Masifi, Ofiyolitli Melanj

Abstract

The Artova Mélange separating the Sakarya Zone from the Kırşehir *Massif is located in a region belonging to the İzmir-Ankara-Erzincan Suture between Doğanşar and Boğazkale. The mélange outcropping in this region is approximately east-west oriented, with an area that is 250 km long and 25 km wide. In the north, it is tectonically overlain by the Upper Karakaya Formation and it thrust over high-temperature metamorphics of the Kırşehir Massif in the south. Within the scope of this study, the characteristics of the blocks (limestone, radiolarite and mudstone) in the formation processes of the mélange and the age range of the Boztepe Formation, unconformably overlying the mélange, have been investigated.*

The Artova Mélange is a geological formation with typical characteristics of a colorful mélange (a mixture of different types of rocks, often with varying colors, that are part of an ophiolite sequence). This formation mainly consists of basalt, serpentinite, pelagic and neritic limestone, radiolarite, gabbro, amphibolite, garnet amphibolite, metabasalt, calcschist, and mica-schist blocks. Notably, the neritic limestones are remarkable due to their massive size, reaching up to 7 kilometers in length and 500 meters in width. These blocks contain fauna from the Late Carboniferous to Late Permian periods. Radiolarites are generally closely associated with basalts and their formation age ranges vary from Bajocian to Albian-Cenomanian. When compared with existing literature on Late Cretaceous mélanges, the abundance of limestone blocks from the Upper Carboniferous-Permian age is detected.

The Upper Karakaya Complex and partially the Late Cretaceous Artova Mélange are unconformably covered by the Boztepe Formation. The Boztepe Formation begins with medium to fine-grained sandstones that contain marble blocks at the lower levels. The formation transitions upwards into siltstones and shales, reaching a thickness of 50 meters. This unit then becomes an olistostromal unit. In the upper part of the olistostromal level, a transition to semi-pelagic limestone and claystones is observed. The age range of the Boztepe Formation spans from the Coniacian at the base to the late Campanian-Maastrichtian at the top. These stratigraphic relationships indicate that the formation of the mélange was completed up to the Coniacian-Santonian period (85-86 million years ago). The age findings are consistent with age constraints from the western extension of the İzmir-Ankara-Erzincan Suture and the Sevan-Akera Suture (Okay et al. 2020; Danelian et al. 2023).

Keywords: *Sakarya Zone, Tokat Massif, ophiolitic mélange*

Batı Karadeniz Üst Kretase Volkanik Yay Kuşağının Jeolojisi

Geology of the Upper Cretaceous Volcanic Belt in Western Black Sea Region

Özgür Kandemir (1), Fatih Kanar (1), Mehmet Çobankaya (1), Yavuz Bedi (1), Naz Sıla Aydın (2), Kerem Şahin (1), Hasan Elibol (3), Gökhan Atıcı (1), Doğan Usta (4), Korhan Çakır (5), Erhan Karakuş (1), Mert Demirkol (1), Gözde Değirmen

(1) Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi (Ankara/Türkiye), (2) MTA Batı Karadeniz Bölge Müdürlüğü (Zonguldak/Türkiye)
(3) Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Çevre Araştırmaları Dairesi (Ankara/Türkiye), (4) MTA Doğu Akdeniz Bölge Müdürlüğü (Adana/Türkiye)
(5) MTA Şehit Cuma Dağ Tabiat Tarihi Müzesi (Ankara/Türkiye)
(ozgur.kandemir@mta.gov.tr)

Öz

Bu çalışmada, Türkiye'nin kuzey kesiminde yer alan ve Kafkaslar'dan Balkanlar'a kadar uzanan yaklaşık 2250 km uzunluğundaki volkanik yay boyunca gelişen Üst Kretase kayaçlarının stratigrafisi, Batı Karadeniz kıyı şeridindeki (Akçakoca-İnebolu) yeni bulgular ışığında incelenmekte ve Batı Karadeniz volkanik yayı ile Doğu Karadeniz yayı karşılaştırılmaktadır.

Senomaniyen'den Maastrihtiyen'e kadar çökelmiş olan Batı Karadeniz Üst Kretase istiflerine iki farklı evrede volkanik faaliyet eşlik etmiştir. İlk evrede oluşan litolojiler, Senomaniyen'de uyumsuz olarak yaşlı birimleri örtmüş ve gelişimini Santoniyen'e kadar sürdürmüştür. "Dereköy formasyonu" olarak adlandırılan bu birim andezit (%25), bazalt (%10), piroklast (%35) ve sedimanter çökellerden (%30) oluşmaktadır. Formasyon içerisinde Kapanboğazı, Cemaller, Gökçetepe, Başköy ve Dinlence üyeleri tanımlanmıştır. Aynı dönemde gelişen riyolit, dasit bileşimli volkanitlerden (Günvakti volkaniti) 92.1±1.8 My (zirkon U-Pb) kristalizasyon yaşı elde edilmiştir. Bu dönemde deniz altı olan kıyı şeridi, Santoniyen'de kısa süreli bir yükselim/aşınma evresi geçirmiştir. Havzanın geç Santoniyen-erken Kampaniyen'de tekrar çökmesiyle ikinci volkanik faaliyet başlamıştır. Bu çökme sonucunda, güneydeki pozitif alanların bir kısmı transgresyona uğramış ve silisiklastik tortullar uyumsuz olarak yaşlı birimlerin üzerine çökelmiştir. Tabanda yer alan "Kökyol Formasyonu" çakıltaşı (%10), kumtaşı (%60), kiltaşı-silttaşı (%25) ve kireçtaşlarından (%5) oluşmakta ve tedrici olarak Unaz Formasyonu'nun pelajik kireçtaşlarına geçiş yapmaktadır. "Unaz Formasyonu" geç Santoniyen-erken Kampaniyen yaştadır. Derin denizel koşullarda çökelen bu birimin üzerine, volkanik faaliyetin yeniden başlamasıyla oluşan litolojiler (Cambu formasyonu) uyumlu bir şekilde gelmiştir. Cambu formasyonu, andezit (%30), bazalt (%10), piroklast (%40) ve sedimanter kayaçlardan (%20) oluşur ve Kale üyesi ve Güzelcehisar volkaniti olarak iki üyeye ayrılır. Bu birimler, diyorit ve subvolkanik andezitlerden oluşan ve ilk kez tanımlanan "Erenköy magmatitleri" tarafından kesilmektedir.

Volkanik yay, Cambu formasyonunun üst yaşı olan geç Kampaniyen-erken Maastrihtiyen'de kısa süreli ikinci bir yükselme dönemi geçirmiş ve su üzerine çıkmıştır. Bu yükselim, Doğu Karadeniz yay kuşağındaki yükselimle eşzamanlıdır. Yükselimin, dalan levhanın geri çekilmesi (rollback) ya da güneyde gerçekleşen bir çarpışmadan kaynaklandığı düşünülmektedir. Geç Kampaniyen-Maastrihtiyen'de Batı Karadeniz Havzası'nın açılmaya devam etmesiyle bölge tekrar deniz altı olmuş ve "Sarıkorkmaz Formasyonu" kırıntılıları, diğer birimlerin üzerine uyumsuz olarak çökelmiştir. Sarıkorkmaz Formasyonu Alaplı Formasyonunun tabanı niteliğindedir ve tedrici olarak Alaplı Formasyonu kireçtaşlarına geçer. Bu döneme ait uyumsuzluk düzlemi kıyı şeridinde Cambu formasyonu üzerinde paralelken, güneydeki daha yaşlı kayaçlar üzerinde belirgin açılıdır. Alaplı Formasyonu ile ara seviyeler halinde "Çangaza volkaniti" yer alır. Çangaza volkaniti, yastık yapılı bazaltlar ve piroklastlardan oluşmaktadır. Sarıkorkmaz-Alaplı Formasyonu birimlerinin alansal dağılımı, yükselen volkanik yay kuşağının sınırlarını belirlemede kritik öneme sahiptir. Bu birim daha önce "Akveren Formasyonu" olarak tanımlanmış ve volkanik yay istifleriyle çoğunlukla uyumlu kabul edilmiştir. Ancak Akveren Formasyonu, geç Kampaniyen-Maastrihtiyen döneminde yükselmeyen, aksine giderek derinleşen bir denizel alanı (örneğin yay ardı) işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Batı Karadeniz, Üst Kretase, Volkanik yay

Abstract

This study examines the Upper Cretaceous stratigraphy of a volcanic arc extending ~2250 km from the Caucasus to the Balkans in northern Turkey, focusing on new findings from the western Black Sea coastal region (Akçakoca-İnebolu) and comparing them with the eastern Black Sea arc.

The Upper Cretaceous sequences in the western Black Sea (Cenomanian to Maastrichtian) record two volcanic phases. The first phase, spanning the Cenomanian to Santonian, unconformably overlies older units and is represented by the Dereköy Formation, which consists of andesite, basalt, pyroclastics, and sediment. This formation is subdivided into the Kapanboğazı, Cemaller, Gökçetepe, Başköy, and Dinlence members. A crystallization age of 92.1 ± 1.8 Ma (zircon U-Pb) was obtained from the rhyolitic and dacitic volcanic rocks of the Günvakti volcanics, which belong to the same period. The coastal region, submarine at the time, underwent brief uplift and erosion during the Santonian. The second volcanic phase began with basin subsidence in the late Santonian–early Campanian, leading to transgression over southern positive reliefs and siliciclastics were deposited uncorformably on older sediments.. The Kökyol Formation at the base of this succession consists of conglomerate, sandstone, mudstone-siltstone, and limestone, transitioning into the pelagic limestones of the Unaz Formation (late Santonian–early Campanian). Above this unit, the resumption of volcanic activity led to the deposition of the Cambu Formation, which includes andesite, basalt, pyroclastics, and sedimentary rocks. It is subdivided into the Kale Member and Güzelcehisar Volcanite. These units are intruded by the newly identified Erenköy Magmatites, composed of diorite and subvolcanic andesite.

The arc experienced a second uplift during the late Campanian–early Maastrichtian, marking the upper age of the Cambu Formation and its emergence above sea level. This event, coinciding with uplift in the eastern Black Sea arc, may have resulted from slab rollback or a collision event in the south. During the late Campanian–Maastrichtian, as the western Black Sea Basin continued opening, the region was submerged again. The Sarıkorkmaz Formation, composed of clastics, unconformably overlies older units and forms the base of the Alaplı Formation, which transitions into its limestones. Along the coast, the unconformity surface is parallel to the Cambu Formation's bedding plane but shows angular relationships with older sedimentary formations further south.

The Alaplı Formation includes intercalated levels of the Çangaza Volcanics, consisting of pillow basalts and pyroclastics. The distribution of the Sarıkorkmaz-Alaplı Formation is key to defining the boundaries of the uplifted volcanic arc. Previously, this unit was classified as the Akveren Formation and considered mostly conformable with the volcanic arc sequences. However, the Akveren Formation represents a deepening marine back-arc basin during the late Campanian–Maastrichtian rather than an uplifted area.

Keywords: *Western Black Sea, Upper Cretaceous, Volcanic arc*

Pontid-İçi Kenet Zonu'ndaki Paleosen Olistostromal Türbiditlerinin Niteliği (Abant Formasyonu)

The Nature of the Paleocene Olistostromal Turbidites in the Intra-Pontide Suture Zone (Abant Formation)

Aral I. Okay (1,2), Demir Altıner (3), Ercan Özcan (2), Aynur Hakyemez (4)

(1) İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, 34469 İstanbul, Türkiye
(2) İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34469 İstanbul, Türkiye
(3) Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye
(4) Jeoloji Etüdleri Dairesi, Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü (MTA), Ankara, Türkiye
(remziyeak@gmail.com)

Öz

İstanbul ve Sakarya zonları arasındaki sınır Pontid-İçi Kenedi olarak bilinmektedir. Bu kenedin evrimi tartışmalıdır. Kenet Zonu boyunca, ~350 km uzunluğunda, ~20 km genişliğinde yüzeyleme veren bir ofiyolitik melanj (Arkotdağı Melanjı) olarak yorumlanan bir birim yer almaktadır. İstanbul ve Sakarya zonalarının Paleosen-erken Eosen'de çarpışmış olduğuna dair görüşler bu kayalara dayanılarak ortaya atılmıştır. Bu çalışmanın amacı, bu birimin içyapısını ortaya koymak ve oluşum zamanını sınırlandırmaktır.

Söz konusu birim genel olarak olistostromal türbidit karakterindedir. Olistolitlerin boyutları cm'den birkaç yüz metreye kadar değişmektedir. Genel itibarıyla Üst Jura-Alt Kretase, Üst Kretase ve Paleosen neritik kireçtaşlarından ve Üst Kretase pelajik kireçtaşları ile temsil edilmektedir. Bu bloklara ilaveten, çok az oranda Geç Neoproterozoik ve Permiyen yaşlı granit, bazalt, çört ve serpantin bloklarını da içermektedir. Ofiyolitik kayalardan türemiş olabilecek serpantin, bazalt, diyabaz ve radyolarit bloklarının bollukları hiçbir yerde toplam kaya hacminin %5'ini aşmamaktadır. Bu çalışma kapsamında Abant Formasyonu olarak adlandırılan bu birime ait dört kumtaşı örneğinden ayırtlanan zirkonlardan elde edilen yaş tayfları 320-280 My ve 110-100 My ana kümelerini ve 170-150 My ve 250-230 My tali kümelenmelerini yansıtmaktadır. Karbonifer, Permiyen, Triyas ve Jura yaşlı bu zirkonlar muhtemelen Sakarya Zonu'na ait temel kayalardan türemiştir. Ancak Albiyen yaşlı zirkonlara kaynak olabilecek kayalar hem Sakarya Zonu'nda hem de İstanbul Zonu'nda bilinmemektedir. Türbidit serisinin oluşum yaşı Paleosendir.

Bu çalışmadaki bulgular, Abant Formasyonu'nun bir ofiyolitik melanjdan ziyade, olistostromal türbidit niteliğinde olduğunu göstermiştir. Bu birim, Pontidler ile Anatolid-Torid Bloğu'nun çarpışması ile ilişikli ilerleyen bir bindirme önünde oluşan havzada çökelmiştir. Bu havza eski bir kıtasal çizgiselliği temsil eden Pontid-İçi Kenedi'ne denk gelmektedir.

Bu çalışma, TÜBİTAK (#116Y127) ve Türk Bilimler Akademisi (TÜBA) tarafından desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Arkotdağı Melanjı, Abant Formasyonu, Pontid-İçi Kenedi, U-Pb zirkon jeokronolojisi

Abstract

The boundary between the İstanbul and Sakarya zones is known as the Intra-Pontide Suture. The evolution of this boundary is controversial. Along the suture zone, a unit ~350 km long and ~20 km wide is interpreted as an ophiolitic mélange (the Arkotdağı Mélange*). The Paleocene-Eocene is estimated for the timing of the collision of the İstanbul and Sakarya zones based on these rocks. This study aims to elucidate the internal structure of this unit and to constrain its formation age.*

This unit has the characteristics of an olistostromal turbidite in general. The olistoliths range in size from centimetres to several hundred meters. Olistoliths are generally composed of Upper Jurassic–Lower Cretaceous, Upper Cretaceous, and Paleocene neritic limestones, as well as Upper Cretaceous pelagic limestones. In addition to these blocks, there are also minor amounts of Late Neoproterozoic and Permian granite, basalt, chert, and serpentinite blocks. The abundance of serpentinite, basalt, diabase, and radiolarite blocks, which may have originated from ophiolitic rocks, does not exceed 5% of the total rock volume at any locality. Zircon age spectra obtained from four sandstone samples from this unit, which is named the Abant Formation in this study, show main clusters of 320-280 Ma and 110-100 Ma, and secondary clusters of 170-150 Ma and 250-230 Ma. These Carboniferous, Permian, Triassic, and Jurassic zircons are probably derived from the basement rocks of the Sakarya Zone. However, source rocks for the Albian zircons are not known from either the Sakarya or İstanbul zones. The formation age of the turbidite series is Paleocene.

Based on the findings of this study, the Abant Formation is an olistostromal turbidite rather than an ophiolitic mélange. This unit was deposited in a basin formed in front of an advancing thrust associated with the collision of the Pontides and the Anatolide-Tauride Block. The basin was preferentially located on the Intra-Pontide Suture because the suture constituted an old crustal lineament.

This study was supported by TÜBİTAK (#116Y127) and by the Turkish Academy of Sciences (TÜBA).

Keywords: *Abant Formation, Arkotdağı Mélange, Intra-Pontide Suture, U-Pb zircon geochronology*

İstanbul Zonu'nun Geç Neoproterozoyik - Erken Paleozoyik Evrimine İlişkin Veriler

Constraints on Late Neoproterozoic-Early Paleozoic Evolution of the Istanbul Zone

Sinan Yılmazer (1), Gültekin Topuz (1), Marcel Guillong (2), Aral I. Okay (1), İnal Demirkaya (3), Fulya Uzun (2)

(1) İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, 34469 İstanbul, Türkiye
(2) ETH Zurich, Department of Earth Sciences (Geochemistry and Petrology), 8092 Zurich, Switzerland
(3) İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Maden Fakültesi, 34469 İstanbul, Türkiye
(yilmazersi@itu.edu.tr)

Öz

İstanbul Zonu'nun Neoproterozoyik yaşlı temel kayaları Bolu Masifi, Karadere, Almacık, Geyve ve Armutlu bölgelerinde yüzlek vermektedir. Bu temel kayalar uyumsuz olarak en üst Kambriyen-Alt Ordovisyen'den başlayıp Üst Karbonifere kadar ulaşan Paleozoyik yaşlı sedimanter istif ve daha genç kayalar tarafından örtülmektedir. Bolu Masifi temel kayaların en geniş yüzeyleme verdiği yer olup, çok düşük dereceli metavolkanitler (metabazalt, -andezit ve -dasit) ve onları kesen metamorfizmaya uğramamış düşük Al'lu tonalittrondjemit-granodiyorit sokulumundan oluşmaktadır. Bu çalışmanın konusu, en üst Kambriyen-Alt Ordovisyen kumtaşlarındaki detritik zirkonların U-Pb-Hf izotopik bileşimlerinden yola çıkarak İstanbul Zonu'nda en üst Kambriyen öncesinde meydana gelmiş magmatik faaliyetleri ortaya çıkarmak ve İstanbul Zonu'nun Prekambriyen'deki coğrafi konumuna sınırlandırma getirmektir. Bu amaçla Bolu Masifi'nde temel kayalar üzerine gelen en üst Kambriyen-Alt Ordovisyen kumtaşlarından üç örnek, Karadere bölgesinde ise temel kayalar üzerine gelen Alt-Orta Ordovisyen kuvarsitlerden alınan bir örnekten ayıklanan detritik zirkonlar üzerinde U-Pb-Hf izotopik analizleri gerçekleştirildi. Bolu Masifi temel kayaları üzerine gelen en üst Kambriyen-Alt Ordovisyen kumtaşlarından alınan üç kumtaşı örneğindeki kırıntılı zirkonların U-Pb yaş dağılımları incelendiğinde, ana yaş kümesinin 601–608 My arasında ve tali yaş kümelerinin ise 701–710 My ve 1500–1501 My aralıklarında olduğu görülmektedir. Kumtaşlarında detritik zirkonların takriben %60'ı 575–650 My arasında yaş değerleri vermektedir. Üç örneğin her birinden elde edilen yaş değerleri, örneklerin stratigrafik konumları ile uyumlu olarak 530 ± 29 My ile 2735 ± 19 My arasında değişmektedir. Karadere bölgesinden alınan Alt-Orta Ordovisyen yaşlı kuvarsit örneğinden elde edilen detritik zirkonların U-Pb yaş dağılımları incelendiğinde, yaşların 535 ± 15 My ile 3033 ± 16 My arasında değiştiği, ana yaş kümesinin 589 My (%35), daha küçük yaş kümelerinin ise 738, 1213, 1541, 2086 ve 2670 My civarında zirve yaptıkları görülmektedir. Bu yaş kümeleri magmatizmanın olduğu ana dönemlere karşılık gelmektedir. Geç Neoproterozoyik zirkonlar (589–608 My) baskın olarak negatif ilksel εHf değerlerine sahiptir. Benzer şekilde 1450–1550 My yaşlı zirkonların ilksel εHf değerleri negatif iken, 2050–2100 My yaşlı zirkonların ilksel εHf değerleri pozitiftir. Geç Neoproterozoyik zirkonların (589–608 My) baskın negatif ilksel εHf değerleri, mantodan türemiş magmaların olgun kabuk malzemesiyle önemli ölçüde karıştığını gösterir. Bu sonuçlar üst Kambriyen-Alt Ordovisyen kumtaşları ile Alt-Orta Ordovisyen kuvarsitlerinin potansiyel kaynak alanının Bolu Masifi temel kayalarından ziyade komşu bir Neoproterozoyik kıtasal magmatik yayı olduğunu göstermektedir. Bu çalışma, TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir (#122R002).

Anahtar Kelimeler: Avalonya, İstanbul Zonu, kaynak alan, okyanusal yay, U-Pb-Hf izotopisi

Abstract

The Neoproterozoic basement rocks of the Istanbul Zone are exposed in the Bolu Massif, Karadere, Almacık, Geyve, and Armutlu regions. These basement rocks are unconformably overlain by the uppermost Cambrian-Lower Ordovician to the Upper Carboniferous sedimentary sequences and younger rocks. The Bolu Massif, the widest exposure of basement rocks, consists of low-grade metavolcanic rocks (metabasalt, -andesite, and -dacite) and intruding unmetamorphosed low-Al tonalite-trondhjemite-granodiorite intrusion. The main purpose of this study is to constrain the timing of the main pre-late Cambrian magmatic activities in the Istanbul Zone by analyzing the U-Pb-Hf isotopic compositions of detrital zircons in the upper Cambrian-Lower Ordovician sandstones. The second purpose of this study is to put constraints on the pre-Cambrian geographical position of the Istanbul Zone. Therefore, we have studied U-Pb-Hf isotopic compositions of the detrital zircons extracted from three samples of uppermost Cambrian-Lower Ordovician sandstonesin the Bolu Massif and from a Lower-Middle Ordovician quartzite sample in the Karadere region. When examining the U-Pb age distributions of detrital zircons from three sandstone samples taken from the uppermost Cambrian-Lower Ordovician sandstones overlying the basement rocks of the Bolu Massif, it is observed that the main age cluster occurs at 601–608 Ma, while secondary age clusters are in the ranges of 701–710 Ma and 1500–1501 Ma. Approximately 60% of the detrital zircons in the sandstones give age values between 575 and 650 Ma. The age values obtained from all three samples range from 530 ± 29 Ma to 2735 ± 19 Ma, which are consistent with their stratigraphic positions. The U-Pb age distribution of detrital zircons from a Lower-Middle Ordovician quartzite sample taken from the Karadere region shows ages ranging from 535 ± 15 Ma to 3033 ± 16 Ma, with the main age cluster at 589 Ma (35%) and smaller age clusters peaking around 738, 1213, 1541, 2086, and 2670 Ma. These age clusters correspond to major periods of magmatism. Late Neoproterozoic zircons (589–608 Ma) predominantly have negative initial εHf values. Similarly, zircons aged 1450–1550 Ma have negative initial εHf values, while zircons between 2050–2100 Ma show positive initial εHf values. The predominantly negative initial εHf values of late Neoproterozoic zircons (589–608 Ma) suggest significant mixing of mantle-derived magmas with mature crustal material. These results indicate that the potential source area for the uppermost Cambrian-Lower Ordovician sandstones and Lower-Middle Ordovician quartzites is not the basement rocks of the Bolu Massif but rather a neighboring Neoproterozoic continental magmatic arc. This study is supported from TÜBİTAK (#122R002).

Keywords: *Avalonia, Istanbul Zone, oceanic arc, provenance, U-PbHf isotop*

İstanbul Zonunun Jeodinamik Evriminde Kırıntı Ak Mika Yaşlarının Önemi

Significance of Detrital White Mica Ages in the Geodynamic Evolution of the Istanbul Zone

Ömer Faruk Çelik (1), Mehmet Zeki Billor (2), Mutlu Özkan (3), Rahmi Melih Çörtük (1)

(1) Kocaeli Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 41380, Kocaeli, Türkiye
(2) University of Auburn, Department of Geosciences, Auburn, 36849, AL, USA
(3) Kocaeli Üniversitesi, Çevre Koruma Teknolojileri Bölümü, 41001, Kocaeli, Türkiye
(fcelik@kocaeli.edu.tr)

Öz

Erken Paleozoyik'ten günümüze kadar farklı zaman aralıklarında çökelmiş kalın bir sedimanter istiften oluşan İstanbul Zonu'nun, hangi kaynak alanlarından beslenerek oluştuğu Türkiye jeolojisinin önemli tartışma konularından birisidir. Bu çalışmayla, İstanbul Zonu'nun Ordovisyen, Permo-Triyas ve Eosen yaşlı kumtaşlarındaki tek tane ak mika kırıntılarında gerçekleştirilen 40Ar/39Ar tarihlendirme sonuçları ilk kez sunulmaktadır. İstanbul Zonu çökel istifinin potansiyel kaynak alanlarını belirlemek ve jeodinamik evrimini anlamak bu çalışmanın ana hedefleridir. Kırıntı ak mika 40Ar/39Ar yaş verileri, İstanbul Zonu'nun çökel istifindeki ak mikaların kaynak alanları bakımından önemli değişkenlikler sunduğunu göstermektedir. Ordovisyen kumtaşlarındaki kırıntı ak mikaların tarihlendirme sonuçları, 600–450 My ve 350–280 My olmak üzere iki ana yaş popülasyonuna işaret etmektedir. Yaklaşık 450 My'dan eski yaşlar, Kadomiyen orojenezi ve eş zamanlı magmatizmayla ilişkilendirilebilmektedir. Ordovisyen kumtaşlarının çökelim sonrası döneme ait olan Permo-Karbonifer yaşları (350–280 My) ise bu kayaçların metamorfik olmadığı düşüncesinin aksine çökelim sonrası ısıl etkileri yansıtan düşük dereceli başkalaşım süreçlerinden etkilendiğini göstermektedir. Bununla birlikte, kırıntı zirkon tarihlendirme çalışmalarında rapor edilen Mezoproterozoyik ve Orta-Arkean yaşlarının olmaması dikkat çekicidir. Permo-Triyas yaşlı kumtaşlarında ak mikaların 40Ar/39Ar yaşlarının yaklaşık 290 My civarında kümelenmesi, Variskan orojenezinin İstanbul Zonu üzerindeki etkisini desteklemektedir. Permo-Triyas kumtaşlarında, Erken Paleozoyik ve Geç Neoproterozoyik mika yaşlarının gözlenmemesi, kumtaşlarındaki kırıntı mikaların İstanbul Zonu'nun Paleozoyik istifinden ziyade, olasılıkla Sakarya Zonu'ndaki Variskan orojeneziyle ilişkili sahalardan türediğine işaret etmektedir. Eosen yaşlı kumtaşlarında gözlenen kırıntı mikalar ise 320–80 My arasında geniş bir yaş aralığı göstermekte ve birden fazla kaynak alan katkısını işaret etmektedir. Bu birimdeki Permo-Karbonifer yaşları Sakarya Zonu'ndaki Variskan olaylarıyla ilişkilendirilebilirken, daha genç Mesozoyik yaşlarının İstanbul Zonu'nun güneyindeki Armutlu Yarımadası ve Almacık Dağı'nda gözlenen metamorfik temel birimlerinden türediği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: 40Ar/39Ar tarihlendirmesi, Ak mika, İstanbul Zonu, Kaynak alan, Variskan orojenezi

Abstract

The thick sedimentary cover of the İstanbul Zone, which deposited over various time intervals from the Early Paleozoic to the present, is debated in terms of their source areas in the geology of Türkiye. This study presents the first 40Ar/39Ar dating results of single-grain detrital white micas from the Ordovician, Permo-Triassic, and Eocene sandstones. The primary objectives of this research are to determine the locations of potential source areas of cover sediments and elucidate the geodynamic evolution of the İstanbul Zone. The 40Ar/39Ar age data for detrital white micas reveal significant differences in their provenance. The Ordovician sandstones exhibit two main age populations: 600–450 Ma and 350–280 Ma. Ages older than ~450 Ma are associated with the Cadomian orogeny and related magmatism. However, the Permo-Carboniferous ages (350–280 Ma) in the Ordovician sandstones suggest that they were affected by low-grade metamorphic processes reflecting post-depositional thermal events, contrary to earlier assumptions of these rocks being non-metamorphic. Additionally, the absence of Mesoproterozoic and Mesoarchean ages, commonly reported in detrital zircon studies, is noteworthy. In the Permo-Triassic sandstones, the detrital white mica ages cluster around ~290 Ma, supporting the influence of the Variscan orogeny on the Istanbul Zone. The lack of Early Paleozoic and Late Neoproterozoic mica ages in these sandstones suggests that the detrital micas were sourced from areas associated with the Variscan orogeny in the Sakarya Zone, rather than from the Paleozoic succession of the Istanbul Zone. The detrital white micas in the Eocene sandstones exhibit a wide age range between 320 and 80 Ma, indicating contributions from multiple source areas. While the Permo-Carboniferous ages in this unit are linked to Variscan events in the Sakarya Zone, the younger Mesozoic ages are interpreted to have been derived from metamorphic basement units, observed along the Armutlu Peninsula and Almacık Mountain to the south of the Istanbul Zone.

Keywords: *40Ar/39Ar dating, White mica, Istanbul Zone, Provenance, Variscan orogeny*

Batı Anadolu'daki Orojenik Çöküşün Yeni Paleotopoğrafya Verileri Işığında Eleştirel Bir Değerlendirmesi

A Critical Assessment of Orogenic Collapse in Western Anatolia in Light of New Paleoelevation Data

Joel E. Saylor (1), Oğuz H. Göğüş (2) Xutong Guan (1, 3), Cem Özyalçın (1), Ilya Bindeman (4), Kurt Sundell (5), Chelsea Mackaman-Lofland (6)

(1) Department of Earth, Ocean, and Atmospheric Sciences, University of British Columbia
(2) Avrasya Yer Bilimerli Enstitüsü, Istanbul Teknik Üniversitesi, goguso@itu.edu.tr
(3) School of Earth and Space Sciences, Peking University, guanxt@pku.edu.cn
(4) Department of Earth Sciences, University of Oregon
(5) Department of Geosciences, Idaho State University
(6) Department of Earth and Planetary Sciences, University of Tennessee
(cemozyalcin22@gmail.com)

Öz

Batı Anadolu'daki Oligosen-erken Miyosen genişleme tektoniği üç ana jeodinamik mekanizmayla temsil edilmektedir: 1) Ege-Kıbrıs dalma-batma (yitim) zonunun geriye çekilmesi, 2) aşırı kalınlaşmış yerkabuğunun orojenik çöküşü ve 3) Anadolu'nun Arabistan-Avrasya çarpışması sonucu batıya doğru kaçışı. Bu çalışmada özellikle orojenik çökme hipotezinin jeolojik verilerle testine ait sonuçlar üzerinde durulmaktadır.

Orojenik çökme hipotezini test etmek amacıyla öncelikle Gördes Havzası için yeni stratigrafik kesitlerden toplanan kumtaşları ve tüflerden U-Pb yaşlarına dayalı yeni bir jeokronolojik model oluşturulmuştur. Daha sonra 13 volkanik cam örneğinin hidrojen izotop oranları ve ayrıca karbonatlara ait 28 adet oksijen izotop oranları ölçülmüştür. Gördes Havzası›nda çökelmenin başlangıcı, hem maksimum çökelme yaşlarına (kumtaşı) hem de gerçek çökelme yaşlarına (tüflere) göre 18-19 My olarak belirlenmiştir. Bu yaşlar daha önce tahmin edilen yaşlara (21-20 My) göre biraz daha gençtir. Ayrıca, geçmiş su örneklerine ait izotop bileşimleri, çökelme sırasında standart izotopik fraksiyonlama ve CO3 için 15°C yağış sıcaklığı ile hesaplanmıştır. Volkanik cam örnekleri ‰ -113,7 ile -67,5 arasında değişen δDpaleowater (pw) değerlerine ve -12,9 ile ‰ -6,1 arasında değişen δ^{18O}pw değerlerine sahiptir. Magmatik su yerine öncelikle çevre suları tarafından hidrasyon, δD ile ağırlık yüzdesi H_2O arasında hafif bir negatif eğilim ile gösterilir. Alüvyon karbonat örneklerinin δ^{18O} ve $\delta^{13}C$ analizleri ve mikrofotoğraflar, bunların diyajenetik özelliklerde olmadığını göstermektedir. Paleotopoğrafya, alüvyon karbonat malzemeleri ve ağırlıkça %H_2O>2 olan volkanik cam numuneleri kullanılarak hesaplanmıştır. Miyosen paleotopoğrafyasını belirlemek için marjinal deniz ortamındaki 16 My paleosol örneği, düşük rakımlı bir temel çizgi olarak seçilmiştir. 19-16 My Batı Anadolu'nun hesaplanan paleoyükseklikleri 3,6 ± 0,7 ve 4,3 ± 0,9 km'dir (1σ), δ^{18}Opw ve δDpw için sırasıyla -12,9 ‰ ve -113,7 ‰'lik en negatif δ değerlerine dayanmaktadır. En negatif çeyreğe göre hesaplanan paleoyükseklikler δ^{18O}pw ve δDpw için sırasıyla 3,2 ± 0,5 km ve 3,9 ± 0,6 km'dir (2σ).

Karbonat ve volkanik cam proxy'lerindeki oksijen ve hidrojen izotop bileşimlerine dayanarak, Batı Anadolu'daki Erken Miyosen topoğrafyasının mevcut topoğrafyadan yaklaşık 2-3 km daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır. Bu durum, Batı Anadolu'daki aşırı erken Miyosen paleotopoğrafyasını ve erken Miyosen genişlemesinin kısmen orojenik çöküş tarafından kontrol edildiği hipotezini desteklemektedir. Bu aşırı yüksekliklere, havza oluşumunun ve dolayısıyla genişlemenin başlangıcından önce ulaşılmış olması sözkonusudur. Bu sonuçla birlikte, litosferin çökme eğiliminde olmasına rağmen, statik bir dağlık alanın aktif olarak çökmekte olan geniş bir düzlüğe geçişini başlatmak için bir jeodinamik tetikleyiciye ihtiyaç duyulduğu düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: jeokronoloji, Gördes Havzası, orojenik çöküş, paleoyükselti, $\delta^{18O, \delta D}$

Abstract

Latest Oligocene–early Miocene extension in western Anatolia has long been attributed to one or more of three mechanisms: 1) rollback of the Aegean-Cyprian subduction zone, 2) orogenic collapse of overthickened crust, and 3) westward extrusion (escape) of Anatolia in response to Arabia-Eurasia collision. In this work, focusing on the applicability of orogenic collapse hypothesis based on a range of observations.

To test the orogenic collapse hypothesis, we first established a new geochronological model for the Gördes Basin based on U-Pb ages from sandstones and tuffs collected from new stratigraphic sections and then measured hydrogen isotopic ratios of 13 volcanic glass samples and oxygen isotopic ratios of 28 carbonate samples from that basin. The onset of the sedimentation of the Gördes Basin at 18-19 Ma based on both maximum depositional ages (sandstone) and true depositional ages (tuffs) is younger than previously estimated at 21-20 Ma. We calculated the paleowater isotopic compositions with standard isotopic fractionation during precipitation and a 15°C precipitation temperature for CO_3. Volcanic glass samples have δDpaleowater*(pw) values ranging from -113.7 to -67.5‰ and δ^{18O}pw values ranging from -12.9 to -6.1‰. Hydration by primarily ambient waters rather than magmatic water is indicated by a slight negative trend between* δD *and weight percentage H_2O. The analysis of the δ^{18O} and $\delta^{13}C$ of alluvial carbonate samples and microphotographs demonstrate that they are not diagenetic. Paleoelevation was calculated using alluvial carbonate materials and volcanic glass samples with wt% H_2O> 2. A 16 Ma paleosol sample in a marginal marine environment was chosen as a low-elevation baseline for determining Miocene paleoelevations. Calculated paleoelevations of 19-16 Ma western Anatolia are 3.6 ± 0.7 and 4.3 ± 0.9 km (1σ), based on the most negative δ values of -12.9‰ and -113.7‰ for δ18Opw and* δDpw*, respectively. Paleoelevations calculated based on the most negative quartile are 3.2 ± 0.5 km and 3.9 ± 0.6 km (2σ) for δ18Opw and* δDpw*, respectively.*

We conclude that the early Miocene topography in western Anatolia was approximately 2-3 km higher than the current topography, based on independent oxygen and hydrogen isotopic compositions of carbonate and volcanic glass paleoelevation proxies. These factors together support the model of early Miocene high paleoelevations in western Anatolia and the hypothesis that early Miocene extension was driven, at least in part, by orogenic collapse. Uplift to these extreme elevations must have predated the onset of basin formation, and hence extension, suggesting that although the lithosphere was conditioned for collapse it required a geodynamic trigger to initiate the transition from a static highland to an actively collapsing extended terrane.

Keywords: *geochronology, Gördes Basin, orogenic collapse, paleoelevation,* $\delta^{18O, \delta D}$

Batı Anadolu Topoğrafyasının Yükselimi ve Alçalması: Modeller ve Gözlemler

The Ups and Downs of western Anatolia's topography: Models and observations

Oğuz Hakan Göğüş (1), Joel Saylor (2)

(1) Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, ITU, Ayazağa-İstanbul
(2) Department of Earth, Ocean and Atmospheric Sciences, University of British Columbia
(goguso@itu.edu.tr)

Öz

Aktif genişleme tektoniğin hakim olduğu Batı Anadolu'nun topoğrafik evriminin araştırılması, litosfer (kabuk ve üst manto) ölçeğindeki jeodinamik süreçler ile yeryüzü arasındaki etkileşimin anlaşılması için sıradışı bir imkan sunmaktadır. Doğu ve batı yönelimli Alaşehir (Gediz) grabeni, Gördes ve Batı Toroslar'dan elde edilen Neojen stratigrafisine ait veriler, Batı Anadolu topoğrafyasının değişiminin tekdüze olmadığını göstermektedir. Bunun yanında paleotopoğrafya'ya ilişkin veriler kısıtlı olmakla birlikte, Menderes masifi kayalarının metamorfizma dereceleri, basınç/kbar ve derinlik/km ilişkisi kullanılarak, Batı Anadolu'nun deniz seviyesinden yaklaşık 3 km kadar yüksek olduğu ileri sürülmüştür. Genişleme tektoniği öncesi (20-25 Ma) için yapılan bu kestirim topografik değişimlerin yalnız kabuk kalınlıklarındaki değişim ile temsil edildiği Airy izostazi prensibine dayanmaktadır. Öte yandan, tüm Akdeniz bölgesi için yapılan hesaplamalar, izostatik olmayan (kalıntı/residuel) topoğrafyanın varlığına işaret etmektedir. Bu nedenle Batı Anadolu'da yükseklik değişiminin kabuktan ziyade manto süreçleri tarafından nasıl kontrol edildiği jeolojik evrim bağlamında derinlemesine incelenmelidir. Bu çalışmada, yüzey topoğrafyasındaki değişikliklerin levha kırılması, yırtılması, sıyrılması (delaminasyon) ve geri çekilmesiyle ilişkilendirildiği jeodinamik modellerin sonuçlarının tartışılması amaçlanmaktadır. Özellikle, bölgesel manto akışı tarafından kontrol edildiği düşünülen ve deniz seviyesinden 1 km yüksekliğe sebep olan dinamik topoğrafya'nın pozitif ve negatif düşey değişimlerinin etkisi ortaya konacaktır. Tüm bu manto süreçlerinin etkisinin yanında, sıcak ve akışkanlık özelliği gösteren alt kabuk akmasının, özellikle Moho'nun değişmediği (25 km) graben alanlardaki topoğrafik değişimlerdeki etkisi de göz önünde bulundurulacaktır. Sonuç olarak, jeodinamik modellere ait sonuçlar yapısal, stratigrafi ve jeomorfolojik verilerle karşılaştırılarak, Batı Anadolu'daki topoğrafyanın hangi boyut ve büyüklükte levha veya daha bölgesel ölçekteki tektonik süreçler tarafından kontrol edildiğine yaklaşım getirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Batı Anadolu, genişleme tektoniği, topoğrafya,

Abstract

Investigating the topographic evolution of Western Anatolia, where active extensional tectonics dominates, offers an extraordinary opportunity to understand the interaction between geodynamic processes at the lithosphere (crust and uppermost mantle) scale and the earth's surface. Evidence from Neogene stratigraphy at the east-west oriented Alaşehir (Gediz) graben, Gördes and Western Taurus Mountains show that the change in the topography of Western Anatolia has not been uniform. Although paleoelevation constraints are scarce, it has been suggested that Western Anatolia was approximately 3 km above sea level, by exploiting the metamorphic degrees of the Menderes massif rocks, such as, using the pressure/kbar and depth/km relationship. This prediction has been invoked for the time interval preceding the extensional tectonics (20-25 Ma) and is mainly based on the Airy isostasy principle, in which topographic changes are represented by crustal thickness variations. On the other hand, estimates made for the entire Mediterranean region indicate the existence of non-isostatic (residual) topography. Therefore, how elevation change in Western Anatolia is driven by mantle dynamics rather than crust should be examined in the context of geological evolution. This study aims to discuss the results of geodynamic models in which changes in surface topography are associated with slab break off, tearing, delamination and retreat. In particular, we adress the role of positive and negative dynamic topography (magnitude of up to 1 km), controlled by regional mantle flow. In addition to mantle induced surface variations, we consider the effects of lower crustal flow on topographic changes, especially in grabens where the Moho is flat at 25 km. Overall, by comparing the results of geodynamic models against structural, stratigraphic and geomorphological data, we evaluate the extent and magnitude of which the topography in Western Anatolia is controlled by large scale and more regional tectonic processes.

Keywords: *Western Anatolia, extensional tectonics, topography*

Bornova Fliş Zonu, Kikladik Kompleks ve Menderes Masifi (İzmir, Söke-Aydın, Batı Türkiye) Paleozoyik-Paleojen Tortul ve Metamorfik İstiflerinin Karşılaştırılması: Yeni Bir Tektonik Yaklaşım

Comparison of the Paleozoic-Paleogene Sedimentary and Metamorphic Sequences of Bornova Flysch Zone, Cycladic Complex and Menderes Massif (İzmir, Söke-Aydın, western Türkiye): A New Tectonic Approach

İsmail İşintek (1), Talip Güngör (1), Erhan Akay (1)

(1) Dokuz Eylül Universitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İzmir, Türkiye (ismail.isintek@deu.edu.tr)

Öz

Anatolid-Torid Bloğu'nun kuzey kenarı, batı Anadolu'da, birbirine komşu Bornova Filiş Zonu (BFZ), Karaburun Kuşağı, Kikladik Kompleksi ve Menderes Masifi ile temsil edilir. BFZ ve Karaburun kuşağı içinde stratigrafileri oldukça iyi bilinen, Paleozoyik-Paleojen yaşlı kırıntılı ve karbonat istifler bulunur. Kikladik Kompleks ve Menderes Masifi'nin düşük-orta dereceli metamorfik istiflerinde bugüne kadar değişik yöntemlerle elde edilen yaşlar Paleozoik'ten Paleojen'e kadar değişen bir aralık sunmaktadır.

Söke-Güldağ alanında, daha önceki çalışmalarda "Koherent Seriler" olarak adlandırılan bir Mezozoik istif, altta meta-boksit içeren meta- dolomit-mermer tekrarlanması ve en üstte bantlı veya korunmuş katmanlı mermerlerle temsil edilir. Bu özellikleriyle istif, Urla-Özbek Yarımadası'ndaki boksit içeren Noriyen-Alt Jura (Liyas) karbonat istifi ve BFZ'nin diğer birçok megabloğunda gözlenen boksitsiz Noriyen-Alt Jura (Liyas) karbonat istiflerine tamamen benzemektedir. Diğer yandan, Söke-Güldağ çevresinde gözlenen Koherent Seri'nin Kikladik Kompleks'e ait olduğu var sayılan "Selçuk Formasyonu" tarafından üstlendigi kabul edilmiştir. Ancak saha verilerine göre bu istif "Selçuk Formasyonu" içinde bir blok konumundadır. Bu durumda "Selçuk Formasyonu" ve Koherent Seri birlikte metamorfizma geçirmiş olmalıdır ve BFZ'nin metamorfik bir dilimi olarak düşünülmelidir.

İzmir-Gümüldür yakınlarında, BFZ içindeki bir Noriyen-Alt Jura (Liyas) megabloğu BFZ'nin kumtaşı-şeyl matriksiyle birlikte, bir metamorfik istifi, tektonik olarak üzerler. Bu ilişki, Söke-Güldağ alanında Selçuk Formasyonu ve Koherent Seri'nin birlikte Menderes Masifi üzerindeki tektonik konumu ile benzerdir.

Bu benzerlikler BFZ'nin farklı dilimlerinin Menderes Masifi üzerine itildiği ve Menderes Masifiyle birlikte tekrar dilimlenerek kendi dilimleri üzerine itildiğini gösterir. Bu özellikler bölgesel olarak, Aydın-Akhisar (Manisa) arasındaki bölgede, BFZ, Kikladik Kompleks ve Menderes Masifi istifleri arasındaki ilişkiyi açıklar.

Anahtar Kelimeler: Bornova Filiş Zonu, Kikladik Kompleks, Menderes Masifi, Koherent Seriler, Selçuk Formasyonu.

Abstract

The northern edge of the Anatolide-Tauride Block, in western Anatolia, is represented by the adjacent tectonic units of Bornova Flysch Zone (BFZ), Karaburun Belt, Cycladic Complex and Menderes Massif. Within the BFZ and Karaburun Belt, there are well-documented Paleozoic-Paleogene clastic and carbonate sequences. Low to medium grade metamorphic sequences of the Cycladic Complex and Menderes Massif have also been dated by different methods from Peleozoic to Paleogene.

In the Söke-Güldağ area, a Mesozoic sequence, previously called the "Coherent Series", is represented by a meta-bauxite bearing meta-dolomite-marble repetition at the bottom and banded or preserved layered marbles at the top. With these features, the sequence is exactly similar to the bauxite-bearing Norian-Lower Jurassic (Liassic) carbonate succession of the Urla-Özbek Peninsula and the Norian-Lower Jurassic (Liassic) bauxite-free carbonate sequences observed in the many other megablocks of the BFZ. On the other hand, it has been accepted that the Coherent Series observed around Söke-Güldağ is overlain by the "Selçuk Formation", which is assumed to belong to the Cycladic Complex. However, according to field data, this sequence is a block within the "Selçuk Formation". In this case, the "Selçuk Formation" and the Coherent Series have undergone metamorphism together and should be considered as a metamorphic slice of the BFZ.

In İzmir-Gümüldür region, a Norian-Lower Jurassic (Liassic) megablock of the BFZ, together with the sandstone-shale matrix of the BFZ, tectonically overlies a metamorphic sequence. This relationship is similar to the tectonic setting of the Selçuk Formation and the Coherent Series, thrust on the Menderes Massif in Söke-Güldağ area.

These similarities show that different slices of the BFZ thrust onto the Menderes Massif and were sliced with the Menderes Massif again to thrust onto their own slices. These features can explain the relationship between the BFZ, the Cycladic Complex and the Menderes Massif, regionally, from Aydın to Akhisar (Manisa).

Keywords: *Bornova Flysch Zone, Cycladic Complex, Menderes Massif, Coherent Series, Selçuk Formation.*

Arazide ve Jeoloji Haritalarında Yanıltan Faylar

Misleading Faults in the Field and on the Geological Maps

Tahir Emre (1), Metin Tavlan (2), Mustafa Softa (3)

(1) DEÜ, Fak. Jeoloji Müh. Böl. Izmir / Türkiye (emekli)
(2) Saudi Arabian Oil Company, Kingdom of Saudi Arabia
(3) DEÜ Müh. Fak. Jeoloji Müh. Böl. Izmir / Türkiye
(tahiremre35@gmail.com)

Öz

Fayların sınıflandırılması, oluşum mekanizması, kırılma yüzeyinin geometrik şekli ve fay bloklarının ötelendiği taraf göz önüne alınarak yapılmaktadır. Blokların fay yüzeyindeki hareket hattını belirten fay kayma çizikleri blokların ötelendiği tarafı ve öteleme miktarını belirlemede kullanılan en önemli göstergelerden biridir. Ancak aşınma başta olmak üzere fayların yeniden hareket etmesi gibi bazı nedenlerle her zaman fay hareket (kinematic) göstergeleri ile sonuca ulaşılamayabilir. Böyle durumlarda, blok hareket yönleri, üst üstelik jeoloji ilkesine uyan ve fay hattı boyunca dokanak yapan aynı türde ve farklı yaştaki birimlerin yan yana geldiği kesimlerde bu birimlerin bağıl yaşları kıyaslanarak belirlenir. Yüz yılı aşan bir süredir yararlanılan bu "klasikleşmiş yönteme" göre fay bloklarının ötelendiği taraf, "görece daha yaşlı olan birimin ait olduğu blok yükselen bloktur" ilkesi uyarınca saptanmaktadır. Ancak verev atımlı bazı faylarda klasikleşmiş yöntemle saptanan blok ötelenme tarafı, doğada gerçekleşen ile çelişmekte, bir normal fay bir ters faymış gibi algılanmaktadır. Yanıltan faylar, sadece, blokları herhangi bir dönme hareketi yapmadan, hep aynı doğru boyunca hareket eden ve dolayısıyla fay çizikleri bir doğru şeklinde olan verev atımlı faylarda görülebilir. İdeal doğrultu atımlı faylar, ideal eğim atımlı faylar, ideal düşey faylarda yanıltma söz konusu değildir. Bu olgu fayın kayma yönü, faylanan istifin konumu ve stratigrafik ilişkisinden kaynaklanmaktadır. Eğer kendi içinde uyumlu, düşey veya tekdüze eğimli bir istifi kesen verev atımlı bir fayın gerçek atım vektörünün (fay çizikleri) dalım yönü kesilen istifin görece yaşlı biriminden daha genç birimine gidiş yönünde ise söz konusu fay yanıltan bir faydır. Bu faylarda "klasikleşmiş yöntem" uyarınca blok ötelenme tarafını belirlemek yanıltıcı sonuçlar doğurur. Bu durumla en sık karşılaşılan yapılar kıvrımlardır. Verev atımlı bir fayla kesilen herhangi bir kıvrımın, bir kanadında fayın kayma yönü istifin görece genç biriminden yaşlı birimine doğru ise diğer kanadında mutlaka yaşlı birimden daha genç birime gidiş yönünde yani "yanıltan fay" özelliğinde olacaktır. Eğer bu gerçek görmezden gelinir ise aynı verev atımlı bir fay, kıvrımın bir kanadında normal diğer kanadında ters fay olarak algılanacaktır. Yanıltan faylarda blok ötelenme tarafını doğru saptamak için klasikleşmiş yöntemi tersten uygulamak gerekir. Diğer bir anlatımla yanıltan fay hattı boyunca yan yana gelen farklı yaşta aynı tür kayaçlardan görece genç birimi içeren blok yükselen, görece yaşlı birimi içeren blok ise düşen blok olarak saptanır.

Anahtar Kelimeler: Fay, fay hareket göstergesi, fay çizikleri, gerçek atım vektörü, ideal fay, verev atımlı fay, yanıltan fay.

Abstract

The classification of faults is made by considering the formation mechanism, geometric shape of the fault and the side fault blocks are offset. Slickenlines indicating the movement direction of the blocks on a fault surface are one of the most important indicators used to determine block offset details. However, due to reasons such as erosion and fault re-activation, kinematic indicators may guide to conclusion. In such circumstances, block movement directions are determined by comparing the relative ages of units of the same type that comply with the principle of superposition and come into contact along the fault line. According to this century-old "classical method", block offset direction is determined following the principle of "block with the older unit is the upthrown block". However, in some oblique-slip faults, the block offset direction determined by the classical method contradicts what occurs in nature, and a normal fault is perceived as a reverse fault. Misleading faults can only be seen in translational oblique-slip faults, where the blocks offset without any rotational movement. Misleading is not the case in ideal strike-slip, dip-slip, and vertical faults. This phenomenon is originated from the offset direction of the fault, position of the faulted strata, and its stratigraphy. If the dip direction of the true displacement vector (slickenlines) of an oblique-slip fault, cutting a vertical or uniformly dipping strata, is in the same direction from older to younger unit, the fault in question is a misleading fault. Determining block offset direction according to the classical method in these faults will provide misleading results. The structures that most frequently encounter this situation are folds. While the slip direction of an oblique-slip fault on one limb of a fold is from the younger to older unit, on the other limb it will definitely be from the older to younger unit, featuring a "misleading fault". Ignoring this fact will cause perceiving the same oblique-slip fault as a normal fault on one limb and as a reverse fault on the other limb. In order to correctly determine the block offset direction in misleading faults, it is necessary to apply the classical method in reverse order. So, among the rocks of same type but different ages juxtaposing along a misleading fault, the block containing the younger unit is determined as the upthrown block, and the block containing the older unit is determined as the downthrown block.

Keywords: *Fault, kinematic indicator of fault, slickenlines, true displacement vector, ideal fault, oblique-slip fault, misleading fault.*

BÖLGESEL JEOLOJİ VE TEKTONİK OTURUMU

Regional Geology and Tectonics Session

Erdin BOZKURT, Abdurrahman DOKUZ, Oğuz Hakan GÖĞÜŞ, Gürol SEYİTOĞLU, Erdinç YİĞİTBAŞ

Poster Sunumlar/*Poster Presentations*

Çüngüş Önülke Havzası'nın Erken Miyosen Çökellerindeki Deformasyon Yapıları (Güneydoğu Türkiye)

Deformation Structures in Miocene Deposits of the Çüngüş Foreland Basin (Southeast Türkiye)

Tolga Esirtgen (1), Ali Ergen (1), Alper Bozkurt (1), Ercan Tuncay (1), Ayhan Ilgar (1)

(1) Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara, Türkiye
(tolga.esirtgen@mta.gov.tr)

Öz

Güneydoğu Anadolu Kenet Kuşağı'nda yer alan Pütürge Masifi'nin önünde, erken Miyosen'de, Çüngüş Önülke Havzası açılmış ve bu havzada Lice Formasyonu'nun derin denizel türbidit çökelleri ile Fırat Formasyonu'nun sığ denizel karbonatları depolanmıştır. Çüngüş-Ergani arasında yer alan inceleme alanı içinde bindirme fayları, ters faylar, doğrultu atımlı faylar, normal faylar ve kıvrımlar gibi pek çok deformasyon yapıları belirlenmiş, bu yapılardan ölçülen düzlemsel ve çizgisel veriler analiz edilmiştir. Depolanma sırasında ve sonrasında oluşmuş bu yapısal unsurlar, stratigrafik ve sedimantolojik kayıtlar ile birlikte havza deformasyon evriminin bölgesel çatı içinde kurulmasına olanak sağlamıştır. Havzada tanımlanan fay ve kıvrım eksen düzlemleri genel olarak KD-GB doğrultulu uzanıma sahiptir. Bindirme fayları ve ters faylar Çüngüş-Çermik ilçeleri arasında yoğunlaşmış olup fay düzlemleri boyunca Pütürge Masifi, Koçali-Karadut Kompleksi ve Gaziantep Formasyonu'na ait kayaçlar kuzeybatıdan güneydoğuya doğru Lice Formasyonu üzerine itilmiştir. Ters fay düzlemlerinde yer alan kayma çiziklerinin çözümleri ana paleogerilmelerin σ1=334°/13°, σ2=244°/03°, σ3=140°/77° yönlerinde etkin olduğunu göstermiştir. Ters fay düzlemleri çoğunlukla K64°D doğrultulu, KB yönüne eğimli ve GD verjanslı düzlemler şeklinde gelişmiştir. Pütürge Masifi'nin Lice Formasyonu'na bindirmesine bağlı olarak masifin güney dokanağında kırık ve çatlak sistemleri, Lice Formasyonu'nda ise geniş bir kataklastik deformasyon zonu gelişmiştir. Masifin dokanağa yakın bölümlerinde ölçülen 36 ters fay düzlemi küresel projeksiyonda incelendiğinde bu düzlemlerin genel konumunun K64°D doğrultusunda ve KB yönüne eğimli olduğu belirlenmiştir. Normal faylar genellikle Lice Formasyonu ile Fırat Formasyonu arasında gelişmiş olup fay düzlemleri kuzeybatıya eğimlidir. Bindirme ve kör bindirmelere bağlı olarak gelişen kıvrımlar genellikle Ergani çevresinde yoğunlaşmıştır. Kıvrım eksen düzlemleri kuzeybatı yönüne eğimlidir. Genel olarak KB-GD doğrultulu yırtılma fayları hem bindirme/ters fay düzlemlerini hem de kıvrım eksen düzlemlerini dik veya dike yakın konumda kesmektedir. Faylanmaya neden olan ana paleogerilmeler sırasıyla σ1=125°/52°, σ2=31°/03°, σ3=299°/38° yönlerinden etkin olmuştur. Bunun sonucunda K55°B doğrultulu ve KD yönüne eğimli verev doğrultu atımlı faylar gelişmiştir. Tüm bu yapısal veriler Çüngüş Önülke Havzası'nda depolanan çökellerin KB-GD yönlü bir sıkışma rejiminde, KB'dan GD'ya etkin olan kuvvetlere bağlı olarak deforme olduğunu gösterir. Pütürge Masifi'nin erken Miyosen dönemindeki güneye hareketi Arap Otoktonu'nun kuzeyinde asimetrik bir havza gelişimini sağlamıştır. Bu hareket bir yandan havzada depolanmayı kontrol etmiş, diğer taraftan depolanma sırasında ve sonrasında havza çökel istifinin tektonik deformasyonuna neden olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Bindirme fayları, Çüngüş önülke havzası, kıvrımlar, kinematik analiz, ters faylar

Abstract

The Çüngüş Foreland Basin, where deep marine turbidites of the Lice Formation and shallow marine carbonates of the Fırat Formation were deposited, opened in the early Miocene adjacent to the Pütürge Massif in the Southeast Anatolian Suture Belt. A substantial number of deformation structures including thrusts, reverse faults, strike-slip faults, normal faults and folds, have been identified in the study area located between Çüngüş-Ergani. Planar and linear data collected from these structures have been analyzed. These syn- and post-depositional structural elements, together with the stratigraphic and sedimentological records, have enabled the reconstruction of the basin's structural evolution within a regional framework. The faults and fold axis planes identified in the basin are predominantly oriented along a NE-SW strike. Along the thrusts and reverse faults, which are largely concentrated between the Çüngüş and Çermik districts, rocks belonging to the Pütürge Massif, the Koçali-Karadut Complex and the Gaziantep Formation have been thrusted onto the Lice Formation from northwest to southeast. The solutions of the slickenlines measured on the reverse fault planes show that the principal paleostresses were acted at the directions of σ1=334°/13°, σ2=244°/03°, and σ3=140°/77°. The SE-vergent reverse faults predominantly developed on the N64°E striking and NW dipping planes. Thrusting of the Pütürge Massif onto the Lice Formation resulted in the formation of fracture systems in the massif southern contact, while a wide cataclastic zone was observed within the Lice Formation. Analysis of 36 reverse fault planes measured from the massif in the vicinity of the contact by global projection revealed that the general orientation of these planes is N64°E striking and NW dipping. Normal faults are predominantly developed between the Lice and Fırat formations and are NW-dipping. The folds, resulting from thrust and blind thrusts, are mainly concentrated around the Ergani district. Their fold axial planes are NW-dipping. The tear faults, which generally strike in a NW-SE direction, cut both thrust/reverse fault planes and fold axis planes in a vertical or near vertical orientation. The main paleostresses responsible for faulting were oriented along σ1=125°/52°, σ2=31°/03°, and σ3=299°/38° directions, respectively, thus facilitating the development of oblique faults with N55°W striking and NE dipping. All these structural data indicate that the sediments deposited in the Çüngüş Foreland Basin were deformed by the forces acting from NW to SE, under a NW-SE compressional regime. The southward movement of the Pütürge Massif during the early Miocene led to an asymmetric basin development north of the Arab Autochthon. This movement not only controlled deposition in the basin but also induced syn- and post-depositional tectonic deformation of the basin's sedimentary sequence.

Keywords: *Thrust faults, Çüngüş foreland basin, folds, kinematic analysis, reverse faults*

ÇEVRE JEOLOJİSİ VE ATIK YÖNETİMİ OTURUMU

Environmental Geology & Waste Management Session

Haluk AKGÜN, Harun AYDIN, Fatma GÜLTEKİN, Özden İLERİ

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

Altın Madenciliğinde Asit Maden Drenajı: Balıkesir İvrindi Altın Cevherleşmesi Örneği

Acid Mine Drainage in Gold Mining: A Case study at Balıkesir İvrindi Gold Mineralization

Ebru Ata (1), Gökhan Murat Yurtoğlu (2), Mustafa Akyıldız (3), Tugay Aktaş (4)

(1)Türkiye Varlık Fonu
(2)Türkiye Varlık Fonu
(3) Çukurova Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü
(4)GEMAR Çevre Ölçüm, Analiz ve İSG Laboratuvarı
(ebruata.81@gmail.com)

Öz

Doğada yaygın olarak bulunan metal sülfür mineralleri, yüzey/yeraltı madencilik aktiviteleri sırasında parçalanıp ufalandığından atmosferik oksijen ve su ile olan teması artmakta ve oksitlenmeye başlamaktadır. Kompleks biyo/jeokimyasal reaksiyonların gerçekleştiği bu oksidasyon işlemleri sonrasında, yüksek sülfat, metal içerikli ve düşük pH'lı Asit Maden Drenajı (AMD) olarak isimlendirilen jeokimyasal oluşumlar meydana gelmektedir.

AMD, dünyada yaygın olarak sülfürlü birimler ile ilişkili olan metalik madenler, kömür madenleri, bazı mühendislik projelerindeki derin kazılarda ve maden işletme faaliyetlerine bağlı olarak görülmektedir. Özellikle altın, bakır, kurşun ve çinko üretiminin gerçekleştiği metalik maden yatakları ile kömür madenleri atık depolama sahalarında Sb, Al, Cr, Cu, Fe, Pb, Mn, Ni, Ag, Zn ve sülfür içeren mineraller toprak ve suda kirliliğe neden olmaktadır. Di-sülfidlerin oksidasyonu, mikrobiyal olarak AMD oluşumuna ve potansiyel toksik element gibi ikincil kirletici maddelerin oluşumuna neden olmaktadır.

Madencilik faaliyetlerinin çevresel etkilerini yönetmek, sürdürülebilir ve güvenli madencilik yapabilmek için AMD oluşturma potansiyellerinin önceden tahmin edilmesi, atığın kaynağında azaltılması, kirliliğin oluşmadan önlenmesi açısından maden atıklarının karakterizasyonu ve yönetimi adına ülkemizde önemli yasal düzenlemeler yapılmıştır. Madencilik faaliyetlerinde ilgili mevzuatlarda tanımlanan limit değerlere uyulması zorunluluk arz etmektedir.

Bu çalışma kapsamında, Balıkesir ili, İvrindi ilçesi sınırları içerisinde bulunan İvrindi Güneş Altın Madeni Projesi kapsamında yürütülecek madencilik faaliyetlerinden kaynaklanabilecek AMD oluşum potansiyeli incelenmiştir.

AMD oluşumuna yönelik kestirimlerin araştırılmasına yönelik arazi ve laboratuvar çalışmaları kapsamında örnekleme programı oluşturulmuştur. Bu kapsamda bölge jeolojisinde görülen hakim litolojik formasyonlar dikkate alınarak örnekleme gerçekleştirilmiştir. Alınan örneklerden Sülfit Zonu, Oksit Zonu ve Mix olarak tanımlanan üç kompozit numune oluşturulmuştur. Numuneler üzerinde Asit Üretme Potansiyeli (AÜP) ve Nötralizasyon Potansiyeli (NP) ile ilgili statik testler gerçekleştirilmiştir.

Sülfit sülfür sonuçları %0,29-%1,06 arasında değişmekte olup; bu sonuçlara göre Sülfit Zonu asit üreten ve Oksit Zonu ile Mix numunesi ise asit üretme potansiyeline sahip olarak belirlenmiştir. 3 numunenin tamamında statik testler gerçekleştirilmiş olup Nötralizasyon Potansiyeli Oranları (NP/AP) 2,86-14,10 arasında hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; Sülfit Zonu numunesi 1<NP/AP< 3 arasındaki değer ile belirsiz bölgede, oksit zonu ve mix numunesi ise NP/AP > 3 değerleri ile asit üretmeyen özellikte olduğu değerlendirilmiştir. Statik testler kapsamında gerçekleştirilen mineralojik analizlerde tespit edilen mineraller de (pirit, kalsit, jips, kuvars, illit vb.) statik testler sonucu elde edilen verileri desteklemektedir.

Anahtar Kelimeler: Asit Maden Drenajı, statik testler, maden atığı, atık yönetimi

Abstract

Metal sulfide minerals, which are commonly found in nature, are fragmented and crushed during surface/underground mining activities. This increases their exposure to atmospheric oxygen and water, leading to oxidation. As a result of these oxidation processes, which involve complex bio-geochemical reactions, geochemical formations known as Acid Mine Drainage (AMD) are generated, characterized by high sulfate and metal concentrations as well as low pH.

AMD is frequently observed in metallic sulfide mines, coal mines, deep excavations in some engineering projects and mining operations in the world. In particular, metallic ore deposits associated with gold, copper, lead, and zinc extraction, as well as coal mine waste storage facilities cause contamination in soil and water through the release of sulfide-bearing minerals and metals such as Sb, Al, Cr, Cu, Fe, Pb, Mn, Ni, Ag, and Zn into soil and water. Oxidation of di-sulfides causes microbial AMD formation and the formation of secondary pollutants such as potentially toxic elements.

In order to manage the environmental impacts of mining activities and ensure sustainable and safe mining practices, significant legal regulations have been established in our country for the characterization and management of mine waste. These regulations aim to predict the potential for AMD generation in advance, minimize waste at its source, and prevent contamination before it occurs. Compliance with the limit values defined in the relevant legislation is mandatory for all mining operations.

Within the scope of this study, the AMD generating potential that may results from mining activities to be operated by the İvrindi Güneş Gold Mine Project located in the borders of İvrindi district of Balıkesir province was investigated.

A sampling programme was prepared for field and laboratory studies in order to investigate the predictions for AMD generation. In this context, sampling was conducted considering the dominant lithological formations observed in the regional geology. Based on the collected samples, three composite samples were prepared, categorized as the Sulfide Zone, Oxide Zone, and Mixed Zone. Static tests related to Acid Production Potential (APP) and Neutralization Potential (NP) were conducted on these samples.

Sulfide sulphide results range from 0.29% to 1.06%;Based on these result Sulfide Zone was identified as acid generating while Oxide Zone and Mix sample was identified as acid generating potential. Static tests were performed on all 3 samples and Neutralization Potential Ratios (NP/AP) were calculated between 2.86-14.10. According to the results obtained; the sulphide zone sample was evaluated to be in the indefinite zone with a value between 1<NP/AP< 3 and the oxide zone and mix sample were evaluated to be non-acid generating with NP/AP > 3 values. The minerals (pyrite, calcite, gypsum, quartz, illite, etc.) detected in the mineralogical analyses conducted as part of the static tests also support the data obtained as a result of the static tests.

***Keywords**: Acid Mine Drainage, static tests, mine waste, waste management*

Maden Atıklarının Karakterizasyonu Sürecinde Bir Temel Bileşen: Numune Alma Planı (TS EN 14899:2009 / CEN/TR 16365:2012)

A Basic Component in the Characterization of Mine Wastes: Sampling Plan (TS EN 14899:2009 / CEN/TR 16365:2012)

İlhan Bettemir (1), Tugay Aktaş (2)

(1) Gemar Çevre Ölçüm ve Analiz Laboratuvarı, Canakkale, Türkiye
(2) Gemar Çevre Ölçüm ve Analiz Laboratuvarı, Çanakkale, Türkiye
(ilhan.bettemir@env.com.tr)

Öz

Dünya nüfusundaki artış ve sanayileşmenin hızlanması, metal ve mineral taleplerinde önemli bir yükselişe yol açmıştır. Özellikle elektrikli araçlar, yenilenebilir enerji teknolojileri ve elektronik cihazlar gibi sektörlerde kullanılan bakır, lityum, kobalt ve nikel gibi baz ve kritik minerallere olan ihtiyacın artması dikkat çekmektedir. Ayrıca, inşaat, altyapı projeleri ve imalat sektörlerindeki büyüme de madencilik ürünlerine duyulan talebi kayda değer ölçüde artırmaktadır. İnsanlık bir yandan daha fazla ve temiz enerjiye ulaşmaya çalışırken, diğer yanda da madenlerden kaynaklanan atık ve kaza sonucu oluşan çevre felaketlerinin yarattığı tedirginlikle, madencilik faaliyetlerine karşı yoğun baskı gruplarının oluşmasına destek vermektedir.

Madenlerin işletilmesi sonucu oluşan atıkların ayrıştırılması ve depolanması aşamalarındaki yanlış uygulama ve kazalar, asit kaya drenajı gibi oluşumlar çevre ve insan sağlığı açısından geri dönüşümü imkaansız sonuçlar yaratırken, madenlerin sürdürülebilir yönetimi açısından ciddi sonuçlar doğurmaktadır.

Avrupa Komisyonu, madencilik faaliyetlerinden kaynaklanan atıkların özellikle su, hava, toprak, fauna ve flora ile çevre üzerindeki olumsuz etkileri ve maden çıkarma endüstrilerinden kaynaklanan atıkların yönetiminin bir sonucu olarak ortaya çıkan insan sağlığına yönelik riskleri önlemeyi ve/veya mümkün olduğunca azaltmak amacı ile 2006/21/EC sayılı Direktifi yürürlüğe koymuştur. Direktif, doğrudan maden kaynaklarının araştırılması, çıkarılması, arıtılması ve depolanmasını kapsamaktadır. Komisyon, "Maden çıkarma endüstrilerinden kaynaklanan atıkların karakterizasyonuna ilişkin standartlaştırılmış yöntemlerin geliştirilmesi" için Avrupa Standardizasyon Komitesi'ni (CEN) görevlendirmiştir. Çalışmalar sonucunda beş temel standart ile Avrupa Normu olarak tanımlanan standartlar oluşturularak yürürlüğe konulmuştur.

Ülkemiz tarafından da kabul edilen bu standartlardan "TS EN 14899 Atıkların tanımlanması- Atık malzemeden numune alma - Bir numune alma planının hazırlanması ve uygulanması için çerçeve" olarak TSE tarafından standardize edilmiştir. EN Standardı belgelerinin zorunlu gerekliliği ve TS EN 14899'un omurgası olan Numune Alma Planı, bir Numune Alma Planının aşamalarını, planın her aşamasında yer alacak personelin görev, yetki ve yetkinliklerini, numunelerin paketlenme, taşınma, analiz ve raporlanmasına kadar geçen süreç içerisindeki dokümantasyonu tanımlarken, numune alan kişinin numune alma konusunda özel bilgi ve deneyime sahip olması gerektiğine de önemli bir vurgu yapmaktadır.

Maden arama süreçlerinde görev yapan deneyimli Yer Bilimcilerin, madenlerin işletilmesi aşamalarında oluşacak atıkların, TS EN 14899 çerçevesinde Atık Karakterizasyonu yapılması amacına dönük Numune Alım Planlarının hazırlanması ve yürütülmesi süreçlerinde etkin rol almaları, madencilik faaliyetlerinin yürütülesi açısından hayati önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Maden atıkları, atık karakterizasyonu, numune alma planı, çevre

Abstract

The increase in the world population and the acceleration of industrialization have led to a significant rise in the demand for metals and minerals. It is noteworthy that the need for base and critical minerals such as copper, lithium, cobalt and nickel, which are used especially in sectors such as electric vehicles, renewable energy technologies and electronic devices, is increasing. In addition, growth in the construction, infrastructure projects and manufacturing sectors is significantly increasing the demand for mining products. On the one hand, humanity is trying to reach more and cleaner energy, on the other hand, it supports the formation of intense pressure groups against mining activities due to the wastes caused by the mines and the environmental disasters resulting from accidents in mining areas.

Incorrect practices and accidents in the extraction, separation and storage of mining wastes and acid rock drainages caused by the storage of wastes create irreversible consequences in terms of the environment and human health, and have serious consequences in terms of sustainable management of mines.

The European Commission has enacted Directive 2006/21/EC with the aim of preventing or reducing as much as possible the negative impacts of waste from mining activities, in particular on water, air, soil, fauna and flora and the environment, and the risks to human health arising as a result of the management of waste from mining industries. The Directive covers direct exploration, extraction, treatment and storage of mineral resources. The European Committee for Standardization (CEN) is commissioned to 'develop standardised methods for the characterisation of wastes from extractive industries' and as a result of the studies, five basic standards and European Norms were created and put into effect.

These standards are all excepted by Turkish Government and "EN 14899 Identification of wastes - Sampling from waste material - Framework for the preparation and implementation of a sampling plan" is standardized by TSE as Turkish Standard. The Sampling Plan, which is the mandatory requirement of EN Standard documents and the backbone of TS EN 14899, defines the stages of a Sampling Plan, the duties, authorities and competencies of the personnel who will take part in each stage of the plan, the documentation in the process from packaging, transportation, analysis and reporting of the samples, and also emphasizes the the sampler's special knowledge and experience in sampling.

It is vital for the execution of mining activities that experienced Earth Scientists working in mineral exploration processes take an active role in the preparation and execution of Sampling Plans for the purpose of Waste Characterization within the framework of TS EN 14899 of the wastes that will be generated during the operation of the mines.

Keywords: *Mining wastes, waste characterization, sampling plan, environment*

Balya (Balıkesir) Bölgesi Jeojenik Kökenli Parametrelerin Tespiti ve Antropojenik Kirliliğin Değerlendirmesi

Determination of Geogenic Parameters and Assessment of Anthropogenic Contamination in Balya (Balıkesir) Region

Hasan Elibol (1), Özden İleri (1), Ayşe Özkara (1), Merve Kızıltaş (1), Ezgi Çelikel (1), Banu Algan Karabacak (1), Birol Emiralioğlu (1)

(1) MTA Genel Müdürlüğü Çevre Araştırmaları Dairesi Başkanlığı
(ozden.ileri@mta.gov.tr)

Öz

Günümüzde hızla artan kentleşme, sanayileşme, fosil yakıtların aşırı kullanımı, çevreye olan duyarsızlık, madencilik, tarımda aşırı ilaç ve gübre kullanımı; hava, toprak ve su kaynakları üzerinde çevre kirliliğine neden olmaktadır. Son yıllarda yapılan çalışmalar, ağır metallerin doğrudan ya da dolaylı olarak, ekosistemde önemli kirleticiler arasında yer aldığını göstermiştir. Ağır metaller, doğal yollardan ya da insan kökenli faaliyetlerle toprak, su ve bitkilerin bünyesine geçtiklerinde, çözünürlüklerinden dolayı son derece toksik kirleticilere dönüşebilmektedir.

Metalik, endüstriyel ve enerji hammaddesi ruhsat sahalarında, madencilik öncesi ve sonrası yapılacak olan çevresel jeokimya araştırmalarında sediman, toprak, su ve bitki örneklerinden jeokimyasal temel değerlerin (background) belirlenmesi gerekmektedir. Belirlenen bu veriler, jeojenik ve antropojenik etkilerin araştırılması, işletme öncesi, işletme süreci ve işletme sonrasında oluşabilecek çevresel sorunlar ve bunların çözümlerinde kullanılabilmektedir. İşletme esnasında ve sonrasında alınacak ölçümler ile jeokimyasal temel değerlerin karşılaştırılması sonucunda madencilik öncesi ve sonrası arasındaki farklılıklar ortaya konulabilmektedir. Sürdürülebilir bir çevre için, öncelikli olarak çevredeki riskli elementlerin varlığının doğal değerlerine göre nasıl değiştiği bilgisine ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu çalışmayla; Balıkesir İli, Balya İlçesi sınırları içinde kalan Pb-Zn cevherleşme sahası ve çevresini kapsayan 200 km^2 lik bir alanda jeojenik kökenli ağır metallerin temel değerlerinin belirlenmesi ve antropojenik kirlilik kaynaklarının araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda çalışma alanından, toprak (78 adet), dere sedimanı (66 adet), su (84 adet) ve bitkilerde (48 adet) ağır metal içeriklerinin araştırılması amacıyla örnekler alınmıştır. Zn, Mn, As, Cr, Cu, Ni, Pb, Mo, Co, V, Cd gibi ağır metallerin konsantrasyonlarını tespit etmek için jeokimyasal analizler gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanının jeokimyasal temel değerleri (background) tespit edilerek, kirliliğe sebep olması muhtemel antropojenik ve jeojenik faktörler araştırılmıştır. Balya İlçesi'ndeki antropojenik kaynaklı ağır metal ve eser element birikiminin, toprak ve dere sedimanlarındaki derecesini belirlemek amacıyla, antropojenik etkinin hesaplanmasında sıklıkla kullanılan; Zenginleşme Faktörü (Ef), Jeobirikim İndeksi (Igeo), Kirlilik Faktörü (Cf) ve Kirlilik Yükü İndeksi (PLI) gibi indeksler kullanılmıştır. Çevresel parametrelerin mevcut durumu kapsamında, toprak ve dere sedimanında ağır metal birikiminin, çalışma alanının hangi kısımlarında etkili olduğu belirlenmiş ve CBS tabanlı tematik haritalar oluşturulmuştur.

Elde edilen sonuçlar dikkate alındığında, araştırma alanındaki ağır metal konsantrasyonları Zn>Pb>Mn>V>As>Cu>Pb>Ni>Co>Mo>Sb >Cd şeklinde sıralanmaktadır. Yapılan çalışma göstermiştir ki; cevherleşme sahaları, alanda herhangi bir madencilik faaliyeti yapılmamış olsa bile, ağır metal kirliliği riski barındıran sahalardır. Bu nedenle cevherleşme sahaları ve cevherleşme için potansiyel olan alterasyon sahalarındaki ağır metal kirliliği, çevre amaçlı jeokimya çalışmalarının önemini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Jeobirikim indeksi, jeojenik, jeokimyasal temel değer,

Abstract

Today, the rapidly increasing urbanization, industrialization, excessive use of fossil fuels, environmental indifference, mining, excessive use of pesticides and fertilizers in agriculture cause environmental pollution of air, soil and water resources. Recent studies have shown that heavy metals, either directly or indirectly, are also significant pollutants within the ecosystem. When heavy metals pass into the soil, water and plants through natural means or anthropogenic activities, they can transform into highly toxic pollutants due to their high solubility.

In metallic, industrial, and energy raw material license areas, environmental geochemical studies before and after mining are crucial to determine the geochemical background in sediment, soil, water, and plant samples. Acquired data can be utilized to investigate geogenic and anthropogenic impacts, to identify potential environmental issues and solutions that may arise before, during, or after mining operation. By comparing geochemical baseline values and the measurements taken during and after the operation the differences between pre and post mining activities can be stated. For a sustainable environment, it is essential to know how the presence of toxic elements in the environment change according to their natural values.

The aim of this study is to determine the baseline values of geogenic heavy metals and investigate sources of anthropogenic pollution in a 200 km² area encompassing the Pb-Zn ore deposit and surrounding regions within the boundaries of Balya District, Balıkesir Province. In line with this objective, 78 soil, 66 stream sediment, 48 plant, and 84 water samples were collected to investigate the heavy metal content. Geochemical analyses were conducted to detect the concentrations of heavy metals such as Zn, Mn, As, Cr, Cu, Ni, Pb, Mo, Co, V, Cd. By determining the geochemical background values of the study area, potential anthropogenic and geogenic factors that may cause pollution were investigated. In order to determine the degree of anthropogenic heavy metal and trace element accumulation in soil and stream sediments of Balya District, indices such as Enrichment Factor (Ef), Geoaccumulation Index (Igeo), Pollution Factor (Cf) and Pollution Load Index (PLI), which are frequently used for calculating anthropogenic impacts, were applied. Within the scope of the current status of environmental parameters, it has been determined in which parts of the study area the accumulation of heavy metals in soil and stream sediment is effective and thematic maps based on GIS were created.

Considering the acquired results, heavy metal concentrations in the study area are ranked as follows: Zn>Pb>Mn>V>As>Cu>Pb>Ni>Co>Mo>Sb>Cd. The study revealed that mineralization areas, even if no mining activities are conducted, are sites with potential heavy metal contamination risks. Therefore, the heavy metal contamination in mineralization areas and alteration zones with potential for mineralization shows the importance of geochemical studies for environmental purposes.

Keywords: *Geoaccumulation index, geogenic, geochemical baseline value,*

Terk Edilmiş Metalik Madenlerin Akış Aşağısında Yerüstü Suyu Kalitesindeki Değişiklikler: Yağlıdere (Espiye-Giresun) Çayı Örneği

Changes in Surface Water Quality Downstream of Abandoned Metallic Mines: The Case of Yağlıdere Stream (Espiye-Giresun)

Fatma Gültekin (1), Esra Hatipoğlu Temizel (1)

(1) Karadeniz Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Trabzon (fatma@ktu.edu.tr)

Öz

Madencilik faaliyetinin tamamlanmasından sonra rehabilite edilmeden terk edilmiş maden işletmelerinin hem çevre hem de ekosistem üzerine olumsuz etkileri geçmişten günümüze tartışılan bir konudur. Bu olumsuzluklardan etkilenen ortamların başında su kaynakları, tarım arazileri, yaban hayatı ve bitki örtüsü sıralanabilir. Su kaynarı terk edilmiş maden sahaları tarafından kirlenirken sahanın olumsuz etkilerini taşıma görevi de görmektedirler. Bu taşınma nedeniyle yüksek metal konsantrasyonlarına sahadan çok uzaklarda da rastlanabilmektedir.

Çalışmada, eski ve yeni madencilik faaliyetlerinin etkin olduğu Yağlıdere (Espiye-Giresun) Havzasının ana boşalımını sağlayan Yağlıdere Çayı sularındaki metal konsantrasyonlarının membadan mansaba doğru değişimi incelenmiştir. Bu amaç doğrultusunda Yağlıdere Çayı üzerinde 10 sabit örnekleme istasyonu (YD1-YD10) seçilmiş, 2021 Ekim -2022 Ekim tarihleri arasında yerinde ölçüm ve örnekleme işlemleri 5 kez tekrarlanmıştır. Arazide her örnekleme noktasında sıcak (T), pH, Toplam Çözünmüş Katı (TDS), Elektriksel İletkenlik (Eİ) ve Çözünmüş Oksijen (ÇO) parametreleri taşınabilir ölçüm cihazı (dijital HACH-HQ40D) ile ölçülmüştür. Sularda majör iyon (anyon-katyon) ve iz element konsantrasyonlarını belirlemek amacı ile her istasyondan usulüne uygun olarak asitli ve asitsiz iki adet numune alınmıştır. Majör iyon (SO_4, NO_3-N, NO_2-N, NH_3-N, Cl, Ca, Mg, Na, K, F) analizleri DSİ 22. Bölge Müdürlüğü Kimya Laboratuvarında (Ion chromatography) ve iz element analizleri olarak Actlabs (Kanada) laboratuvarında (ICP-MS) 6 Natural Waters+B grubu gerçekleştirilmiştir.

Analiz sonuçlarının standartlarda önerilen sınır değerlerin üzerinde olan parametrelerin (pH, SO_4, NH_3, TP, Al, As, Cd, Cu, Fe, Mn, Se, Zn) dağılım haritaları Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) kullanılarak hazırlanmıştır. Havzada hesaplanan Ağır Metal İndeksi (HPI) değerleri yağışlı mevsimde 15.82-392.28 arasında değişirken, kurak mevsimde 15.32-472.68 arasında değişmektedir.

Çalışma sonucunda havzadaki maden yatakları çevresindeki suları drene eden akarsulardan ve bu akarsuların Yağlıdere'ye karışımından sonra mansap kısmında ölçülen pH değerlerinin daha asidik, EC (25 °C) değerlerinin ise daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Numunelerde ölçülen iz elementlerden (Al, CN, As, Ba, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg Mn, Ni, Pb, Se, Zn ve Co) bazılarının (Al, As, Cd, Cu, Fe, Mn, Se ve Zn) farklı sezonlarda yüksek konsantrasyonda olduğu belirlenmiştir. İz element konsantrasyonları ise havzanın mansap kısmında artmaktadır.

Yağlıdere Çayı'nın su kimyasında çoğunlukla jeojenik kirlilik kaynaklarının (maden atıkları) ve kısmen de antropojenik kirlilik kaynaklarının (tarımsal faaliyetler, evsel atıklar) etkili olduğu belirlenmiştir. Yüksek konsantrasyonlarda gözlenen Al, Fe ve Mn elementleri jeojenik kökenli olup, havzadaki maden yatakları ve madencilik faaliyetleri ile ilişkilendirilmiştir. Ağır Metal İndeksine göre havzadaki akarsulardan Kızıldere (YD-8) ve Acısudere (YD-9) kritik derecede kirlidir.

Anahtar Kelimeler: Ağır metal kirlilik indeksi, Su kalitesi, Yağlıdere.

Abstract

The negative impacts of mining operations abandoned without rehabilitation after the completion of mining activities on both the environment and the ecosystem have been discussed from past to present. Water resources, agricultural lands, wildlife and vegetation can be listed at the top of the list of environments affected by these negativities. While water resources are polluted by abandoned mining sites, they also serve as a carrier of the negative effects of the site. Due to this transportation, high metal concentrations can be found far away from the site.

In this study, the variation of metal concentrations in the waters of the Yağlıdere Stream, which provides the main discharge of the Yağlıdere (Espiye-Giresun) Basin, where old and new mining activities are active, was investigated from upstream to downstream. For this purpose, 10 fixed sampling stations (YD1-YD10) were selected on Yağlıdere Stream and in-situ measurement and sampling procedures were repeated 5 times between October 2021 and October 2022. Temperature (T), pH, Total Dissolved Solids (TDS), Electrical Conductivity (EIC) and Dissolved Oxygen (DO) parameters were measured with a portable meter (digital HACH-HQ40D) at each sampling point in the field. In order to determine the major ion (anion-cation) and trace element concentrations in the water, two acidic and two non-acidic samples were taken from each station. Major ion (SO4, NO3-N, NO2-N, NH3-N, Cl, Ca, Mg, Na, K, F) analyses were performed at the Chemistry Laboratory of DSI 22nd Regional Directorate (Ion chromatography) and trace element analyses were performed at Actlabs (Canada) laboratory (ICP-MS) 6 Natural Waters+B group.

Distribution maps of the parameters (pH, SO4, NH3, TP, Al, As, Cd, Cu, Fe, Mn, Se, Zn) whose analysis results are above the limit values recommended in the standards were prepared using Geographic Information System (GIS). Heavy Metal Index (HPI) values calculated in the basin vary between 15.82-392.28 in the wet season and 15.32-472.68 in the dry season.

As a result of the study, it was determined that the pH values measured in the downstream part of the basin after the rivers draining the waters around the mine deposits in the basin and the mixing of these rivers with Yağlıdere were more acidic and the EC (25 °C) values were higher. Some of the trace elements (Al, CN, As, Ba, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, Se, Zn and Co) measured in the samples (Al, As, Cd, Cu, Fe, Mn, Se and Zn) were found to have high concentrations in different seasons. Trace element concentrations increase in the downstream part of the basin.

It was determined that geogenic pollution sources (mine wastes) and partly anthropogenic pollution sources (agricultural activities, domestic wastes) were effective in the water chemistry of Yağlıdere Stream. Al, Fe and Mn elements observed in high concentrations are of geogenic origin and are associated with mineral deposits and mining activities in the basin. According to the Heavy Metal Index, Kızıldere (YD-8) and Acısudere (YD-9) are critically polluted.

Keywords: *:Heavy metal pollution index, Water quality, Yağlıdere*

Granitoyid Atıklarının (Gümüşhane) Seramik Sırlarda Renklendirici Olarak Kullanılması: Sürdürülebilir Üretim Açısından Bir Değerlendirme

Use of Granitoid Waste (Gümüşhane) as a Coloring Agent in Ceramic Glazes: An Evaluation from the Perspective of Sustainable Production

Fidan Tonza Helvacıkara (1), Aslı Çakır Arıanpour (2), İmre Deniz Işıktaş (1), Mehmet Ali Gücer (3), Ferkan Sipahi (3), Serap Bedel Özek (1),

(1) Ondokuzmayıs Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Seramik ve Cam Bölümü (fidan.tonza@omu.edu.tr, imredeniz.isiktas@omu.edu.tr, serap.bedel@omu.edu.tr).
(2) Kastamonu Üniversitesi, Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi, Seramik ve Cam Bölümü (acakir@kastamonu.edu.tr).
(3) Gümüşhane Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü (maligucer@gumushane.edu.tr, ferkansipahi@gumushane.edu.tr)

Öz

Seramik üretimi, doğadan çıkarılan çeşitli hammaddelerin işlenmesiyle gerçekleştirilen bir süreçtir. Ancak, hızla artan dünya nüfusu, çevresel kirlilik ve sınırlı doğal kaynaklar, bu hammaddelerin dikkatli ve verimli kullanımını zorunlu kılmaktadır. Ayrıca, doğal rezervlerin tükenmesi ve çevresel sorunların artması, atıkların geri dönüşümüne olan ihtiyacı artırmaktadır. Seramik sektörü, bu soruna alternatif çözümler arayarak atıkların geri dönüşümünü teşvik etmektedir. Doğal taş endüstrisinde de büyük miktarlarda atık oluşmakta ve bu atıkların geri kazanımı hem çevresel hem de ekonomik açıdan önemli fırsatlar sunmaktadır. Bu bağlamda, granitoyid atıkları, seramik sırlarda renklendirici olarak kullanılabilecek potansiyel bir malzeme olarak dikkat çekmektedir.

Çalışma kapsamında, seramik sırlarda renklendirici olarak kullanılmak üzere, Gümüşhane il merkezinde faaliyet gösteren mermer ve granitoyid türü kayaçları işleyen bir mermer firmasından kullanımı sonlandırılmış (atıl) granitoyid numuneleri derlenmiştir. Belirli bir boyut aralığına sahip olmayan bu numuneler genel olarak birkaç cm ile birkaç m arasında değişen boyutlara sahiptir. Granitoyid numunelerinin petrografik analizleri yapılmış; granodiyorit, diyorit ve granit olarak sınıflandırılmıştır. Bu numunelerden sır denemeleri için altere olmamış ve çatlaklar arası ikincil mineral dolgusu (silisleşme, karbonatlaşma, killeşme vb.) içermeyenler seçilmiştir. Bununla birlikte seçilen tüm numuneler analiz öncesi yıkanarak killi-çamurlu (toprak) kısımlar temizlenmiştir.

Granitoyid numuneleri farklı oranlarda kuvars, plajiyoklas, ortoklas, biyotit, hornblend ve opak mineral içermektedir. Sır denemeleri için uygun görülen granodiyorit numunelerinde biyotit ve hornblend gibi mafik mineral içeriğinin diğer minerallere oranla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Seramik sırlarının renginin değiştirilmesinde toplam demir (Fe_{2O3}) önemli rol oynamakta olup seçilen granodiyorit örneğinde bu değer (Fe_{2O3}: %3,96) nispeten daha yüksektir. Hazırlanan beş farklı seramik (kırmızı, şamot, döküm, porselen ve stoneware) deneme plakaları 950°C de pişirilmiştir. Farklı oranlarda granodiyorit atığı kullanılarak hazırlanmış sır kompozisyonları seramik plakalara uygulanarak yüzey oluşumları incelenmiştir. Elde edilen veriler, granitoyid atıklarının gerek mineralojik gerekse jeokimyasal özellikleri nedeniyle seramik sektöründe renklendirici olarak kullanılabileceğini göstermiştir.

Bu çalışma, atıkların geri kazanımı ve sürdürülebilir üretim yöntemlerinin seramik sektöründe nasıl daha etkin bir şekilde uygulanabileceğine dair önemli bir örnek sunmaktadır. Granitoyid atıklarının seramik endüstrisine katılması, yüksek maliyetli geleneksel malzemelere alternatif oluşturarak sürdürülebilir bir üretim modeline katkı sağlarken, çevresel etkileri azaltıp ekonomik faydalar sunarak doğal kaynakların daha verimli kullanılmasına imkân tanıyacaktır.

Anahtar Kelimeler: Granitoyid atık, seramik sır, renklendirici, geri dönüşüm, s**ürdürülebilirlik**, Gümüşhane.

Abstract

Ceramic production is a process that involves the processing of various raw materials extracted from nature. However, the rapidly increasing world population, environmental pollution, and limited natural resources make careful and efficient use of these raw materials essential. Additionally, the depletion of natural reserves and the rise of environmental problems increase the need for waste recycling. The ceramic industry is seeking alternative solutions to promote the recycling of waste materials. Large quantities of waste are also generated in the natural stone industry and the recovery of these wastes presents significant environmental and economic opportunities. In this context, granitoid wastes stand out as a potential material that can be used as a coloring agent in ceramic glazes.

In this study, waste granitoid samples were collected from a marble company that processes marble and granitoid rocks in the center of Gümüşhane province for use as colorants in ceramic glazes. These specimens do not have a specific size range and generally have sizes ranging from a few centimeters to a few meters. Petrographic analysis of the granitoid samples was carried out and they were classified as granodiorite, diorite and granite. Among the samples taken from the marble company, samples that were unaltered and did not contain secondary mineral fillings (such as silicification, carbonation or argillisation) within cracks were selected for ceramic glaze tests. In addition, all selected samples were washed before analysis to remove clayed and muddy parts, including soil residues.

Granitoid samples contain quartz, plagioclase, orthoclase, biotite, hornblende, and opaque minerals in proportions that vary from sample to sample. It was determined that the content of mafic minerals such as biotite and hornblende in the granodiorite sample, which was considered suitable for glaze testing, was relatively higher than the others. The amount of total iron ($Fe_{2O3:}$ 3.96%), which plays an important role in changing the color of ceramic glazes, is relatively higher in the selected granodiorite. Five different ceramic test plates (red, chamotte, cast, porcelain and stoneware) were fired at 950°C. Glaze compositions prepared using different proportions of granodiorite waste were applied to ceramic plates and surface formations were investigated. The data obtained showed that granitoid wastes can be used as colorants in the ceramic industry due to their mineralogical and geochemical properties.

This study provides a significant example of how waste recycling and sustainable production methods can be more effectively implemented in the ceramic industry. The integration of granitoid waste into the ceramic production will contribute to a sustainable production model by providing an alternative to high-cost traditional materials, while it will enable more efficient utilization of naturel resources by mitigating environmental impacts and offering economic advantages.

Keywords: *Granitoid waste, ceramic glaze, coloring agent, recycling, sustainability, Gümüşhane.*

Türkiye Hidrojeokimya Atlası Çalışması ve Çevresel Jeoloji Açısından Önemi

Study of the Hydrogeochemical Atlas of Türkiye and its Importance in Environmental Geology

Özden İleri (1), Ayşe Özkara (1), Hasan Elibol (1), Ezgi Çelikel (1), Banu Karabacak (1), Birol Emiralioğlu (1), Hayri Taner Gündüzalp (2), Yasin Balcıoğlu (2), Merve Kızıltaş (1)

(1) MTA Genel Müdürlüğü Çevre Araştırmaları Dairesi Başkanlığı
(2) MTA Uluslararası Madencilik A.Ş. (MTAIC)
(ozden.ileri@mta.gov.tr)

Öz

Tüm canlılar için gerekli ve vazgeçilmez olan su, günümüzde kentleşme ve sanayileşmenin artmasıyla birlikte giderek önem kazanmaktadır. Yerkabuğunun heterojen ve anizotrop yapısı (karmaşık litolojik birimler, mineral bileşenleri vb) madencilik ve çevresel etkenleri de beraberinde getirmektedir. Söz konusu çevre problemlerinin giderilmesinde; özellikle jeokimyasal yöntemler kullanılarak araştırılmalar yapılmakta ve çözüm üretilmeye çalışılmaktadır. Günümüzde doğal kaynaklarımızın; korunması ve sürdürülebilirliğinin önemi giderek arttırmaktadır. İklimsel değişiklik, nüfus artışı ve sanayileşme suya olan talebi artırmaktadır. İçme veya kullanma amaçlı sular için farklı kirlilik parametrelerine bakılmaktadır. Bunların yanı sıra, nehirlerde ve su kaynaklarındaki iz elementlerin (As, Sb, Hg, Sb, Cu, Pb) miktarı ve içeriği, kirletici bir kaynağın varlığını veya muhtemel bir maden yatağını işaret edebilmektedir.

Suların kimyasal yapısı, yüzeyden derinlere doğru sızan su ile kayaçlar arasındaki etkileşimlerin bir sonucudur. Kayaçlar; toprak, su, hava, bitki, hayvan ekosistemleri üzerine, dolayısıyla çevrenin kimyasına etki yapmaktadır. Suların kimyasal yapısındaki değişim, insan etkisini ve/veya jeolojik faktörleri doğrudan veya dolaylı olarak yansıtmaktadır. Suların anyon ve katyon değerleri, suyun beslenmeden itibaren yeryüzüne ulaşana kadar kat ettiği jeolojik birimler hakkında, bilgi vermektedir. İyi bir taşıyıcı olan suyun bünyesinde bulunan elementler ve iyon konsantrasyonları, hidrojeokimyasal veri setlerini oluşturmaktadır. Hidrojeokimya atlasını oluşturan bu veri setleri; çevre kirliliği kaynağının ve yayılımının belirlenmesi, arazi kullanım planlaması, risk yönetimi, kentleşme, tarımsal planlama, su kalitesinin tespiti, kullanım alanlarının belirlenmesi, canlıların sağlığını tehdit eden faktörlerin değerlendirilmesi gibi çevre amaçlı kullanılabilir. Ayrıca bu veri setleri yeni maden kaynaklarının bulunması, petrol, doğalgaz ve jeotermal enerji araştırmaları gibi keşif amaçlı olarak da kullanılabilmektedir. Suyun yalın hali ile özelliklerinin bilinmesi gelecekte karşılaşılabilecek potansiyel çevre problemleri ve çeşitli jeolojik problemlerin çözümü için veri tabanı oluşturulmasında kullanılabilecektir. Hidrojeokimya Atlasları, özellikle madenciliğin gelişmiş olduğu ülkelerde detaylı bir şekilde üretilmektedir. Bu tür atlaslar hem madencilik faaliyetine hem de çevresel parametrelere toplu bir bakış açısı getirilmesi bakımından önem taşımaktadır.

MTA Genel Müdürlüğü 2022 yılından beri Türkiye Hidrojeokimya Atlası oluşturulması kapsamında çalışmalar gerçekleştirmektedir. Çalışmada, 1/100 000 ölçekli harita baz alınarak, yaklaşık 8-10 km mesafede bir doğal su çıkışından, 1 adet asitli, 1adet asitsiz su örneği alınmış ve kaynak başında çoklu parametreli ölçüm cihazı ile suların fizikokimyasal özellikleri (pH, EC, SAL, TDS, C, ATM, SPC) ölçülmüştür. Her bir paftadan ortalama 200-240 arasında değişen su numunesi alınmıştır. Örneklerde majör iyon (Ca, Mg, Na, K, Cl, F, CO_3, HCO_3, NO_2, NO_3, PO_4, alkalinite, sertlik) ve eser element (Cr, Zn, Ni, Li, Fe, Mn, As, Ba, Sr, B, Mo, vb) analizleri gerçekleştirilmiştir. Her bir parametre için ayrı ayrı tematik haritalar oluşturulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Su kimyası, çevre jeolojisi, hidrojeokimyasal atlas

Abstract

Water, an essential and indispensable substance for all living beings, has gained increasing importance with the rise of urbanization and industrialization. The heterogeneous and anisotropic structure of the Earth's crust (complex lithological units, mineral components, etc.) brings along mining and environmental factors. In addressing environmental problems, especially geochemical methods are being used for research and solutions. The importance of protecting our natural resources and ensuring their sustainability is increasing day by day. Climatic changes, population growth, and industrialization are increasing the demand for water. Different pollution parameters are considered for drinking or usage water. Additionally, the concentration and composition of trace elements (As, Sb, Hg, Cu, Pb, etc.) in rivers and water sources may indicate the presence of a polluting source or a potential mineral deposit.

Water chemistry is the result of interactions between water infiltrating from the surface to deeper layers and the surrounding rocks. Rocks influence soil, water, air, plant, and animal ecosystems, and consequently, affect the chemistry of the environment. Changes in water chemistry directly or indirectly reflect human impact and/or geological factors. The anion and cation values in water provide information about the geological units the water has passed through before reaching the surface. The elements and ion concentrations in water, which serves as an excellent carrier, form hydrogeochemical datasets. These datasets can be used for environmental purposes, such as identifying the sources and spread of environmental pollution, land-use planning, risk management, urbanization, agricultural planning, determining water quality, defining usage areas, and assessment of factors endangering the health of living organisms. Additionally, they have applications in exploration purposes, such as mineral resources, petroleum, natural gas, and geothermal energy. Knowledge of the properties of water in its purest form can help create a database for solving potential future environmental and various geological problems. Hydrogeochemistry Atlases are produced in detail, particularly in countries with developed in mining. These atlases are crucial for offering a comprehensive overview of both mining operations and environmental parameters.

Since 2022, the General Directorate of MTA has been conducting studies on the creation of the Hydrogeochemical Atlas of Türkiye. In the study, based on a 1/100,000 scale map, one acidic and one non-acidic water sample were taken from a natural water outflow located approximately within every 8-10 km and the physicochemical properties of the waters (pH, EC, SAL, TDS, C, ATM, SPC) were measured using a multi-parameter measurement device on-site. An average of 200-240 water samples were collected from each sheet. Major ion (Ca, Mg, Na, K, Cl, F, CO3, HCO3, NO2, NO3, PO4, alkalinity, hardness) and trace element (Cr, Zn, Ni, Li, Fe, Mn, As, Ba, Sr, B, Mo, etc.) analyses were performed on the samples. Individual thematic maps were created for each parameter.

Keywords: *Water chemistry, environmental geology, hydrogeochemical atlas*

Maden Atıklarındaki Saklı Değerler: Minör ve Kritik Metaller

The Hidden value in the Mining Waste: Minor and Critical Metals

Nuray Karapınar

MTA Genel Müdürlüğü Çevre Araştırmaları Dairesi
Çukurambar mah. Dumlupınar Blv. No:11 06530 Çankaya/Ankara
(nuray.karapinar@mta.gov.tr)

Öz

Madencilik faaliyeti ömrü ekonomik rezervin miktarı ile sınırlı olan sonlu bir ekonomik faaliyetti olup, geride depolanması ve uzun dönem yönetilmeyi gerektiren maden atıklarını (pasa ve/veya zenginleştirme atığı) bırakmaktadır. Madencilik sektörünün en tartışmalı ve kamuoyu nezdinde en görünür bileşeni olan ve çevreci gruplar tarafından madenciliğin verdiği zararın delili olarak gösterilen maden atıklarının yönetimi özellikle atık barajı kazaları ve asit maden drenajı potansiyeli gibi insan sağlığı ve çevre açısından yaratabileceği riskler temelinde Dünya'da artan öneme sahip olduğu biliniyor. Çevreci kaygılardan kaynaklı 20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren artan bu önemin yanı sıra günümüzde maden atıkları, ileri teknoloji metallerinin tedarikinde "mineral hammadde kaynağı" olarak değerlendirilebilme potansiyeli ile önem kazanmıştır. Bu ilginin temelinde majör metal özellikle de baz metal yatakları ile ilişkili olan minör metaller (çoğu ileri teknoloji metalleri olan) varlığı yer almaktadır. Ayrıca, doğal kaynakların verimli ve etkin kullanımını öngören ve geçen yüzyılın ikinci yarısında küresel ölçekte geniş bir uygulama alanı bulan sürdürülebilir kalkınma modeli ve daha yakın zamanda gündeme gelen döngüsel ve yeşil ekonomi modeli maden atıklarının ikincil mineral hammadde kaynağı olarak kullanımına olan ilgiyi artırmıştır. Geçmişte daha yüksek tenörlü cevherlerin işletildiği ve kullanılan teknolojiler ve zenginleştirme oranlarının daha düşük olduğu göz önünde bulundurulduğunda eski maden atıklarının yeniden işleme ve geri kazanım potansiyeli daha yüksektir. Ayrıca ekonomik işletilebilir cevher tenörünün sürekli düşmesi geçmişteki madencilik faaliyetlerinde atığa gönderilen hammaddenin günümüzde potansiyel kaynak olarak değerlendirilmesi imkânını yaratmaktadır. Bu nedenle birçok ülke eski maden atıklarındaki saklı değerlerin geri kazanılması için geri kazanım yoluyla ve/veya özellikle endüstriyel uygulamalarda atık malzemenin doğrudan kullanımı yoluyla maden atıklarının değerlendirilmesine odaklanmaktadır. Potansiyel bir mineral hammadde kaynağı olan maden atıklarının yeniden kullanımı, geri kazanımı ve geri dönüştürülmesi uzun süre yönetilmesi gereken atık miktarını azaltırken aynı zamanda doğal kaynakların etkin kullanımını sağlayarak hem çevresel sürdürülebilirliğe hem de madencilik sektörünün sürdürülebilirlik çabalarına katkı sağlar. Maden atıkları bu sayede maliyet oluşturan bir kirlilik kaynağından gelir getiren bir mineral hammadde kaynağına dönüştürülebilir.

Bu çalışmada da maden atıklarının ekonomide dijital ve yeşil dönüşümü gerçekleştirmek için gerekli olan minör ve ayı zamanda kritik olan metaller için ikincil hammadde kaynağı olabileceği konusu irdelenmiştir.

Anahtar Kelimeler Maden atıkları, kritik metaller, minör metaller, döngüsel ekonomi

Abstract

Mining activity is a finite economic activity whose life is limited by the economic reserve, but it leaves behind mining waste (waste rock and/or enrichment waste) that require storage and long-term management. The management of mine waste, which is the most controversial and visible component of the mining sector and is shown by environmental groups as evidence of the damage caused by mining, is known to have increasing importance all over the world, especially on the basis of the risks it can create for human health and the environment, such as tailings dam accidents and acid mine drainage. In addition to this increasing importance since the second half of the 20th century due to environmental concerns, mine waste has become a different focus of attention today; It is the potential of mining waste to be evaluated as a "mineral raw material source" in the supply of advanced technology metals. The basis of this interest is the presence of minor metals (most of which are high-tech metals) associated with major metal, especially base metal, deposits. In addition, the sustainable development model, which envisages the efficient and effective use of natural resources and has found a wide application area on a global scale in the second half of the last century, and the circular and green economy model that has come to the fore more recently, have increased the interest in the use of mining wastes as secondary mineral raw material sources. Considering that higher grade ores were processed in the past and the technologies used and the enrichment rates were lower, the reprocessing and recycling potential of old mining wastes is higher. In addition, the continuous decrease in the economically exploitable ore grade creates the opportunity to evaluate the raw material sent to waste in past mining activities as a potential resource today. For this reason, many countries focus on the evaluation of mining waste through recycling to recover the hidden values in old mining waste, and especially through the direct use of waste material in industrial applications. Reuse, recovery and recycling of mining waste, which is a potential source of mineral raw materials, reduces the amount of waste that needs to be managed in the long term, while also contributing to both environmental sustainability and the sustainability efforts of the mining sector by ensuring the efficient use of natural resources. In this way, mining waste can be transformed from a cost-generating pollution source into a source of mineral raw materials that generates income.

In this study, it was examined that mining waste can be a secondary raw material source for minor and critical metals required to realize digital and green transformation in the economy.

Keywords: *Mining waste, critical metals, minor metals, circular economy*

Sürdürülebilirlik Kapsamında Madencilik Sonrası Maden Alanlarının Rehabilitasyon Amaçlı Değerlendirilmesi: Burdur Çaltepe Mermer Ocağı Örneği

Post-Mining Rehbilitation of Mineral Areas within the Scope of Sustainability: A Case Study of Burdur Çaltepe Marble Quarry

Serkan Palas (1), Latif Gürkan Kaya (2), Hüseyin Samet Aşıkkutlu (2), Mesut Gökhan Gümrük (1), Yasin Aşık (2) Ecenur Bulur Pehlivan (1), Alper Demirbugan (1), Hayri Taner Gündüzalp (1), Yasin Balcıoğlu (1), Barbaros Şimşek (3)

(1) Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü Çevre Araştırmaları Daire Başkanlığı
(2)Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü
(3) Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü Deniz Araştırmaları Daire Başkanlığı
(serkan.palas@mta.gov.tr)

Öz

Madenlerin rehabilitasyon sürecinde çevresel parametrelerin belirlenmesi ve tasarım faktörlerinin uygulanması günümüzde giderek daha önemli hale gelmektedir. Hem çevresel hem de ekolojik ve teknik unsurlar göz önünde bulundurularak rehabilitasyon faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi, sürdürülebilir kalkınma açısından büyük önem taşımaktadır. Bu çalışma, Burdur ili Yeşilova ilçesi **Çaltepe köyünde yer alan terkedilmiş bir mermer ocağının rehabilitasyonunu** incelenmeştir. Çalışmada çevresel parametrelerin rehabilitasyonla entegrasyonu, araştırılması ve değerlendirilmesi temel odaklardan biri olmuştur. Seçilen terkedilmiş bir mermer sahası üzerinden yürütülen rehabilitasyon projesinde, mermer ocağının verimli, dayanıklı ve sürdürülebilir şekilde yeniden kullanılabilecek bir rekreasyon alanına dönüştürülmesi amaçlanmıştır.

Kuvaterner yaşlı birimlerin altında bulunan ve akifer özelliği taşıyan Triyas yaşlı Dutdere Kireçtaşı mermer ocağı olarak işletilmektedir. Mermer ocağı dik eğimle devam eden açık işletmeye ait basamaklardan oluşmaktadır. İşletme sırasında yeraltısu tablası altına inilmesi nedeniyle ocakta su birikintisi meydana gelmiştir. Ocağın içindeki ve çevresindeki yer altı sularının, kalsiyum, magnezyum ve bikarbonat içerikleri yüksektir. Bu durum akiferin altındaki ve çevresindeki ofiyolitik kayaçlardan (peridotit) suyun yıkanarak geldiğinin bir göstergesidir.

Çalışma kapsamında, ocak içerisinde gerçekleşen gölün batimetri etüdü yapılmış, serbest gidişli hatlar üzerinde GPS ve Hypack yazılımı kullanılarak derinlik ölçümleri yapılmıştır. Elde edilen verilere göre, sahadaki en sığ bölgeler, kuzey ve batı taraflarında 1,3 metre derinliğe sahipken, en derin yerin ise 9,6 metre ile sahanın ortasında olduğu belirlenmiştir.

Ocağın ve çevresinin görüntü ve yükseklik verileri drone ile toplanarak, ardından bir Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) oluşturulmuştur. Bu verilerle, Topoğrafik **Eğim Haritası, Eğim Yönleri, Ayrım Kümelenmeleri ve Su Ayrım Kümelenmeleri (alt mikro havzalar) belirlenmiştir. Çalışma alanında, çevresel parametrelerin tespit edilmesi amacıyla 25 toprak ve dere** sedimanı, 20 su numunesi alınmıştır. Ayrıca, rehabilitasyon projesinin yöre halkı üzerindeki etkilerini analiz etmek için SWOT analizi yapılmıştır.

Peyzaj tasarımı kapsamında, ocağın çevresi için 21 farklı senaryo oluşturulmuş ve modelleme yazılımlarıyla çizim yapılmıştır. Bölgedeki tarihi eserlerin varlığı nedeniyle, arkeolojik park (Arkeopark) fikri ön plana çıkmış ve bu fikre dayalı detaylı peyzaj tasarımı yapılmıştır. Bu kapsamda alan analizi yapılmış, ihtiyaç listesi oluşturulmuş ve leke paftası çizilmiştir. Sonrasında ise avan proje **çizimi son** halini almıştır.

Anahtar Kelimeler: Rehabilitasyon, Peyzaj, Mermer Ocağı

Abstract

The determination of environmental parameters and the implementation of design factors in the rehabilitation process of mines are becoming increasingly important today. Conducting rehabilitation activities by considering environmental, ecological, and technical factors is crucial for sustainable development. This study examines the rehabilitation of an abandoned marble quarry located in Çaltepe village, Yeşilova district, Burdur province. One of the main focuses of the study has been the integration, investigation, and evaluation of environmental parameters into the rehabilitation process. The rehabilitation project, carried out on a selected abandoned marble site, aims to transform the quarry into a productive, durable, and sustainable recreational area.

The marble quarry, which is operated as a Triassic-aged Dutdere Limestone unit with aquifer properties, lies beneath Quaternary-aged formations. The quarry consists of stepped benches belonging to an open-pit mining operation with steep slopes. Due to excavation below the groundwater table during the operation, a water accumulation has occurred in the quarry. The underground water in and around the quarry has high calcium, magnesium, and bicarbonate content, indicating that the water has been leached through the underlying ophiolitic rocks (peridotite).

As part of the study, a bathymetric survey of the lake formed within the quarry was conducted. Depth measurements were performed using GPS and Hypack software along free-traveling lines. According to the collected data, the shallowest areas of the site are on the north and west sides, with a depth of 1.3 meters, while the deepest point is in the center of the site, reaching 9.6 meters.

Aerial imagery and elevation data of the quarry and its surroundings were collected using drones, and a Digital Elevation Model (DEM) was created. Based on this data, a Topographic Slope Map, Slope Directions, Watershed Clusters, and Sub-Watershed Clusters were determined. To identify environmental parameters in the study area, 25 soil and stream sediment samples, along with 20 water samples, were collected. Additionally, a SWOT analysis was conducted to assess the impact of the rehabilitation project on the local community.

As part of the landscape design, 21 different scenarios were created, and drawings were made using modeling software. Due to the presence of historical artifacts in the region, the idea of an archaeological park (Archeopark) emerged as a prominent concept, leading to a detailed landscape design based on this idea. Within this scope, a site analysis was conducted, a needs list was created, and a zoning plan was drawn. Subsequently, the preliminary project design reached its final form.

Keywords: *Rehabilitation, Landscape, Marble Quarry*

Artık Yönetimi Kapsamında Burdur İli Mermer Artıklarının Değerlendirilmesi

Evaluation of Marble Residue in Burdur Province within the Scope of Residue Management

Serkan Palas (1), Tunç İslamoğlu (1), Ecenur Bulur Pehlivan (1), Alper Demirbugan (1), Mesut Gökhan Gümrük (1), Yasin Balcıoğlu (1), Hayri Taner Gündüzalp (1), Aydın Ayrancı (2), Ferhat Emre Çetin (2), Zeycan Akyol (2)

(1) Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü Çevre Araştırmaları Daire Başkanlığı
(2) Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü Jeofizik Etütleri Daire Başkanlığı
(serkan.palas@mta.gov.tr)

Öz

Doğal taşlar, tarih boyunca estetik ve dayanıklılıkları nedeniyle yapılar ve anıtlarda tercih edilmiştir. Göçebe yaşam tarzından yerleşik hayata geçişle birlikte barınma ve sosyal ihtiyaçlar daha fazla ön plana çıkmış ve bu da doğal taş kullanımının artmasına neden olmuştur. Artan nüfus ile birlikte doğal taş ve artıklarının kullanımı endüstriye dönüşmüş ve bu durum artıkların ticari değerini yükseltmiştir. Üretim artışıyla birlikte artıkların oluşumu bir sorun haline gelmiş ve bu artıkların değerlendirilmesi için yeni çözüm önerileri geliştirilmeye başlanmıştır. Bu çözüm odaklı çalışmalarda, üretim aşamasında artık miktarının azaltılması için yerbilimleri temelli önlemler ve artıkların diğer sektörlerdeki kullanımı için bilimsel çalışmalar yapılması gerekliliği vurgulanmaktadır. Ancak yine de artıkların oluşumu kaçınılmaz olacaktır. Bu noktada, artıkların ekonomiye kazandırılması, görsel kirliliğin önlenmesi ve hammadde temininde avantaj sağlanması önem arz etmektedir.

Bu çalışmanın temel amacı, Burdur ilindeki terk edilmiş mermer ocaklarında bulunan artık miktarını hesaplamak ve bu artıkların mevcut ya da kâğıt dolgu malzemesi, plastik ve lastik dolgu malzemesi, kireç imalatı gibi potansiyel sanayi sektörlerinde nasıl kullanılabileceğini bilimsel bir altyapı ile belirlemektir. Ayrıca, artıkların agrega kaynağı olarak ekonomik değerinin tespiti ve taşıma analizlerinin yapılması da hedeflenmektedir.

Çalışma da 2021-2022 yılları arasında 205 terk edilmiş ocak ruhsatı incelenmiş ve 155 ruhsatta İHA (İnsansız Hava Aracı) kullanılarak artık miktarı m^3 olarak hesaplanmıştır. Terk edilmiş ocaklardan alınan artık örnekler üzerinde yaptırılan teknolojik testler (darbe dayanımı, su emme, Los Angeles aşınma kaybı değeri vb.,) ile her bir ocaktaki malzemenin hangi sanayi sektörlerinde kullanılabileceği ASTM, TSE ve BS gibi standartlar kullanılarak belirlenmiştir.

Terk durumlu ruhsatlarda toplamda 11.432.000 m^3 mermer atığı tespit edilmiştir. 2022 yılının mevcut durumuna göre aktif ocaklarda ise 153.846.000 m^3 artık bulunmuştur. İl genelinde toplamda 165.278.000 m^3 mermer artığı mevcuttur. Burdur ili, terk edilmiş ve aktif ocak yoğunluğuna göre dört bölgeye ayrılmış ve ekonomik nakliye mesafeleri göz önünde bulundurularak her bölgede bir depolama alanı belirlenmiştir. Bu depolama alanlarında, ruhsat bazında yapılan karakterizasyon doğrultusunda, artıkların sınıflandırılması ve işlenerek ekonomiye kazandırılması için artıklardan yapay mermer üretilmesi, asidik toprakların mermer artığı kullanılarak pH dengesinin düzenlenmesi gibi bilimsel ve teknik öneriler geliştirilmiştir. Ayrıca, Hidrolik dengeyi gözeterek artıkların vadilerde dolgu malzemesi olarak kullanılması ve bu sayede yeni tarım alanları veya sosyal donatı alanlarının kazanılması gibi alternatif kullanım alanları üzerinde de değerlendirmeler yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Doğal taş, Mermer Artıkları, Agrega, Sürdürülebilir Madencilik

Abstract

Throughout history, natural stones have been preferred in structures and monuments due to their aesthetic appeal and durability. With the transition from a nomadic lifestyle to a settled way of life, housing and social needs became more prominent, leading to an increase in the use of natural stone. As the population grew, the use of natural stone and its residue evolved into an industry, increasing the commercial value of residue materials. However, with the rise in production, residue generation became a significant issue, prompting the development of new solutions for its utilization. These solution-oriented studies emphasize the necessity of geoscience-based measures to reduce residue generation during production and scientific research on the use of residue materials in other industries. Nevertheless, the formation of residue remains inevitable. At this point, integrating residue into the economy, preventing visual pollution, and providing advantages in raw material supply are of great importance.

The primary objective of this study is to calculate the amount of residue in abandoned marble quarries in Burdur and to scientifically determine how this residue can be utilized in potential industrial sectors such as paper filler material, plastic and rubber filler material, and lime production. Additionally, the study aims to assess the economic value of residue as an aggregate resource and conduct transportation analyses.

Between 2021 and 2022, a total of 205 abandoned quarry licenses were examined, and the residue volume in 155 of these quarries was calculated in cubic meters using UAVs (Unmanned Aerial Vehicles). Technological tests (such as impact resistance, water absorption, and Los Angeles abrasion loss value) were conducted on residue samples collected from abandoned quarries, and the suitability of the materials for various industrial sectors was determined using standards such as ASTM, TSE, and BS.

A total of 11,432,000 m^3 of marble residue was identified in abandoned quarries. As of 2022, 153,846,000 m^3 of residue was found in active quarries. In total, 165,278,000 m^3 of marble residue exists across Burdur province. Based on the density of abandoned and active quarries, Burdur was divided into four regions, and storage areas were designated in each region considering economic transportation distances.

In these storage areas, characterization was performed on a license basis, and scientific and technical recommendations were developed for classifying and processing the residue to be reintroduced into the economy. Proposed solutions included producing artificial marble from residue, using marble residue to regulate the pH balance of acidic soils, and employing residue as filling material in valleys while maintaining hydraulic balance. Additionally, alternative uses, such as the creation of new agricultural land or social facility areas, were explored.

Keywords: *Natural Stone, Marble Residues, Aggregate, Sustainable Mining*

ÇEVRE JEOLOJİSİ VE ATIK YÖNETİMİ OTURUMU

Environmental Geology & Waste Management Session

Haluk AKGÜN, Harun AYDIN, Fatma GÜLTEKİN, Özden İLERİ

Poster Sunumlar/*Poster Presentations*

Mermer Sahalarında Oluşan Pasaların ve Depolandığı Alanın Şev Stabilitesinin Sağlanmasındaki Rolü

The Role of the Waste Formed in Marble Fields and the Area Where ıt is Stored in Ensuring Slope Stability

Tanzer Pirpir (1), Nurdan Turhan (2), Erdal Baştan (3)

(1) Çevre,Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü, Konya
(2) Özel Eğitim Kurumu, Trabzon
(3) Çevre,Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü, Konya
(tanzerpirpir@hotmail.com)

Öz

Günümüzde ihtiyaçlarımızın artmasıyla yeraltı kaynaklarının kullanımının ülke ekonomisine katkısı büyük olup, beraberinde gelen olumlu ve/veya olumsuz riskleri de oluşturmaktadır. Olumsuz risklerin azaltılmasında sahanın iyi analiz edilmesi önem kazanmaktadır. Madenlerin aranması ve çıkarılması sonrasında ortaya çıkan pasanın (dekapaj, ekonomik olmayan kayaç) depolanmasına uygun alanlarda; mineralojik ve jeoteknik özelliklerin değerlendirilerek ayrı ayrı depolanma alanları belirlenmelidir. Depolama sonrasında kaya düşmesi, yamaç sellenmesi, heyelan ve akma gibi olaylar riskleri oluşturmaktadır. Yığın şevinin stabilitesinin sağlanması, limit denge durumu, güvenlik katsayısı (Fs), mukavemet, yük faktörü ve kritik ivme değeri ilişkisi ile şev duraylılığı ortaya konmalıdır. Maden alanlarında olduğu gibi mermer sahalarında da jeolojik unsurlar; çalışma alanının jeolojisi, litoloji, topoğrafya, şev, yamaç yönelimi, yüzeysel drenaj, hidrolojik ve hidrojeolojik özellikleri ile doğal ve yapay titreşimlerinin araştırılmasını içeren adımlar önemlidir. Bu çalışmada, inceleme sahasına ait; şev açısı (i) $45^{0,}$ kırılma düzlemi açısı (β) 300, birim hacim ağırlığı (ϒ) 2,7 ton/m3, şev yüksekliği 8m., kohezyon 14600kg/m2 içsel sürtünme açısı (Ø) 230 ile birlikte şev duraylılığının sağlanmasında güvenlik katsayısı (F) 1,5 dan büyük bir değer elde edilerek tasarım parametreleri oluşturulduğu belirlenmiş, işletme safhasında dik bir topoğrafya ile yer yer 300 ile 450 arasında değişen eğim açısı olan şevde meydana gelen hareket oluşumu ile gerilme çatlakları, farklı oturma kademeleri ve mermer pasalarında akma, kayma ve yuvarlanmalar gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Pasa, şev, stabilite, depolama,güvenlik katsayısı.

Abstract

Today, with the increase in our needs, the use of underground resources contributes greatly to the country's economy and also creates accompanying positive and/or negative risks. It is important to analyze the field well in reducing negative risks. In areas suitable for storing the waste (strip, uneconomic rock) resulting from the exploration and extraction of minerals; Separate storage areas should be determined by evaluating the mineralogical, geotechnical properties. After storage, events such as rock falls, slope flooding, landslides and flows pose risks. To ensure the stability of the pile slope, slope stability must be demonstrated through the relationship between limit equilibrium state, factor of safety (Fs), strength, load factor and critical acceleration value. Geological elements in marble fields as well as in mining areas; Steps that include investigating the geology, lithology, topography, slope, slope orientation, surface drainage, hydrological and hydrogeological features and natural and artificial vibrations of the study area are important. In this study, belonging to the study area; It was determined that the design parameters were created by obtaining a value greater than 1.5 for the safety coefficient (F) in ensuring slope stability, along with slope angle (i) 45, fracture plane angle (β) 30, unit volume weight (ϒ) 2.7 tons/m3, slope height 8m., cohesion 14600kg/m2 internal friction angle (Ø) 23, and a steep slope during the operation phase. With the formation of movement on the slope with a slope angle varying between 30 and 45 depending on the topography, stress cracks, different settlement levels and flowing, slipping and rolling in the marble wastes were observed.

Keywords: *Waste, slope, stability, storage,safety coefficient,*

Jeolojik ve İklimsel Global Çevre Bilincinin Artmasına Yönelik Siyasi Gelişmeler ABD - Grönland (Danimarka) - Fransa Örneği

Political Developments Towards Increasing Global Environmental Awareness in Geology and Climate: USA - Greenland (Denmark) - France Example

Dursun Acar

İstanbul Teknik Üniversitesi, EMCOL, Sarıyer, İstanbul, Türkiye
(dursunacaracar@hotmail.com)

Öz

Dünyanın kendine özgü ve sıkı sıkıya bağlı sistemlerine zarar veren ekonomik çıkarların yol açtığı çevre kirliliği, gıda, barınma ve doğanın korunması konusunda insan ve diğer türlerin varlığına tehdit oluşturmaktadır. Durumun sorumlusu olan insanlık, uygulamalar yanlış olsa bile bu duruma bir çözüm düşündüğünü her platformda göstermektedir. Atlas Okyanusu'ndan geçerek Amerika kıtalarından Avrupa'ya veya Asya'dan Amerika'ya gecen hava kirliliği artık siyasi dünya tarafından kısmen fark edilmektedir. Okyanusların kirliliği son yaşayan balıklarla anlaşılacak gibi görünüyor. Ancak karasal ve atmosferik alanlarda kirliliğin farkındalığında umut verici gelişmeler var. Bu sonuç dünya devletlerinin başkanlarının politik söylemleri son 20 seneyi kapsayacak şekilde incelenmesinden çıkmıştır. Çevresel sorunların sağlık ve ekonomi üzerine ciddi etkileri nedeniyle günümüzde daha fazla olarak önemsenmeye başladığı anlaşılmıştır. Örneğin, ABD başkanı 2020 ile 2025 yılları arasındaki konuşmalarında Çin, Rusya ve Hindistan›ı havaya ‹kirletici maddeler püskürtmekle› suçladı ve bu durumun nihayetinde ülkesini etkilediğini söyledi. Sorunlar daha geniş bir şekilde ele alındığında, ABD de dahil olmak üzere tüm ülkelerin atmosferi kirlettiklerini kabul ettiği anlamına da geliyor. Eğitim eksikliği sonucu ortaya çıkan çevreyi kirletme davranışının sebebi, insanların saygısızlığı ve kendilerini diğer canlı türlerinden üstün görmeleridir. Günümüzde birçok canlı türünün insanlardan daha zeki olduğu ortaya çıkmıştır. Evrimleri boyunca kazandıkları üstün yetenekler nedeniyle insanlar kadar çok alet kullanmadıkları için insanlar tarafından önemli görülmezler. Toprağın kil, kum, su ve biyolojik canlılardan oluşan canlı bir kompleks olduğu bilinmektedir. Ancak bunlardan biri eksik olduğunda çölle karşılaşılacağı düşünülmemektedir. Para hırsı nedeniyle yetiştirilirken gerektiği gibi bakımı yapılmayan bitkisel ürünleri korumak için, hakları dikkate alınmayan böcekleri yok etmek için pestisit kullanımı, gelecekte gıda temininde zorluklara ve türlerin yok olma sorunlarına yol açacaktır. Medeniyet saygı üzerine kurulduğundan, insanları insan yapan ilkel aşamalarda koruyan ve besleyen diğer türlere karşı saygısızlık sonucu yok edilebilir. İçerisinde su bulunan cam şişeleri ve PVC şişeleri optik yangın başlatıcı olmasına rağmen ormana atmak saygısızlığın en önemli kanıtıdır. Bu durumda sıcak ve kuru iklimin suçu varmı?

İklimsel veya jeolojik tehditler olmasa bile öncelikle mevcut kaynaklar kullanılmalıdır. Geri dönüşüm veya geri dönüştürülmüş malzemelerin yeni alanlarının belirlenmesi konusunda daha fazla çalışma yapılmalıdır. Tüm devletler, yeni kaynaklara ihtiyaç duymadan geri dönüşüm yoluyla ihtiyaçlarını karşılama potansiyeline sahiptir. Fransa'nın, Grönland (Danimarka) adasını ekonomik amaçlarla kullanmak isteyen güçlere karşı yardıma ihtiyaç duyduğunda askeri koruma kurma isteği, çevreci bir bakış açısıyla takdire şayan bir eylemdir. Bu durum, çevre duyarlılığın tüm insanlarda artacağına dair bir umut oluşturmaktadır. Aksi takdirde, insanlık tarihinde doğaya saygının önemini belirten en ünlü cümle olan Kızılderili kabile şefinin sözleri , türleri yok etmiş aptallara söylenmiş olacaktır (son nehir kuruduğunda, son ağaç yok olduğunda, son balık öldüğünde, beyaz adam paranın yenmeyecek bir şey olduğunu öğrenecektir)

Anahtar Kelimeler: Türler, eğitimde sorumluluk, saygı, koruma sorumluğu

Abstract

Environmental pollution caused by economic interests that harm the world's unique and tightly connected systems poses a threat to the existence of humans and other species in terms of food, shelter and nature preservation. Humanity, which is responsible for the situation, shows on every platform that it is thinking of a solution to this situation, even if the practices are wrong. Air pollution passing through the Atlantic Ocean from the American continents to Europe or from Asia to America is now partially noticed by the political world. It seems that the pollution of the oceans will be understood with the last living fish. However, there are promising developments in the awareness of pollution in terrestrial and atmospheric areas. This conclusion was drawn from the examination of the political discourses of the world's leaders over the last 20 years. It has been understood that environmental problems have become more important today due to their serious effects on health and the economy. For example, the US president, in his speeches between 2020 and 2025, accused China, Russia and India of 'spraying pollutants' into the air and that this situation ultimately affected his country. When the issues are considered more broadly, it also means that all countries, including the United States, admit that they are polluting the atmosphere. The reason for the environmental pollution behavior that occurs as a result of lack of education is people's disrespect and seeing themselves as superior to other living species. Today, it is revealed that many living species are inteligent than humans. Due to the superior abilities they have gained throughout their evolution, they are not considered important by humans because they do not use as many tools as humans. It is known that the soil is a living complex of clay, sand, water and biological living things. However, it is not thought that a desert will be encountered when one of them is missing. In order to protect plant products that are not properly cared for during their cultivation due to greed for money, pesticide use to destroy insects whose rights are not taken into consideration will cause difficulties in food supply and species extinction problems in the future. Since civilization is founded on respect, it can be destroyed as a result of disrespectfull for other species that protected and fed humans in the primitive stages that made them human. Throwing glass bottles and PVC bottles containing water into the forest, despite being optical firestarters, is the most important proof of disrespect. Is the hot and dry climate to blame in this case?

Even if there are no climatic or geological threats, existing resources should be used first. More work should be done on recycling or determining new areas of recycled materials. All states have the potential to meet their needs through recycling without needing new resources. France's desire to establish military protection when need help against powers that (USA) want to use the island of Greenland (Denmark) for economic purposes is an admirable act from an environmentalist perspective. This situation creates hope that environmental awareness will increase in all people. Otherwise, the words of the Native American chief, the most famous sentence in human history that emphasizes the importance of respect for nature, will be said to the fools who destroyed the species (when the last river dries up, the last tree disappears, the last fish dies, the white man will learn that money is something that cannot be eaten).

Keywords: Species, responsibility in education, respect, responsibility to protect

DOĞA KAYNAKLI AFETLER, AFET YÖNETİMİ VE RİSK DEĞERLENDİRMELERİ OTURUMU

Natural Disasters, Disaster Management and Risk Assessments Session

Aykut AKGÜN, Mutlu GÜRLER, Semi HAMZAÇEBİ, Ayhan IŞIK, Bülent ÖZMEN, Orhan TATAR

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığının Kurumsal ve Mevzuatsal Dönüşümü

Institutional and Legislative Transformation of the Disaster and Emergency Management Presidency

Bülent Özmen (1), Nehir Varol (2), Serpil Gerdan (3)

(1) Gazi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü
(2) Ankara Üniversitesi Afet Yönetimi Uygulama ve Araştırma Merkezi
(3) Kocaeli Üniversitesi, İzmit Meslek Yüksekokulu, Mülkiyet Koruma ve Güvenlik, Sivil Savunma ve İtfaiyecilik Programı
(bulentozmen@gazi.edu.tr)

Öz

5902 sayılı "*Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkındaki Kanun*" 17 Haziran 2009 tarih ve 27261 sayı ile Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. 5902 sayılı yasayla; sivil savunma ve afet ve acil durumlara ilişkin hizmetleri yürütmek amacıyla, Başbakanlığa bağlı "*Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD)*" kurulmuştur. 5902 sayılı yasada belirtildiği şekilde hazırlıklarını ve geçiş sürecinde yapması gereken çalışmaları eksiksiz bir şekilde tamamlayan AFAD, Afet ve Acil Durum Yüksek Kurulu'nun 17 Aralık 2019 tarihinde Başkanlığın faaliyete geçmesi hakkında aldığı kararla birlikte çalışmalarına başlamıştır.

2009 yılında kurulan Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığının (AFAD) kurulduğu tarihten günümüze kadar Türkiye ve yakın civarında on yedi tane 6 dan büyük deprem meydana gelmiştir. Bu depremlerin en büyüğü ve en fazla hasar ve can kaybına neden olanı 6 Şubat 2023 tarihinde meydana gelen Pazarcık-Kahramanmaraş (Mw 7.7) ve Elbistan-Kahramanmaraş (Mw 7.6) depremleridir. Depremlerin yanısıra 2020-2023 Covid-19 Pandemisi, 4 Şubat 2020 Bahçesaray-Van çığı, 28-10 Ağustos 2021 Akdeniz orman yangınları, 10-11 Ağustos 2021 Batı Karadeniz Selleri, 2021 yılı Kuraklık ve Musilaj, 15 Mart 2023 Adıyaman-Şanlıurfa selleri gibi birçok farklı afetten elde edilen dersler ışığı altında Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığının kurumsal yapısında ve kuruluş kanununda zaman içinde çok sayıda değişiklik yapılmıştır.

Çalışmanın amacı AFAD'ın kuruluşundan bu yana geçen on altı yıl içinde kurumsal, yapısal ve kanunsal anlamdaki değişim ve gelişimini incelemektir.

Anahtar Kelimeler: AFAD, AFAD Teşkilat Yasası, AFAD Organizasyonel değişim

Abstract

The "Law on the Organization and Duties of the Disaster and Emergency Management Authority" (Law No. 5902) was published in the Official Gazette on June 17, 2009, issue no. 27261, and entered into force. Under Law No. 5902, the Disaster and Emergency Management Authority (AFAD), affiliated with the Prime Ministry, was established to conduct services related to civil defense and disaster and emergency management. As stipulated in Law No. 5902, AFAD completed its preparations and transitional tasks without any deficiencies and commenced operations following the decision taken by the Disaster and Emergency High Council on December 17, 2019, regarding the activation of the Authority.

Since the establishment of the Disaster and Emergency Management Authority (AFAD) in 2009, seventeen earthquakes with magnitudes greater than 6.0 have occurred in Turkey and its immediate vicinity. The most significant of these, causing the highest damage and loss of life, were the Pazarcık-Kahramanmaraş (Mw 7.7) and Elbistan-Kahramanmaraş (Mw 7.6) earthquakes, which occurred on February 6, 2023. In addition to earthquakes, several other disasters, such as the 2020-2023 COVID-19 Pandemic, the Bahçesaray-Van avalanche on February 4, 2020, the Mediterranean forest fires between July 28 and August 10, 2021, the Western Black Sea floods on August 10-11, 2021, the drought and mucilage events of 2021, and the Adıyaman-Şanlıurfa floods on March 15, 2023, have provided valuable lessons. Based on these experiences, numerous changes have been made over time to AFAD's institutional structure and founding law.

The purpose of this study is to examine the institutional, structural, and legislative changes and developments in AFAD over the sixteen years since its establishment.

Keywords: AFAD, AFAD Organization Law, AFAD Organizational change

Doğa Olaylarına Karşı Yerleşim Yerlerinde Hazırlanacak Risk Değerlendirmeleri İçin Risk Değerlendirme Rehberi Hazırlanması

Preparation of Risk Assessment Guide for Risk Assessments to be Prepared in Settlements Against Natural Even)

Mustafa Yağmur

TMMOB Jeoloji Mühendisler Odası
(jeoloji.igu@gmail.com)

Öz

Yerleşim yerlerini etkileyen doğa olaylarına karşı, bu bölgelerde yapılacak risk değerlendirme çalışmalarının etkin, hızlı ve ekonomik bir şekilde gerçekleştirilmesi; ortak ilkeler doğrultusunda yürütülmesi ve uygulanabilir nitelikte sonuçlar elde edilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu amaçla, yerleşim yerleri için kapsamlı bir risk değerlendirme rehberi hazırlanmalı ve bu rehber doğrultusunda ülke genelinde standartlara uygun risk değerlendirme çalışmaları yapılmalıdır. Hazırlanacak risk değerlendirme rehberi, doğa olaylarından etkilenebilecek yerleşim alanlarının belirlenmesi, deprem, heyelan, kaya düşmesi, çığ, sel, yangın gibi doğa olaylarının etkisinin tespiti, bu olayların etki alanındaki risklerin büyüklüğü, analizi ve önlemlerinin belirlenmesi, yerleşim yerlerinde daha önce farklı amaçlarla yapılan çalışmaların değerlendirilmesi, yeni yapılacak arazi çalışmalarının planlanması ve yürütülmesi, çalışma alanındaki iş ve işlemlerin detaylandırılması, risk değerlendirme ekibinin oluşturulması, görev tanımları ve ekip üyelerinin bilmesi gereken bilgilerin belirlenmesi gibi unsurları kapsamalıdır. Bu rehber hem teknik hem de idari açıdan uygulanabilir örnek çalışmalar içermelidir. Aynı zamanda, risk değerlendirme sürecine rehberlik ederek ekiplerin etkin ve verimli bir şekilde çalışmasını sağlamalıdır.

Anahtar Kelimeler: Yerleşim yerleri, doğa olayları, risk değerlendirme, deprem, heyelan, risk analizi, önlem belirleme, arazi çalışmaları, ekip oluşturma, uygulanabilirlik.

Abstract

It is of great importance that risk assessment studies to be conducted in areas affected by natural events are carried out effectively, quickly, and economically, in accordance with common principles, and yield applicable results. For this purpose, a comprehensive risk assessment guide for settlements should be prepared, and risk assessment studies should be conducted nationwide in line with this guide and appropriate standards.

The risk assessment guide to be prepared should include the identification of areas that may be affected by natural events, determining the impact of natural events such as earthquakes, landslides, rockfalls, avalanches, floods, and wildfires, analyzing the magnitude of risks within the affected areas, identifying countermeasures, evaluating previous studies conducted in settlements for various purposes, planning and executing new field studies, detailing tasks and operations within the study area, forming a risk assessment team, defining their roles, and specifying the essential information that team members need to know.

This guide should include practical examples that are both technically and administratively applicable. Additionally, it should provide guidance for the risk assessment process, ensuring that teams work effectively and efficiently.

Keywords: *Settlements, natural events, risk assessment, earthquake, landslide, risk analysis, mitigation measures, field studies, team formation, applicability.*

Türkiye'nin Siyah Kuğuları: Volkanların Tetiklediği Teknolojik Kazalar

Turkiye's Black Swans: Technological Accidents Triggered by Volcanoes

Burcu Yalçın (1), Hakan Gürün (2)

(1) Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kazaların Çevresel ve Teknik Araştırması ABD, Ankara/Türkiye
(2) Gazi ÜniversiteSİ Teknoloji Fakültesi İmalat Mühendisliği Bölümü, Ankara/Türkiye
(burcuyalcin84@hotmail.com)

Öz

Doğal tehlikelerin (deprem, heyelan, volkanik patlama, sel, tsunami, çığ, tayfun vb.) tetiklediği teknolojik kazalar önemli altyapı ve endüstriyel tesislerin bozulmasına, insanların, çevrenin azami ölçüde etkilenmesine ve kamu hizmetini sekteye uğratarak büyük mali kayıplara neden olabilmektedir. Doğal tehlikeler, sanayi ve yerleşim yerleri arasındaki keskin sınırların bulanıklaşması doğal tehlikelerin tetiklediği teknolojik kazaların sonuçlarını daha önemli hale getirmiştir. Bununla birlikte dünyanın değişen iç ve dış dinamikleri ve (iklim değişiklikleri, yerkabuğu hareketleri vb.) antropolojik stresörler doğal tehlikelerle tetiklenen teknolojik kazaların artan frekansına katkı sunmaktadır. Dünyanın değişen dinamikleriyle birlikte son zamanlarda artış eğilimi gösteren doğal tehlikelerden biri volkanik aktivitelerdir. Volkanların doğrudan tehlike kaynağı olma ve ardışık olayları tetikleme kabiliyeti her zaman mevcuttur. Türkiye hemen hemen her türden doğa olayına ev sahipliği yapan ve çeşitli illeri volkanik tehlikeye sahip coğrafi bir konumdadır. Ülkenin volkanlarının süreğen dinlenme hali onların sönmüş olduğu izlenimini uyandırmıştır. Ancak volkanik risk halihazırda aktiftir. Türkiye'de 19. yüzyıldan itibaren volkanik hareketliliğin görülmemesi mevzuyu kamunun dikkatinden uzaklaştırmıştır. Volkanlar hem yerleşim yerlerinde hem de riskli sanayinin olduğu alanlarda kamu güvenliği için önemli bir tehdit unsuru olmaktadır. Ayrıca volkanlar faaliyete geçtiğinde sadece yerel bölgeyi değil oldukça geniş çapta bir bölgeyi etkilemektedir. Buna mukabil volkanların bir diğer jeoloji fenomeni olan depremlere nazaran erken uyarı kazanımı vardır. Bu kazanımla volkanlar sistematik olarak izlendiğinde riskleri daha etkin yönetilebilmektedir. Bu çalışmanın motivasyonu doğal tehlikelerin tetiklediği teknolojik kazalar kapsamında ülkemizde göz ardı edilen volkanik tehlikelerin endüstriler üzerine etkilerine dikkat çekmektir. Çalışma volkanik tehlikelerin (piroklastik akış, lav akıntısı, volkanik kül ve lahar) endüstriyel tesislere verebileceği muhtemel hasar senaryolarını belirlemeyi amaçlamıştır. Olası bir volkanik patlamada endüstrilerin maruz kalabileceği tehlikeler ve riskler incelenmiştir. Çalışma sınırlı saha gözlemleri, mevcut literatür çalışmaları ve uzman değerlendirmeleri paydasında ortaya konmuş ve önerilerde bulunulmuştur. Bu kapsamda Erciyes Dağı'na yaklaşık 20 km mesafede Kayseri Organize Sanayi Bölgesi'nde yer alan orta tehlike sınıfına mensup üretim yapan bir işletme vaka analizine konu edilmiştir. Sistemin teknik, insani ve organizasyonel fonksiyonlarının risk değerlendirmesi Bulanık Fine Kinney yöntemi ile analiz edilerek proaktif bir yaklaşımla sunulması hedeflenmiştir. Çalışmada kuruluşların en savunmasız oldukları tehlike türlerinin piroklastik akış ve lahar olduğu görülmüştür. Riskin yönetilmesinde erken uyarı sisteminin varlığı öncelikli kazanım olmuştur. Erken uyarı sistemi ile kuruluşlar güvenlik önlemlerini ve acil eylem planlarını uygulamada zaman kazanmıştır. Yapılan ön hazırlıklar, personele verilen eğitimler, farkındalık tecrübesinin etkinliği, teknolojik altyapının işlevselliği ve yönetici otoritelerin planlama ve uygulamaları volkanik riskin yönetilmesinde anahtar rol oynamıştır.

Anahtar Kelimeler: Bulanık fine kinney, doğa olaylarının tetiklediği teknolojik kazalar, doğal tehlikeler, volkanik risk.

Abstract

Technological accidents triggered by natural hazards (earthquakes, landslides, volcanic eruptions, floods, tsunamis, avalanches, typhoons, etc.) can lead to disruption of critical infrastructure and industrial facilities and severely affect human environment, disrupting public services and causing substantial financial losses. The blurring of sharp boundaries between natural hazards, industry and settlements has made the consequences of technological accidents more significant. In addition, the changing internal and external dynamics of the world (climate change, crustal movements, etc.) and anthropological stressors contribute to the increasing frequency of natech incidents. Volcanic activities are one of the natural hazards that have recently shown an increasing trend with the changing dynamics of the world. Volcanoes always have the potential to be a direct source of danger and to trigger successive events. Turkey is a geographical location that hosts almost all types of natural phenomena and has several provinces with volcanic hazards. The continuous resting of the country's volcanoes has made them seem extinct. However, the volcanic risk is still active. The absence of volcanic activity in Turkey since the 19th century has kept the issue from public attention. Volcanoes pose a significant threat to public safety in residential areas and areas of risky industry. Moreover, when volcanoes become active, they affect not only the local area but also the wider region. On the other hand, volcanoes have an early warning benefit compared to earthquakes, another geological phenomenon. When volcanoes are systematically monitored, their risks can be managed more effectively. The motivation of this study is to draw attention to the effects of volcanic hazards on industries, which are ignored in our country within the scope of technological accidents triggered by natural hazards. The study aims to determine the possible damage scenarios that volcanic hazards (pyroclastic flow, lava flow, volcanic ash, and lahar) can cause to industrial facilities. The study was put forward based on limited field observations, existing literature studies, and expert evaluations, and suggestions were made. In this context, a business operating in the medium-hazard class located in the Kayseri Organized Industrial Zone, approximately 20 km from Erciyes Mountain, was subject to case analysis.The risk assessment of the system's technical, human, and organizational functions was analyzed with the Fuzzy Fine Kinney method and targeted to be presented with a proactive approach. The study showed that the types of hazards to which organizations are most vulnerable are pyroclastic flow and lahar. The presence of an early warning system was the primary gain in managing the risk. Organizations gained time to implement safety measures and emergency action plans with the early warning system. Preliminary preparations, personnel training, the effectiveness of awareness experience, the functionality of technological infrastructure, and the planning and practices of the governing authorities played a key role in managing volcanic risk.

Keywords: *Fuzzy fine-kinney, natural hazards, technological accidents triggered by natural events, volcanic risk.*

Afete Dirençlilik Bakımından Yerel Düzeyde Uygulamayı Yönlendiren Stratejik Araçlar

Strategic Tools to Guide Local-Level Implementation in Disaster Resilience

Nilgün Okay, Azime Tezer

İTÜ Afet Yönetimi Merkezi
(okayn, tezera@itu.edu.tr)

Öz

Kentlerin sürdürülebilir gelişimi ve kalkınması önündeki en önemli sorunlardan biri afetlerdir. Afetlere karşı hazırlıklı olmanın bir tercihten öte, bir zorunluluk olduğudur. Türkiye'de 6 Şubat depremleri sonrasında bir kez daha anlaşılmıştır. Onikinci Kalkınma Planı'nda (2024-2028) afetlere dirençli yaşam alanları oluşturmak en önemli stratejik amaçlar arasında yer almaktadır. Ülke ve bölge kalkınma ve stratejik planları ile eşgüdümü sağlayan ve kalkınma politikalarının yerelleşmesinde önemli bir araç olan "Kurumsal Stratejik Plan"lar yereldeki en temel uygulama araçlarıdır. Bu tebliğ ile Büyükşehir belediyelerinin afetlere karşı dirençlilik konusunda stratejik planları kapsamı ile, İl Afet ve Acil Durum Müdürlüklerince hazırlanan İl Afet Risk Azaltma Planları (İRAP) karşılaştırılarak uygulama ve hedeflenen arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.

Kentlerde dirençliliğin sağlanması, risk yönetimi ve iklim değişikliği etkilerine adaptasyon süreçlerini entegre eden bütünleşik afet yönetimini gerektirmektedir. Ancak, kentsel sistemin tüm zarargörebilirlik, tehlike ve risklerinin birlikte değerlendirildiği, kapasite ve kaynakları göz önünde alınarak tüm afet yönetimi evrelerinin dikkate alınarak planlandığı sürece, tüm yerel paydaşların dahil edildiği bir yönetişim ile sağlanabilmektedir. Bu nedenle çalışmada yerel düzeydeki uygulama araçlarından büyükşehir belediyeleri stratejik planlarında il afet risk azaltma planlarında, afet yönetimi kavramları ve stratejik yönetim anlayışı karşılaştırmalı olarak tartışılmaktadır. Bu planlarda temelde üst politika belgelerine dayalı aktarımlar (sorun alanları) ile ihtiyaçların (gelişim alanları) yanı sıra; belirlenen bu odak alanlardan "sürdürülebilir çevre, iklim değişikliği stratejisi, kentsel dönüşüm, su yönetimi ve sel ve taşkınlara ilişkin önlemler" konuları afet yönetimine yönelik stratejik politika alanlarının farklı birimler tarafından yürütülmekte olduğu tespit edilmiştir. Gerçekleştirilmesi hedeflenen eylemler afetlere ilişkin dirençlilik kapsamındaki çok-boyutlu çerçeve bu araştırmada değerlendirilecektir.

Elde edilen öncül bulgular arasında afetlerin dinamik yapısı gereği, "iş birliğine-dayalı afet yönetimi", afetlere karşı mücadelenin ve dirençliliğin çok ortaklı sürdürülmesi gereken bir koordinasyonu zorunlu kıldığı, yerel düzeyde uygulamayı yönlendiren/gerçekleştiren kamu kuruluşları olmaları nedeniyle yerel yönetimlerin il afet risk azaltma planlarına daha etkin dahil olmaları, mevcut riskleri azaltmak için neler yapabileceği konusunda ve ilgili eylemlerin gerçekleştirilmesindeki sorunların çözümünde, eş/yeterli düzeyde işbirliği ile İRAP sürecine dahil olmaları gerektiği yer almaktadır.

Anahtar kelimeler: Afet Yönetimi, Dirençlilik, İRAP, Risk Azaltma, Stratejik Planlama, Yerel yönetim

Abstract

One of the most important issues in the sustainable development and growth of cities is disasters. Being prepared for disasters is not a choice, it is a necessity. This has been understood once again after the February 6 earthquakes in Turkey. In the Twelfth Development Plan (2024-2028), the creation of disaster-resistant living spaces is one of the most important strategic goals. The "Institutional Strategic Plans", which ensure coordination with country and regional development and strategic plans and are an important tool for the localization of development policies, are the most basic implementation tools at the local level. This study aims to evaluate the relationship between implementation and target by comparing the scope of the strategic plans of metropolitan municipalities on disaster resilience with the Provincial Disaster Risk Reduction Plans (DRP).

Ensuring the resilience of cities requires integrated disaster management that integrates risk management and adaptation to the impacts of climate change. This can only be achieved through governance that includes all local stakeholders, as long as all vulnerabilities, hazards and risks of the urban system are assessed together, and all phases of disaster management are planned taking into account their capacities and resources. For this reason, the study comparatively discusses disaster management concepts and strategic management understanding in metropolitan municipality strategic plans and provincial disaster risk reduction plans, which are local level implementation tools. In these plans, in addition to the outputs (problem areas) and needs (development areas) based on the main policy documents, it has been determined that the strategic policy areas of disaster management, "sustainable environment, climate change strategy, urban transformation, water management and flood and inundation measures" from these identified focus areas are carried out by different units. The multidimensional framework of disaster resilience will be evaluated in this research.

Preliminary findings include that due to the dynamic nature of disasters, "collaborative disaster management" requires coordination that must be maintained by multiple partners in the fight against disasters and resilience, that local governments should be more effectively involved in provincial disaster risk reduction plans as they are public institutions that direct/carry out implementation at the local level, and that they should be included in the IRAP process with equal/sufficient cooperation in solving problems of what they can do to reduce existing risks and in implementing relevant actions.

Keywords: *Disaster Management, IRAP, Local government, Resilience, Risk Reduction, Strategic Planning*

Türkiye'de Afet Yönetiminin 100 Yılı: Olgular ve Algılar

100 Years Of Disaster Management In Türkiye: Facts And Perceptions

Bahattin Murat Demir (1), Sami Ercan (2), Mustafa Aktan (3), Harun Öztaşkın (4)

(1) İzmir Büyükşehir Belediyesi, İZMİR (bmuratdemir@gmail.com)
(2) Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Mekansal Planlama Genel Müdürlüğü, Ankara
(3) Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Mekansal Planlama Genel Müdürlüğü, Ankara
(4) Dikmen, Ankara

Öz

2023 yılında yüzüncü yılını kutlayan Türkiye Cumhuriyeti bu süre boyunca afetlerle mücadele etmek zorunda kalmıştır. Yüzyıllık sürede yaşanan deneyimlere ve afet yönetimine yönelik yapılan idari, hukuki ve teknik çok sayıdaki düzenlemeye karşın afetler yıkım ve kayıp yaratmaya devam etmektedir. 1999 Depremleri sonrasında olduğu gibi 6 Şubat 2023 depremleri sonrasında da afetler karşısında neden bu kadar ağır kayıplar verdiğimiz sorusu sorulmaya başlanmıştır. Bugün gelinen noktada, Cumhuriyet tarihi boyunca atılan bunca adıma rağmen afetler karşısında korunma ve önleme sisteminin neden kurulamadığı sorusu temel bir sorudur. Bugüne kadar sistemin nasıl kurulması ve işletilmesi gerektiğine dair konuları ele alan çalışmalar yapılmışsa da neden kurulamadığı konusu yeterince irdelenmemiştir.

Bu çalışmada 1923-2023 yılları arasındaki 100 yıllık dönem Resmi Gazete arşivi, Kalkınma Planları gibi belgeler ve diğer ulusal ve uluslararası kaynaklardan elde edilen veriler ışığında değerlendirilerek bu soruya yanıt bulunmaya çalışılmıştır. Yaptığımız değerlendirmede 3 dönem halinde ele almaya çalıştığımız 100 yıllık tarihsel süreç boyunca afetlere yönelik politikaların afetin "dışsal ve yönetilemez olduğu" paradigmasına dayandırılarak oluşturulduğu ve özellikle son 30 yılda kendini süreçte daha açık bir şekilde gösteren Dünya Bankası gibi kurumların etkisiyle de "dış borçlanma-yara sarma-bir sonraki afete kadar suskunluk" sarmalının dışına çıkılmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Kökleri tarihsel olarak Cumhuriyet öncesine kadar uzanan bu politikanın sonucu olarak afet risk yönetim sistemi yerine algı yönetimi ve onun işlevsiz çözümleri hayata geçmiştir. Temel sorunumuz olan ulusal afet risk yönetim sisteminin kurulmasına rehberlik edebilecek bir çerçevenin oluşturulması için afet yönetim geçmişimizin objektif bir değerlendirmesinin yapılmasının gerekli olduğu açıktır. Çalışmamızın bu çerçevenin oluşmasına katkı vermesini diliyoruz.

Anahtar Kelimeler: Afet risk yönetimi, algı yönetimi, dünya bankası, kalkınma planı, resmi gazete

Abstract

The Republic of Türkiye, which celebrated its centennial in 2023, has had to struggle with disasters throughout this period. Despite a century of experience and the implementation of various administrative, legal, and technical regulations for disaster management, these events continue to result in significant destruction and losses. Following the February 6, 2023, earthquakes, like the aftermath of the 1999 earthquakes, the question of why we suffered such heavy losses in the face of disasters has been raised. At this point, the fundamental question is why a protection and prevention system against disasters could not be established despite all the steps taken throughout the history of the Republic. Although studies have been conducted to date on how the system should be established and operated, the issue of why it could not be established has not been sufficiently examined. In this study, an attempt was made to answer this question by evaluating the 100-year period between 1923 and 2023 in the light of data obtained from documents such as the Official Gazette archives, Development Plans and other national and international sources.

In our assessment, it was concluded that over the 100-year historical process, which we examined in three periods, disaster policies were based on the paradigm that disasters were "external and unmanageable." This led to a persistent cycle of "external borrowing, healing wounds, and silence until the next disaster," a pattern that has become more evident, particularly in the last 30 years, due to the influence of institutions like the World Bank.

As a result of this policy, which has roots dating back to the pre-Republic period, perception management and its ineffective solutions were implemented instead of a disaster risk management system. It is evident that an objective assessment of our disaster management history is necessary to create a framework that can guide the establishment of a national disaster risk management system, which is our fundamental problem. We hope that our study will contribute to the formation of this framework.

Keywords: *Disaster risk management, perception management, world bank, development plan, official gazette.*

Afetlerde Engelli Bireylerin İhtiyaç Değerlendirmesi

Needs Assessment of Disabled People in Disasters

Çiğdem Samancı Tekin (1), Gamze Aydın (2), Nur Cihan Özkan (2)

(1) Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Dahili Tıp Bilimleri Bölümü
(2) Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Disiplinlerarası Afet Yönetimi
(aydinngamze2000@gmail.com)

Öz

Afetlerin doğurduğu sonuçlar incelendiğinde, toplumun afetlerden olumsuz bir şekilde etkilendiği ortadadır. Ayrıca dezavantajlı gruplar içerisinde yer alan engelli bireylerin savunmasız oldukları etkenlerin fazlalığı göz önüne alındığında, engelli bireylere yönelik bilincin ve planlamaların artması gerektiği ortaya çıkmaktadır. Savunmasızlıklarından kaynaklanan farklı ihtiyaçlara sahip engelli bireylerin afetlerde meydana gelecek kriz anlarında kırılganlıkları artabilmektedir. Bu durumun doğuracağı sonuçlar önceden planlanmadıysa, mevcut durumu kaos haline getirerek sorunların çözülmesini zorlaştıracaktır. Afetler çerçevesinde engelli bireylerin ihtiyaçlarına yönelik eğitimlere ve toplumun duyarlı olabileceği afet yönetim stratejileri planlamalarına ihtiyaç duyulduğunu ortaya koymaktadır. Afetlerin meydana geldiği durumlarda, engelli bireylerin zarar görebilirlik düzeylerinin azaltılabilmesi için risk ve zarar azaltma planlamalarına engelli bireylerin dahil edilmesi sağlanmalıdır. Bu planlamaların etkili bir şekilde yapılabilmesi için engelli bireylerin bakış açılarının iyi anlaşılması ve ihtiyaçlarının doğru tespitinin yapılması önemlidir.

Bu çalışma ile afetlerde engelli bireylerin yaşadıkları sorunlar ve ihtiyaçlar ele alınarak ilgili yapılan çalışmalar araştırılmak amaçlanmıştır. Çalışma, engelli bireylerin afetlerde yaşadıkları sorunlara akut ve uzun dönemde çözüm önerileri sunmayı hedeflemektedir.

Anahtar Kelimeler: Afet, engelli, ihtiyaç

Abstract

When the consequences of disasters are examined, it is obvious that the society is negatively affected by disasters. In addition, considering the high number of vulnerable factors for disabled people who are among the disadvantaged groups, it becomes evident that awareness and planning for disabled people should be increased. The vulnerability of disabled individuals with different needs arising from their vulnerability may increase in times of crisis in disasters. If the consequences of this situation are not planned in advance, it will turn the current situation into chaos and make it difficult to solve the problems. Within the framework of disasters, it reveals that there is a need for trainings for the needs of people with disabilities and planning disaster management strategies that the society can be sensitive to. In cases where disasters occur, it should be ensured that disabled people are included in risk and mitigation planning in order to reduce the vulnerability levels of disabled people. In order to make these plans effectively, it is important to understand the perspectives of the disabled people and to determine their needs correctly.

With this study, it is aimed to investigate the problems and needs of disabled people in disasters and to investigate the related studies. The study aims to offer acute and long-term solutions to the problems experienced by disabled people in disasters.

Keywords: *Disaster, disability, need*

Kahramanmaraş (Türkiye) 6 Şubat 2023 Deprem Dizisinin Tetiklediği Yanal Yayılmanın Dağılımı Üzerindeki Jeomorfolojik Kontroller

Geomorphological Controls on The Distribution of Lateral Spreading Triggered by The February 6, 2023, Kahramanmaraş (Türkiye) Earthquake Sequence

Asena Çetinkaya (1), Tolga Görüm (1)

(1) Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye (cetinkayaa23@itu.edu.tr)

Öz

6 Şubat 2023 tarihinde, Doğu Anadolu Fay sistemi üzerinde Kahramanmaraş merkezli 7.8 Mw ve 7.6 Mw büyüklüğünde iki deprem meydana gelmiştir. Bu depremler, geniş bir alanda yıkıma yol açarak özellikle yerleşim bölgelerinde büyük hasarlara neden olmuştur. Aynı zamanda tarım alanlarında da bu depremler tetikledikleri yanal yayılmalar ile ciddi ekonomik zararlara neden olmuşlardır. Depremin etkili olduğu alanda, bu tip heyelanlar özellikle Hatay'ın güneyindeki Asi Nehri boyunca daha sık meydana gelmiştir. Asi Nehri'nin yan yamaçları gevşek kumlu zemin ve düşük eğim gibi morfolojik ve sedimantolojik unsurların etkisiyle yanal yayılma olaylarının yoğun olduğu bir bölge olmuştur. Bu çalışma Asi Nehrinin Türkiye sınırları içinde kalan 86 km'lik kısmında 6 Şubat Türkiye deprem sekansının tetiklediği yanal yayılmaların dağılımını ve bu dağılım üzerindeki jeomorfolojik koşulların etkilerini anlamayı amaçlamaktadır. Bu amaç doğrultusunda derlenen yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri, hava fotoğrafları ve saha çalışmalarında toplanan İHA ile toplanan optik veriler, uzaktan algılama yazılımları kullanılarak haritalama altlıkları üretilmiş ve analiz edilmiştir. Haritalama altlıkları kullanılarak depremlerin etkilediği alanda 328 yanal yayılma haritalanmıştır. Depremin etkilediği alanın tamamına kıyasla Asi Nehri boyunca haritalanan 238 yanal yayılma toplam yanal yayılma envanterinin %72,6'sına karşılık gelmektedir. Bu alanda haritalanan yanal yayılımlar minimum 200 m² ile maksimum 100.000 m² arasında değişmekte olup, sadece Asi Nehri boyunca toplam 3,5 km²'lik bir yüzey alanına sahiptir. Depremin tetiklediği bu yanal yayılmalar kıvrımlılık indeksi 3,76'ya kadar çıkan Asi Nehri'nin menderesli yapısına bağlı olarak farklı çatlak yoğunluğu ve deformasyon özellikleri göstermektedir. Genellikle kum oranı daha yüksek olan burun setlerinde rastladığımız yanal yayılmalar Asi Nehri yatağına doğru yatayda en düşük 1 metre ile en yüksek ise 35 metre olmak üzere hareket ettiği gözlenmiştir. Yanal yayılmaların frekans-büyüklük ilişkileri ve mekansal dağılım modellerine ilişkin daha derinlemesine bir anlayışın, bölgesel duyarlılık modellerinin geliştirilmesine katkı sağladığı ve özellikle nehir kıyısı erozyonu bağlamında depremlerin uzun vadeli jeomorfolojik etkilerinin daha iyi anlaşılmasını sağladığı sonucuna vardık.

Anahtar Kelimeler: Yanal Yayılma, Heyelan, Deprem, 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremi, Nehir Dinamikleri

Abstract

On February 6, 2023, two earthquakes of magnitudes 7.8 Mw and 7.6 Mw occurred on the East Anatolian Fault zone, centered in Kahramanmaraş, Türkiye. These earthquakes caused widespread destruction, particularly in residential areas, and triggered lateral spreads that caused significant economic damage to agricultural lands. Within the earthquake-effective area, such landslides are more frequent along the Asi River in the south of Hatay. The banks of the Asi River have been a region where lateral spreading events are frequent due to morphological and sedimentological factors such as loose sandy soil and gentle slopes. This study aims to understand the distribution of lateral spreads triggered by the February 6 Türkiye earthquake sequence and the geomorphological conditions that affected this distribution along the 86 km section of the Asi River within Türkiye's borders. For this purpose, high-resolution satellite imagery, aerial photographs, and optical data collected via UAVs during fieldwork were processed using remote sensing software to produce mapping bases and conduct analyses. We mapped 328 lateral spreads in the earthquake-affected area. Along the Asi (Orontes) River, 238 lateral spreads were identified, constituting 72.6% of the total inventory of lateral spreads triggered by the earthquake doublet. The mapped lateral spreads in this area ranged from a minimum of 200 m² to a maximum of 100,000 m², with a total surface area of 3.5 km² exclusively along the Asi River. These earthquake-triggered lateral spreads demonstrated varying crack densities and deformation characteristics influenced by the meandering structure of the Asi River, which has a sinuosity index reaching up to 3.76. Lateral spreads were predominantly observed at point bars with higher sand content, where they moved horizontally towards the Asi River channel by a minimum of 1 meter and a maximum of 35 meters. We conclude that a deeper understanding of the frequency-magnitude relationships and spatial distribution patterns of lateral spreads enhances the development of regional susceptibility models and improves insight into the long-term geomorphic impacts of earthquakes, particularly concerning riverbank erosion.

Keywords: *Lateral Spread, Landslide, Earthquake, February 6, 2023 Kahramanmaraş Earthquakes, River Dynamics*

8 Aralık 2024 Güngören, Arhavi (Artvin) Moloz Çığının ve Alanın Heyelan Tehlike ve Risk Bakımından Değerlendirmesi

8 December 2024 Güngören, Arhavi (Artvin) Debris Avalanche and Landslide Hazard and Risk Assessment of the Area

Tolga Görüm (1), Abdüssamet Yılmaz (1), Seçkin Fidan (2), Abdullah Akbaş (3), Aykut Akgün (4-8), Furkan Karabacak (1), Suat Çoşkun (5), Tuğçe Uçar (1), Hakan Tanyaş (6), Hakan Kılıcaslan (7), Orhan Tatar (8)

(1)İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye
(2)Ankara Üniversitesi, Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü, Ankara, Türkiye
(3)Bursa Uludağ Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, Bursa, Türkiye
(4)Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Trabzon, Türkiye
(5)Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Bilecik İl Müdürlüğü, Bilecik, Türkiye
(6)Faculty of Geo-Information Science and Earth Observation (ITC), University of Twente, Enschede, Netherlands
(7)İçişleri Bakanlığı, Rize İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü, Rize, Türkiye
(8)AFAD Deprem ve Risk Azaltma Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye
(tgorum@itu.edu.tr)

Öz

08 Aralık 2024 tarihinde Artvin'in Arhavi ilçesine bağlı Güngören Mahallesi'nde meydana gelen moloz çığı, bölgedeki yerleşim alanları ve ulaşım ağını ciddi şekilde etkileyerek dört vatandaşımızın hayatını kaybetmesine neden olmuştur. Etkileri ve sonuçları bakımından büyük yıkım gücüne sahip olan moloz çığları, yerleşim alanları veya ulaşım güzergahlarında insani ve ekonomik kayıplarına neden olabilmektedir. Bu nedenle, oluşum mekanizmalarının anlaşılması ve meydana gelebilecek potansiyel alanların belirmesi, can ve mal kayıplarının önlenmesinde kritik öneme sahiptir. Bu çalışmada, Güngören moloz çığının oluşum dinamiklerinin ve yamaç duraysızlığını etkileyen faktörlerin incelenmesi, ayrıca bölgenin heyelan tehlike ve risk durumunun kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.

Moloz çığın gelişiminde, olay öncesinde oluşmuş çatlak sistemleri ile hazırlayıcı ve tetikleyici faktörler olarak bölgenin jeolojik yapısı, yağışların kümülatif etkisi ve 15 Kasım 2024 tarihinde meydana gelen Mw 4,7 büyüklüğündeki Pazar (Rize) depreminin etkisi ele alınmıştır. Çalışmada saha gözlemleri, uzaktan algılama verileri ve LiDAR tabanlı analizler kullanılmıştır. Çatlak sistemleri ve potansiyel duraysız kütleler, yüksek çözünürlüklü MAXAR görüntüleri ve InSAR deformasyon verileri ile incelenmiştir. Güngören moloz çığı, Geç Kretase yaşlı, aşırı derecede ayrışmış bazaltik-andezitik volkanik kayaçlardan oluşan bozunma zonu içerisinde, 287 m yüksekliğe sahip bir yamaç zonu boyunca gelişmiş olup ortalama eğimi 30°-40° arasında değişmektedir. Moloz çığı tipindeki heyelan, taç bölgesinden itibaren malzemenin depolandığı bölüme kadar olan mesafesi 522 metre uzunluğundadır. Kütlenin maksimum genişliği 250 metre ve toplam yüzey alanı 105.210 m^2 olarak belirlenmiştir. Olay öncesi ve sonrası uzaktan algılama verilerinin karşılaştırılması sonucu, hareketin kaynak alanındaki alanının yaklaşık 26.464 m^2 olduğu ve hareket eden malzemenin de ortalama 12 metre derinliğinde olduğu hesaplanmıştır. Heyelan öncesi ve sonrası sayısal yükseklik verileri de kullanılarak hareket eden malzemenin hacmi 100.057 m^3 olarak hesaplanmıştır. Kütlenin kaynak alanında ve gerisinde çatlak sistemlerinin yaygın olarak gözlendiği taç bölgesinde, 09 Aralık 2024'te yaptığımız saha gözlemlerinde, çatlak sitemlerinin yüzey alanları 9.445 m2 – 23.100 m^2 arasında değişen iki farklı kütleyi sınırlandığı tespit edilmiştir. Bu kütlelere ek olarak, moloz çığının güneyinde yer alan ve özellikle InSAR deformasyon sonuçlarına göre yıllık ortalama deformasyonu 6 cm olan muhtemel duraysız bir kütle de gelecekte hareket edebilecek potansiyel bir alan olarak tanımlanmıştır. Heyelan öncesinde bölgede etkili olan yağışlar ve *Mw* 4,7 Pazar (Rize) depremi sonrası çatlakların büyümesi, olayın muhtemel tetikleyici faktörleri arasında değerlendirilse de bu faktörlerin ortak etkisinin net olarak ölçülememesi nedeniyle açık değildir. Bulgularımız, gelecekteki heyelan risklerini önceden belirlemek için LiDAR ve InSAR gibi uzaktan algılama tekniklerinin yerleşim alanları ve ulaşım koridorlarında düzenli olarak kullanılmasının kritik öneme sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Heyelan, Moloz çığı, Tehlike, Risk

Abstract

The debris avalanche that occurred on 08 December 2024 in the Güngören district of the Arhavi (Artvin) severely affected the settlements and transport network in the region and caused the death of four people. Debris avalanches, which have great destructive power in terms of their effects and consequences, can cause human and economic losses in settlements or transport routes. For this reason, understanding the formation mechanisms and identifying potential areas where they can occur is critical in preventing loss of life and property. This study aims to investigate the dynamics of the Güngören debris avalanche and the factors affecting slope instability and comprehensively evaluate the region's landslide hazard and risk.

The geological structure of the region, the cumulative effect of precipitation, and the effect of the Mw 4.7 earthquake in Pazar (Rize), which occurred on 15 November 2024, were considered as the pre-condition and triggering factors in the development of debris avalanche and the crack systems formed before the event. We used field observations, remote sensing data, and LiDAR-based analyses. Fracture systems and potential instability slopes were analyzed using high-resolution MAXAR imagery and InSAR deformation data. Güngören debris avalanche occurred along a 287 m high hillslope within a Late Cretaceous age highly weathered basaltic-andesitic volcanic rocks with an average slope of 30°-40°. The debris avalanche-type landslide is 522 meters long from the crown to the toe area of the event. The maximum width of the mass was 250 meters, and the total surface area was 105,210 m^2. Comparing remote sensing data before and after the event, it was calculated that the area of the movement in the source area was approximately 26,464 m^2, and the moving material had an average depth of 12 meters. The volume of the moving material was calculated as 100,057 m3 using the pre- and post-landslide digital elevation data. During our field observations on 09 December 2024 in the crown area, where crack systems are widely observed in the source zone and behind the displaced mass, we determined that the crack systems bound two different masses with surface areas ranging between 9,445 m^2 - 23,100 m^2. In addition to these masses, a possible instability slope located south of the debris avalanche, with an average annual deformation of 6 cm according to InSAR deformation results, was also identified as a potential area for future movement. Although the precipitation in the region before the landslide and the expansion of cracks after the Mw 4.7 Pazar (Rize) earthquake are considered among the possible triggering factors of the event, it is not clear because the combined effect of these factors cannot be measured. Our findings suggest that the systematic use of remote sensing techniques such as LiDAR and InSAR in settlements and transport corridors is critical for predicting future landslide risks.

Keywords: *Landslide, Debris Avalanche, Hazard, Risk*

Sivas'ın Afet Türleri Çeşitliliği ve Afetlere Hazırlıktaki Gelişmeler

Diversity of Disaster Types in Sivas and Developments in Disaster Preparedness

Sevda Özel

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 58140, Sivas, Türkiye
(sozel@cumhuriyet.edu.tr)

Öz

Bu çalışmada, kurumsal ve akademik olarak Sivas iline ilişkin, afet ve ilgili haritaları, raporları, makaleleri ve sayısal verileri incelenerek, Sivas'ın afet çeşitliliğine sahip bir il olduğu ve afetlere karşı yapılan hazırlıkları irdelenmiştir. En etkili afet türlerinin, yer hareketleri ve meteoroloji kaynaklı doğal afetler olduğu, en sık oluşan afet türlerinin heyelan, kaya düşmesi, sel, çığ ve deprem olduğu ve diğer afet türlerinin ise karstik, kuraklık, erozyon ve kirlilik kaynaklı olduğu ifade edilmiştir. Afet türlerinin çok çeşitli olması ise jeolojik, topoğrafik, coğrafik ve meteorolojik özellikleriyle ilişkilendirilmiştir. Ayrıca, yerleşim türleri çeşitliliğinden dolayı, farklı yapılaşmaların ve çeşitli yaşam yerlerinin ve sayılarının fazla olmasıyla da ilişkilendirilmiştir. Alansal olarak diğer illere göre daha geniş bir coğrafyada, afetlerden etkilendiğine ve yakın illerdeki afetlerden de etkilendiğine dikkat çekilmiştir. En sık olan afet türlerinin çoğunluğunun, kuzeyde KAFZ geçen ilçelerinde ve civarında olduğu ve merkezden doğuya doğru ise güney-kuzey yönünde olduğu ve arttığı gözlenmiştir. Kızılırmak boyunca sel/heyelan/kaya düşmesi afetlerinin, afet türleri haritalarında doğu-batı yönlü olarak izlendiği gözlenmiştir. Afetlerden insan/canlı yaşamı ve kentsel/kırsal yapıların etkilendiği ifade edilmiştir. Olası olaylarda, özellikle son yıllardaki büyük afetlerden sonra ve her türlü afetlere karşı (karada ve sualtında olmak üzere, Sivas-AFAD'ın da destekleriyle), arama-kurtarmada, ilkyardımda ve afet gönüllüsü olmada, çeşitli afetlere hazırlık çalışmaları yapıldığına, bu sayede yereldeki kurumsal/bireysel/toplumsal bilinçlenmenin, gönüllü sayısının ve STK sayılarının da arttığına dikkat çekilmiştir. Bu nedenle, Sivas'ın afetlere karşı bilinçlenmede, örnek bir il olmaya başladığı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Afet çeşitliliği sebepleri, Afet gönüllüsü, Afet haritaları, Afetlere hazırlık, Arama-kurtarma-ilk yardım, Sivas'ın afet çeşitliliği.

Abstract

In this study, by examining the disaster and related maps, reports, articles and numerical data related to Sivas's province institutionally and academically, it was examined that Sivas's a province with disaster diversity and the preparations made against disasters. It was stated that the most effective disaster types are natural disasters originating from ground movements and meteorology, the most frequently occurring disaster types are landslides, rockfalls, floods, avalanches and earthquakes and other disaster types are karst, drought, erosion and pollution. The great diversity of disaster types is associated with geological, topographic, geographical and meteorological characteristics. In addition, due to the diversity of settlement types, it is also associated with the presence of different structures and various living spaces and their numbers. It was emphasized that it is affected by disasters in a wider geography than other provinces in terms of area and is also affected by disasters in nearby provinces. It has been observed that most of the most frequent disaster types are in the districts of KAFZ in the north and in the vicinity, and from the center to the east, they are in the south-north direction and increase. It has been observed that flood/landslide/rockfall disasters are observed in the east-west direction on the disaster type maps along the Kızılırmak River. Furthermore, it has been stated that human/living life and urban/rural structures are affected by disasters. Furthermore, it has been emphasized that in possible events, especially after the major disasters in recent years and against all kinds of disasters (on land and underwater, with the support of Sivas-AFAD), various disaster preparation activities have been carried out in search and rescue, first aid and disaster volunteering, and thus, local institutional/individual/social awareness, the number of volunteers and the number of NGOs have also increased. For this reason, it is thought that Sivas has started to become an exemplary province in terms of awareness against disasters.

Keywords: *Causes of disaster diversity, Disaster volunteers, Disaster maps, Preparedness for disasters, Search-rescue-first aid, Disaster diversity of Sivas.*

AFAD Deprem Tehlike Haritasının İzmir İli Özelinde İncelenmesi

The Analysis of Earthquake Hazard Map of AFAD Specialized on İzmir City

Ekin Kıran
İzmir Büyükşehir Belediyesi Afet İşleri Dairesi Başkanlığı
(ekin.kiran@izmir.bel.tr)

Öz

Depremin yeryüzündeki etkileri dünyanın oluşumundan itibaren büyük önem arz etmektedir. Bu etkilerin en büyüğü, insan yaşamı içindeki öneminden dolayı bina yapıları üzerinde görülmektedir. İnsanoğlu antik çağdan başlayarak depremler nedeniyle yaşama ve barınma koşullarından mahrum kalması ile birlikte gerek inşa esnasında gerek ise korunma esnasında birçok teknik ve yasal kontrol önlemleri geliştirmiş ve yapı tasarımını kontrol altına almak amacıyla farklı zamanlarda farklı isimler altında yönetmelikler ortaya çıkarmıştır. Bu yönetmelikler değişen teknoloji ve ihtiyaçlar ve bir önceki yönetmeliklerde tespit edilen eksiklikler doğrultusunda güncellenmiştir.

Ülkemizde de yıllar boyunca farklı zamanlarda güncellenen yönetmelikler yapı imalat ve kontrolü için yol gösterici bir rehber haline gelmiştir. Güncel olarak kullanılan ve 1 Ocak 2019 tarihinde yürürlüğe giden "Türkiye Bina Deprem Yapı Yönetmeliği, TBDY2018", yerel zemin parametrelerinin daha ön planda olduğu bir yönetmeliktir. Bu yönetmelikle birlikte yenilenen Interaktif Deprem Haritası ile belirlenen bölgeye ait harita spektrum verilerine ulaşmak mümkündür. Bu harita ve ilgili sprektrum verileri hazırlanırken 2012 yılına kadar ki aktif veri tabanı değerleri ve deprem kataloğu dikkate alınmıştır. Ancak bu tarihten günümüze ilgili katalog verileri halen güncellenmemesine ilave olarak, deniz içi mevcut faylar da haritada yer almamaktadır.

Aktif tektonik kuşağında bulunan ülkemizde o tarihten bu yana 24 Ocak 2020 Elazığ Depremi (Mw 6.8), 30 Ekim 2020 Sisam Depremi (Mw. 6.6), 23 Ekim 2022 Düzce Depremi (Mw. 6.0) ve 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremi (Mw 7.7 ve Mw. 7.6 büyüklüğünde iki adet) meydana gelmiştir. Bu depremler etkisiyle araştırmacılar tarafından yeni ve eski fay segmentleri tespit edilmiştir.

Bu çalışma kapsamında AFAD sitesinde yayınlanan İnteraktif Deprem Haritası kapsamında yayınlanan faylar ile İzmir İli sınırlarında yapılan çalışmalarda tespit edilen deniz içi ve kara fayları karşılaştırılmıştır. Elde edilen verilere göre Deprem Haritası'nın veri kaynaklarının güncel olmadığı, özelikle deniz içi fayların deprem haritasında çoğunlukla yer almadığı, bilimsel araştırmalar ve güncel deprem kataloğu dikkate alınarak yeniden yayınlanması gerekliliği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Deprem, fay, harita, yönetmelik

Abstract

The effects of earthquakes on the earth's surface have been of great importance since the world's creation. The greatest effects are seen on the structures due to their importance to human life. Since ancient times, humanity has been deprived of living and sheltering conditions due to earthquakes, and has developed many technical and legal control mechanisms both during construction and protection, and has created regulations under different names at different times to control building design. These regulations have been updated in line with changing technology and needs and deficiencies identified in previous regulations.

Our country's regulations updated at different times over the years have become a guide for building manufacturing and control. The "Turkish Building Earthquake Regulation, TBEC-2018", which is currently under usage and entered into force on January 1, 2019, is a regulation where local ground parameters are more prominent. With this regulation, it is possible to access the map spectrum data of the determined region with the renewed Interactive Earthquake Map. While preparing this map and related spectrum data, active database values and earthquake catalog until 2012 were taken into consideration. However, in addition to the fact that the related catalog data has not been updated since this date, existing faults in the sea are not included in the map.

In our country, which is located in an active tectonic, since that date, 24 January 2020 Elazig Earthquake (Mw 6.8), 30 October 2020 Samos Earthquake (Mw. 6.6), 23 October 2022 Duzce Earthquake (Mw. 6.0) and 6 February 2023 Kahramanmaras Earthquake (two with magnitudes of Mw 7.7 and Mw. 7.6) have occurred. New and old fault segments have been detected by researchers due to the effect of these earthquakes.

Within the scope of this study, the inland and land faults detected in the studies carried out in the borders of Izmir Province were compared via the faults that are published at Interactive Earthquake Map published on the AFAD website. According to the obtained data, it was determined that the data sources of the Earthquake Map were not upto-date, especially the inland faults that were not included in the earthquake map and that it should be republished considering scientific research and the current earthquake catalog.

Keywords: *Earthquake, fault, map, regulation*

Karstik Bir Bölgede Yangın Sonrası Risk Değerlendirmesi: 18 Ekim 2024 Kıran-Muğla Yangını

Post-Fire Risk Assessment in a Karstic Region: October 18, 2024 Kıran-Muğla Fire

Tümay Kadakçı Koca

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Menteşe, Muğla
(tumaykoca@gmail.com)

Öz

Bu çalışma, 18 Ekim 2024'te Muğla Menteşe Kıran bölgesinde meydana gelen orman yangınının ardından, karstik yapıya sahip alanda risk değerlendirmesi yaparak, olası önleyici tedbirler önermek amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Öncelikle Sentinel-2 uydu görüntüsü kullanılarak, yangın alanının sınırları belirlenmiştir. Yangın alanı 744 ha büyüklüğünde olup, yangın sonrası yanma şiddetini belirlemek için normalize edilmiş yanma oranı (NBR) kullanılmıştır. NBR, yangın sonrası bölgedeki yanma şiddetini belirlemek için yaygın olarak kullanılan bir spektral indistir. Buna göre, düşük ve orta-yüksek yanma şiddeti arasında değişen alanların dağılımı ortaya konulmuştur. Yangın alanına ait eğim ve drenaj haritaları oluşturulmuş, böylece erozyon riski taşıyan alanlar belirlenmiştir. Ana drenaj hatlarında, özellikle %60›tan fazla eğime sahip ve yamaç uzunluğu fazla olan alanlarda erozyon potansiyelinin yüksek olacağı öngörülmüştür.

Kasım ve Aralık aylarında olmak üzere iki farklı tarihte saha incelemeleri yapılmıştır. Yangın alanında karstik kireçtaşı birimi, metasedimentler, çakıltaşı-kumtaşı ardalanmalı klastik birimler ve kolüvyal malzeme yayılım göstermektedir. Yapılan ilk saha araştırması neticesinde erozyon, sel ve moloz akışı gibi çevresel etkilerin, bölgedeki tarımsal faaliyet alanları ve köy yerleşimleri açısından önemli bir risk oluşturabileceği dört ana konum tespit edilmiştir. Litik leptosol türü sığ toprak katmanındaki yanma şiddeti, bitki ve toprak örtüsünün durumu, kül rengi ve derinliği, toprağın dokusu, kökler ve üst toprak katmanının su iticiliği dikkate alınarak gözlemsel olarak değerlendirilmiştir. Kaya kütlesinde meydana gelen kavlaklanma, çatlaklanma ve kopma gibi termal etkiler gözlemlenmiştir.

Aralık ayında yapılan saha incelemesinde, bölgede kaydedilen 314.9 mm yağış miktarının, sel ve erozyon etkilerini artırdığı ve en büyüğü 70 cm boyutunda olan lokal kaya düşmeleri gözlemlenmiştir. Yol boyunca bulunan istinat duvarlarının üstünden ve ana vadilerin yol ile birleştiği noktalarda yüzey akışının artmasıyla kara yoluna doğru moloz akışı gözlemlenmiştir. Boşaltma kesimlerinin başladığı bir lokasyonda yere serilmiş ağaç kütüklerinin sellenme ve moloz akışına karşı etkili olduğu görülmüştür. Diğer lokasyonlarda ise hızlı ve geçici bir çözüm olarak ana drenaj hatlarının yolu kestiği noktalarda yığma taş ile taşkın kontrol setleri yapılmıştır. Bunun yanı sıra, sahada oyuntu erozyonu ölçümleri yapılmış ve ortalama 30 cm derinliğinde oyuntular tespit edilmiştir. Bu durum, bölgedeki toprak kaybının ciddiyetini ve alınması gereken ek önlemleri ortaya koymaktadır.

Yangın bölgesindeki yüksek eğim, karstik yapı ve litolojik özellikler nedeniyle, taşınan malzemelerin tarımsal faaliyetler ve yeraltı suyu kalitesi üzerindeki etkileri de dikkate alınmalıdır. Bu kapsamda, uzun vadeli izleme çalışmalarının yürütülmesi, daha detaylı tehlike ve risk analizlerinin yapılması ve ek koruma önlemlerinin uygulanması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Erozyon, karstik yapı, orman yangını, risk değerlendirmesi, taşkın

Abstract

This study was conducted to assess the risks and propose mitigation measures in the karstic area following the forest fire that occurred on October 18, 2024, in the Kıran region of Menteşe, Muğla.

Initially, Sentinel-2 satellite imagery was used to define the boundaries of the fire-affected area. The fire area covers 744 hectares, and the normalized burn ratio (NBR), one of the most commonly used spectral indices, was used to determine the burn severity in the region. Based on this, the distribution of areas varying between low and medium-high burn severity was identified. Slope and drainage maps of the fire area were created to identify the areas at risk of erosion. It was predicted that areas with slopes greater than 60% and longer slopes in the main drainage lines would have a high erosion potential.

Field surveys were conducted at two different times, in November and December. The fire area consists of karstic limestone, metasedimentary rocks, conglomerate and sandstone intercalated clastic units, and colluvial material. The initial field investigation revealed four critical locations where environmental impacts such as erosion, flooding, and debris flow could pose significant risks to agricultural lands and village settlements. The burn severity in the shallow lithic leptosol soil layer was assessed observationally, taking into account the condition of plant and soil cover, ash color and depth, soil texture, roots, and the water repellency of the upper soil layer. Thermal effects such as spalling, cracking, and detachment were observed in the rock mass.

During the field survey conducted in December, it was recorded that the region received 314.9 mm of rainfall which intensified the effects of flooding and erosion, and local rockfalls were observed, with the largest being 70 cm in size. Increased surface runoff was observed along retaining walls and at the junctions of main valleys with the roads, leading to debris flow on the roads. At a location where salvage logging had begun, the laid tree trunks were found to be effective in preventing flooding and debris flow. In other locations, as a quick and temporary solution, flood control barriers were constructed using stacked stones at points where the main drainage lines intersected the road. Additionally, gully erosion measurements have been made, revealing an average depth of 30 cm of erosion. This highlights the severity of soil loss in the region and the additional measures that need to be implemented.

Due to the high slope gradient, karstic structure, and lithological characteristics in the fire-affected area, the impact of transported materials on agricultural activities and groundwater quality should also be considered. In this context, it is recommended to carry out long-term monitoring studies, conduct more detailed hazard and risk assessments, and implement additional protective measures.

Keywords: *Erosion, karstic structure, flood control, forest fire, risk assessment*

DOĞA KAYNAKLI AFETLER, AFET YÖNETİMİ VE RİSK DEĞERLENDİRMELERİ OTURUMU

Natural Disasters, Disaster Management and Risk Assessments Session

Aykut AKGÜN, Mutlu GÜRLER, Semi HAMZAÇEBİ, Ayhan IŞIK, Bülent ÖZMEN, Orhan TATAR

Poster Sunumlar/*Poster Presentations*

İklim Kaynaklı Afet Risk Azaltma Ve Önlemede AFAD' ın Rolü

AFAD's Role In Climate Induced Disaster Risk Reduction And Prevention

Mine Candar (1), Ömer Murat Yavaş (2), Yeliz Teker (3)

(1,2,3) AFAD, Üniversiteler Mahallesi, Dumlupınar Bulvarı, Çankaya, Ankara
(mine.candar@afad.gov.tr)

Öz

Günümüz küresel sorunlarından birisi de iklim kaynaklı afetlerdir. Bir afet ülkesi olan ülkemizde de son yıllarda iklim kaynaklı afetlerin etkileri daha fazla görülmeye başlanmıştır. Küresel boyutta iklim değişikliği, buzullar, ekosistemler, biyolojik çeşitlilik, su, tarım, ekonomi, insan sağlığı ve daha başka alanlarda kendini göstermektedir.

Küresel iklim değişikliği etkisiyle şiddeti ve sıklığı artan yağışlar ve sıcaklıklar sebebiyle hortum, sel/taşkın, şiddetli yağış ve bunlara bağlı olarak oluşan heyelan gibi afetler daha sık ve daha geniş alanlarda görülmektedir. İnsan etkileri bu zararların boyutlarını daha da arttırmaktadır. İlerleyen süreçlerde bunlar ve diğer sonuçları dikkate alındığında, iklim kaynaklı afetlerin toplumlar üzerindeki sosyo-ekonomik etkilerini de görünür kılmaktadır.

Afet riski azaltım ve uyum ölçeğinden bakıldığında küresel, ulusal ve yerel bağlamda uyumlu ve ortak hareket etmenin, ortak politika belgesi üretme ve sürdürmenin önemi görülmektedir. Bu bağlamda, iklim kaynaklı afetler, afet yönetiminde daha entegre ve proaktif yaklaşımların geliştirilmesini ve afetlere karşı risk azaltma çalışmalarında kapsamlı ve entegre yaklaşımlar geliştirilmesini gerektirmektedir

Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı uhdesinde İklim Kaynaklı Afet Risklerinin Azaltılması Dairesi Başkanlığı kurmuştur. Değişen risklere karşı yenilikçi çözümler üretmek, afetlere dirençli şehirler ve afetlere karşı daha dayanıklı bir toplum inşa etmek adına kritik bir rol üstlenen Daire başkanlığı kurulması vasıtasıyla iklim kaynaklı afet risklerinin azaltılması konusunda paydaşlar arasında koordinasyonun arttırılması, yürütülen çalışmalarda mükerrerliğin azaltılması ve önceliklerin belirlenerek yatırımların doğru şekilde kanalize edilmesi, ulusal ve uluslararası toplantılara ve projelere katılım amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Afet, azaltım, iklim değişikliği, küresel ısınma, sosyo ekonomik etki, uyum

Abstract

One of today's global problems is climate-related disasters. In our country, which is a country of disasters, the effects of climate-related disasters have become more visible in recent years. On a global scale, climate change manifests itself in glaciers, ecosystems, biodiversity, water, agriculture, economy, human health and other areas.

Disasters such as tornadoes, floods, heavy rains and landslides resulting from them are seen more frequently and in larger areas due to the increasing intensity and frequency of precipitation and temperatures due to the effect of global climate change. Human impacts further increase the extent of these damages. When these and other consequences are taken into account in the future, it also makes visible the socio-economic effects of climate-related disasters on societies

When viewed from the disaster risk reduction and adaptation scale, the importance of acting harmoniously and jointly in the global, national and local context, and producing and maintaining a common policy document is seen. In this context, climate-related disasters require the development of more integrated and proactive approaches in disaster management and the development of comprehensive and integrated approaches in risk reduction studies against disasters

The Department for Reducing Climate-Induced Disaster Risks was established under the Presidency of Disaster and Emergency Management. Increasing coordination among stakeholders in reducing climate-related disaster risks through the establishment of a Department that plays a critical role in producing innovative solutions against changing risks, building disaster-resistant cities and a more resilient society against disasters, reducing duplication of work carried out, and channeling investments correctly by determining priorities. and participation in national and international meetings and projects.

Keywords: *Disaster, mitigation, climate change, global warming, socioeconomic impact, adaptation*

Afetlerde Barınma Aşamaları

Shelter Standards in Disasters

Vakkas Bozkurt (1), Halil İbrahim Küçük (2), Gamze Aydın (2)

(1) Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik ve Nükleer Fizik Bölümü
(2) Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afet Yönetimi Anabilim Dalı
(halil55ibrahim27@gmail.com)

Öz

Afetler, yüzyıllardır toplumun belli kesimlerini veya tamamını büyük zarar ve yıkıma neden olarak birçok yönden olumsuz etkilemektedir. Özellikle son senelerde iklim değişiklikleri ve doğal kaynakların tüketiminin bilinçsizce artması, doğal afetlerin şiddetlenmesine ve daha sık meydana gelmesine neden olmuştur. Afet sonrası barınma alanlarının zarar görmesi ve altyapı sorunlarının oluşmasıyla afetzedelerin barınma ihtiyaçları ortaya çıkmaktadır. Afetzedelerin afetler sebebiyle kendilerini güvende duydukları evlerini ve yaşam alanlarını kaybetmesi, hem yaşadıkları olumsuzlukların etkisini artırmakta hem de doğal afet sonrasında normal yaşamlarına dönme süresini uzatmaktadır. Geçici barınma birimleri, yeniden yapılanma süreci tamamlanana kadar hizmet veren, afetzedelerin fiziksel, sosyal ve psikolojik yönden talep ve ihtiyaçlarını karşılayan yapılardır. Afetzedelerin barınma ihtiyaçlarının karşılanması üç aşamalı olarak gerçekleşmektedir: acil barınma, geçici barınma ve geçici konut alanlarıdır. Bu alanlar daha güvenilir bir ortam sunmaktadır.

Bu çalışma ile afetlerde meydana gelen yıkımlar sonucu, afetzedelerin yaşadığı en temel ihtiyaçlardan biri olan barınma sorununu ele almak ve barınma aşamaları ile ilgili yapılan çalışmaları araştırmak amaçlanmıştır. Çalışma, afetzedelerin barınma sorunlarına çözüm önerilerini, barınma çeşitlerinin avantaj ve dezavantajlarını, akut ve uzun dönemdeki barınma süreçlerini kapsayan bir literatür araştırması yapılarak afet sonrası barınma süreçlerini açıklamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Afet, barınma, geçici barınma

Abstract

Disasters have been negatively affecting certain segments of society or the whole society in many ways by causing great damage and destruction for centuries. Especially in recent years, climate changes and the unconscious increase in the consumption of natural resources have caused natural disasters to intensify and occur more frequently. After the disaster, shelter needs of disaster victims arise due to the damage of shelter areas and infrastructure problems. When disaster victims lose their homes and living spaces where they feel safe due to disasters, it both increases the impact of the negativities they experience and prolongs the time to return to their normal lives after the natural disaster. Temporary shelter units are structures that serve until the reconstruction process is completed and meet the physical, social and psychological demands and needs of disaster victims. Meeting the sheltering needs of disaster victims is realized in three stages: emergency sheltering, temporary sheltering and temporary housing areas. These areas offer a more reliable environment.

This study aims to address the problem of sheltering, which is one of the most basic needs of disaster victims as a result of the destruction that occurs in disasters, and to investigate the studies on the stages of sheltering. The study explains the post-disaster sheltering processes by conducting a literature research covering the solutions to the sheltering problems of disaster victims, the advantages and disadvantages of sheltering types, acute and long-term sheltering processes.

Keywords: *Disaster, shelter, temporary shelter*

Türkiye'de İklim Değişikliği ve Doğal Afetler

Climate Change and Natural Disasters in Türkiye

Çiğdem Samancı Tekin (1), Nur Cihan Özkan (2), Gamze Aydın (2)

(1) Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Dahili Tıp Bilimleri Bölümü
(2) Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Disiplinlerarası Afet Yönetimi
(nurcihanozkan007@gmail.com)

Öz

Uzun senelerce incelenen hava olaylarının ortaya çıkma durumlarına ve özelliklerine bağlı olarak gerçekleşen değişiklikler, küresel bir çevre sorunu olan iklim değişikliği adıyla karşımıza çıkmaktadır. İklim değişikliği etkilerinin gün geçtikçe şiddetlenmesi beklenmektedir. Dünyada görülen doğal afetler incelendiğinde, 31 doğal afetten 28'inin meteorolojik afet olarak karşımıza çıktığı görülmektedir. Doğal afetlerin türleri ve önem sıraları, gerçekleşeceği bölgeye göre farklılık göstermektedir. Türkiye, jeopolitik konumundan kaynaklı olarak bölgelerine göre değişkenlik gösterebilen iklim olaylarından oldukça fazla etkilenen bir ülkedir. Örnek olarak, özellikle Akdeniz Bölgesi'nde orman yangınları, kuraklık ve sel gibi afetler sıklıkla görülmektedir. Bu durumlar, iklim değişikliği sorunlarına sebep olan risklerin analiz edilerek yönetilmesi gerektiğini göstermektedir. Ayrıca, Türkiye'nin iklim değişikliğine uyum sağlayarak mücadele etmesi gerektiğini ortaya çıkarmaktadır.

Bu çalışmada literatür araştırması yapılarak iklim değişikliği ve doğal afetlerin ilişkisine dikkat çekilmek istenmiştir. Ayrıca bu çalışmada iklim değişikliğinin Türkiye üzerindeki etkilerinden ve iklim değişikliğine bağlı Türkiye'de gerçekleşen doğal afetlerden bahsedilerek Türkiye'nin hangi boyutta iklim değişikliğinden etkilendiği vurgulanmıştır. Çalışmada iklim değişikliğine bağlı çeşitli öneriler sunularak literatüre katkı sağlanması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: İklim değişikliği, doğal afet, afet yönetimi

Abstract

Changes that occur depending on the occurrence and characteristics of weather events that have been studied for many years appear under the name of climate change, which is a global environmental problem. The effects of climate change are expected to become more severe day by day. When the natural disasters seen in the world are examined, it is seen that 28 out of 31 natural disasters are meteorological disasters. The types and order of importance of natural disasters vary depending on the region where they occur. Türkiye is a country that is highly affected by climatic events that may vary depending on the region due to its geopolitical location. For example, disasters such as forest fires, drought and floods are frequently observed, especially in the Mediterranean Region. These situations show that the risks that cause climate change problems need to be analyzed and managed. It also reveals that Turkey needs to combat climate change by adapting to it.

In this study, we aimed to draw attention to the relationship between climate change and natural disasters by conducting a literature research. In addition, in this study, the effects of climate change on Türkiye and the natural disasters that occur in Turkey due to climate change are mentioned and the extent to which Turkey is affected by climate change is emphasized. The study aimed to contribute to the literature by presenting various suggestions related to climate change.

Keywords: *Climate change, natural disaster, disaster management*

DÜŞÜK SICAKLIK TERMOKRONOLOJİSİ VE UYGULAMALARI OTURUMU

Low-Temperature Thermochronology and its Applications Session

Pınar ERTEPINAR, Nilay GÜLYÜZ, Fatih KARAOĞLAN

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

Düşük Sıcaklık Termokronolojisinin Sedimanların Kaynak-Havza İlişkisi Analizi

Low-Temperature Thermochronology In Source-To-Sink Evaluation Of Sediments

Pieter van Heiningen (1), Nuretdin Kaymakci (2,3)

(1) Provenance Exploration Consultancy B.V. Netherlands
(2) Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendsiliği Bölümü, 06800 Ankara, Turkey.
(3) Department of Neotectonics and Thermochronology Institute of Rock Structure and Mechanics of the Czech Academy of Science V Holesovickach 94/41 182 09, Prague 8 Czech Republic.
(kaymakci@metu.edu.tr)

Öz

Düşük sıcaklık termokronolojisi (DST), üst kabuktaki kayaçların ve sedimanların termal geçmişini anlamak için kullanılan oldukça önemli bir tekniktir. Genellikle ~280°C ile ~70°C arasındaki sıcaklık aralığında uygulanır. Bu yöntem, Zirkon (Zr) ve Apatit (Ap) fizyon izleri ile Zr ve Ap (U-Th)/He yaş tayini gibi teknikleri içerir ve tektonik yükselme, gömülme ve sedimanter sistemlerin kaynak-birikim ortamı (kaynak-havza) değerlendirmelerinde etkili bir çözüm sunar. Detritik minerallerin analiziyle sedimanın kaynağı ve taşınma yolları izlenebilir; dolayısıyla yüzey şekillerini oluşturan tektonik ve yüzey süreçleri hakkında önemli bilgiler sağlar.

Kaynak-havza çalışmalarında DST, sedimanter havzaların jeolojik geçmişini belirlemede kritik öneme sahip olan yükselme ve sübsidans oranlarını nicel olarak değerlendirmemize olanak tanır. Ayrıca denüdasyon, yükselme veya sediman birikimi gibi süreçlerin belirlenmesine yardımcı olur. Bu süreçler, havzada aşınan ve biriken malzemelerin envanterinin çıkarılmasını, ayrıca aşınma-taşınma-birikim oranlarının hesaplanmasını mümkün kılar. Tektonik yükselme, kayaçların erozyona maruz kalmasına neden olur ve bu süreçler detritik minerallerin termal imzalarında kaydedilir. Böylece deformasyon evrelerinin ve yükselme zamanlamasının yanı sıra aşınan malzeme hacmi de belirlenebilir.

Termokronolojik tekniklerdeki son gelişmeler, analizlerin çözünürlüğünü ve doğruluğunu artırarak sedimanter havzaların evriminin daha ayrıntılı bir şekilde belirlenmesini sağlamıştır. Bu verilerin termo-kinematik modelleme ile entegrasyonu, tektonik, iklim ve yüzey süreçleri arasındaki etkileşimlerin jeolojik zaman ölçeklerinde daha iyi anlaşılmasını mümkün kılar. Bu yaklaşım, sedimanter havzaların oluşum ve evrim süreçlerini değerlendirmek ve rezervuar petrolojisi ile rezervuar kalitesini belirlemek için hayati öneme sahiptir.

Bu çalışma, havzaların gömülme ve yükselme süreçlerinin nicel olarak belirlenmesi, sedimanların kaynak-havza ilişkilerinin izlenmesi ve drenaj ağı gelişimi ile evriminin analiziyle yer yüzünün morfotektonik evrimini jeolojik zaman ölçeğinde incelemeyi hedeflemektedir. Ayrıca, yeni geliştirilen fizyon izi tavlanması ve helyum difüzyon kinetiği bilgilerini entegre ederek yer kabuğunun deformasyon tarihçesini daha iyi anlamayı amaçlamaktadır. Bu bağlamda, Endonezya, Güneybatı Türkiye ve Güney Amerika'daki (Peru'nun güneyi ve Ekvador'dan Kolombiya ile Venezuela'ya kadar uzanan kuzey And bölgesi) kaynak-havza ortamı araştırmalarında DST'nin uygulanmasına ilişkin yürütülmüş olan çalışmalarımızdan örnekler sunulacaktır.

Anahtar Kelimeler: Denudasyon, düşük sıcaklık termokronolojisi, Endonezya, kaynak-havza analizi, Kuzey And Dağları, kütle dengeleme, Türkiye.

Abstract

Low-temperature thermochronology (LTT) is a crucial technique for understanding the thermal history of rocks and sediments in the upper crust, typically within a temperature range of ~280°C to ~70°C. It includes methods such as Zircon (Zr) and Apatite (Ap) fission track dating, Zr and Ap (U-Th)/He dating, making it effective for deciphering tectonic uplift and burial as well as source-to-sink evaluations of sedimentary systems. By analyzing detrital minerals sediment provenance and transport pathways can be traced, providing insights into tectonic and surface processes that shape landscapes.

In source-to-sink studies, LTT quantifies uplift and subsidence rates, essential for reconstructing the geological history of sedimentary basins and determination of denudation and sediment removal or deposition that facilitate quantification and balancing the eroded material versus deposited material in a basin. Tectonic uplift exposes rocks to erosion, which is recorded in the thermal signatures of detrital minerals, allowing for the identification of deformation phases and exhumation timing, as well as the volume of eroded material.

Recent advancements in thermochronological techniques have improved the resolution and accuracy of analyses, enabling nuanced reconstructions of sedimentary basin evolution. Integrating thermochronological data with thermo-kinematic modelling enhances understanding of the interactions among tectonics, climate, and surface processes over geological timescales. This approach provides a framework for assessing the dynamic processes governing sedimentary basin formation and evolution as well as the prediction of reservoir petrography and quality.

In this contribution we will emphasize the quantification of basin burial and exhumation, tracing sediment evolution from source to sink, and reconstructing landscape evolution with the help of drainage basin development and evolution. Novel dating methods have improved our understanding of fission track annealing and helium diffusion kinetics, offering detailed deformation histories of the Earth's crust. Our case studies include the application of LTT in source-to-sink studies across regions such as Indonesia, southwestern Turkey, and South America, focusing on southern Peru and the northern Andean region, from Ecuador to Colombia and Venezuela.

Keywords: *Denudation, Indonesia, low-temperature thermochronology, mass balance, Northern Andean Mountains, source-to-sink analysis, Türkiye.*

Güney Tethys'in Oligo-Miyosen Dönemindeki Evriminin Bütünleşik Stratigrafi ve Termokronoloji Yöntemleri ile Belirlenmesi

Evolution of the Southern Tethys during the Oligo-Miocene Using Integrated Stratigraphy and Thermochronological Dating Techniques

Nuretdin Kaymakci (1,2), Erhan Gülyüz (2,3), Nilay Gülyüz (2,3), Bora Uzel (4), Fatih Karaoğlan (5,6), Meryem Dilan İnce (1), Mahnaz Rezaeian (7), Agata Di Stefano (8), Elena Turco (9), Wout Krijgsman (10), Hülya Durak (2)

(1) Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendsiliği Bölümü, 06800 Ankara, Turkiye.
(2) Department of Neotectonics and Thermochronology Institute of Rock Structure and Mechanics of the Czech Academy of Science V Holesovickach 94/41 182 09, Prague 8 Czech Republic.
(3) Van Yüzüncüyıl University, Jeoloji Mühendsiliği Bölümü, 65080, VAN, Türkiye.
(4) Dokuz Eylül University, Jeoloji Mühendsiliği Bölümü, TR-35160 İzmir, Turkey.
(5) Çukurova University, Jeoloji Mühendsiliği Bölümü, 01330 Sarıcam Adana, Turkiye.
(6) Czech Academy of Sciences, Institute of Geology, Department of Geological Processes, Rozvojová 269 16500 Praha – Lysolaje, Czech Republic.
(7) Department of Earth Sciences, Institute for Advanced Studies in Basic Sciences, Zanjan, Iran.
(8) Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali, Università degli Studi di Catania, 95129 Catania, Italy.
(9) Dipartimento di Scienze Chimiche, della Vita e della Sostenibilità Ambientale, Università degli Studi di Parma, 43124 Parma, Italy.
(10) Department of Earth Sciences, Fort Hoofddijk 1 Paleomagnetic Laboratory, Budapestlaan 17, 3584 CD Utrecht, The Netherlands
(kaymakci@metu.edu.tr)

Öz

Arap ve Avrasya levhalarının yakınlaşması yaklaşık 35 milyon yıl önce başlamış olup, güney Tethys bölgesinde, doğu Türkiye ve KD İran, Küçük Kafkasya, Taliş Dağları ve Büyük Kafkasya boyunca K-G yönde kabuk kısalması ve yükselmeye neden olmuştur. Bu tektonik aktivite, Avrasyanın güney kenarındaki havzalara sediman arzını ve çökelimini kolaylaştırmıştır. Bu yakınlaşmaın en önemli sonuçlarından biri, Eosen'in sonuna kadar endemik fauna ve deniz florası yaratan, küresel okyanuslardan değişik peryotlarda izole olmuş geniş bir iç deniz olan Paratethys'in oluşumudur. Ancak, Paratethys'in oluşum ve yok olma zamanlaması hala kesin oalrak bilinmemektedir.

Bu çalışmada, bölgedeki güney Tethys'in yok olma zamanlamasını ve evrimini yüksek çözünürlüklü stratigrafik teknikler kullanarak belirlemek için; deniz biyostratigrafisi, manyetostratigrafi, Sr- ve Nd-izotop analizleri ile düşük sıcaklık termokronolojik tarihlendirme tekniklerini içeren bütünleşik bir yaklaşım takip edilmiştir. Bu kapsamda, Doğu Türkiye'deki Miyosen denizel birimler içeren, Erzincan (Bölükova, Çayırlı, Yedisu kesitleri), Erzurum (Hamamlı, Tekman, Aşkale kesitleri) ve Ağrı (Çobanbeyi kesiti) çevresindeki Geç Oligosen ile Erken Miyosen zaman dilimine odaklanarak saha araştırmaları gerçekleştirilmiştir. Hamamlı'dan toplam 128 manyetostratigrafik örnek ve Bölükova'dan 150 örnek analiz edilmiştir. Foraminifera ve nannofossil topluluklarına odaklanarak biyostratigrafi için 200'den fazla örnek incelenmiştir. Ayrıca, iç içe geçmiş karbonatların tortul ortamlarını tarihlendirmek ve karakterize etmek için 17 örnek Nd- ve Sr-izotop oranları için analiz edilmiştir ve düşük sıcaklık termokronolojik yaş belirlemeleri için beş örnek kullanılmıştır.

Sonuçlar, çalışma alanındaki en genç denizel birimlerin geç Burdigalian'a karşılık geldiğini göstermektedir. Biyostratigrafi, termokronoloji ve Sr-izotoplarına dayanan yaş kalibrasyonları, Hamamlı kesitini C6 Kronu içinde, 20.7–19.05 milyon yıl aralığına yerleştirmektedir. Ön veriler, Burdigalian sırasında Akdeniz ve Hint okyanusları arasında bir deniz bağlantısı olduğunu önermekte, bu da güney Tethys'teki en genç deniz tortularının küresel okyanuslarla bağlantılı açık bir deniz ortamında oluştuğunu göstermektedir. Daha sonra, bölgenin K-G yönünde kısalması ve ortalama 2 km'den fazla yükselmesi ile Paratethys ile dünya okyanusları arasındaki bağlantı tamamen kesilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Arap-Avrasya Çarpışması, düşük sıcaklık termokronolojisi, entegre stratigrafi, manyetostratigrafi, Paratethys, Sr-izotopları.

Abstract

The convergence between the Arabian and Eurasian plates initiated around 35 Ma, has driven extensive N-S crustal shortening and uplift across the southern Tethys region, encompassing eastern Turkey, NW Iran, the Lesser Caucasus, the Talysh Mountains, and the Greater Caucasus. This tectonic activity facilitated the creation of accommodation space and sediment supply to peripheral basins along the southern Eurasian margin. Among its most significant consequences was the birth of the Paratethys, a vast inland sea intermittently isolated from global oceans, which gave rise to endemic fauna and marine flora by the end of the Eocene. However, the timing of the birth and demise of Paratethys remains poorly constrained.

This study investigates the timing of the demise of the southern Tethys in the region and offers spatiotemporal insights into its evolution using high-resolution stratigraphic analyses of marine-continental transition units. An integrated approach, including marine biostratigraphy, magnetostratigraphy, Sr- and Nd-isotope analyses, and low-temperature thermochronological dating, was employed. Field investigations were conducted on Miocene marine lithologies in eastern Turkey, focusing on Late Oligocene to Early Miocene sites around Erzincan (Bölükova, Çayırlı, Yedisu sections), Erzurum (Hamamlı, Tekman, Aşkale sections), and Ağrı (Çobanbeyi section) near Turkish-Iranian border. A total of 128 magnetostratigraphic samples from Hamamlı and 150 samples from Bölükova were analyzed. Over 200 samples were examined for biostratigraphy, focusing on foraminifera and nannofossil assemblages. Additionally, 17 samples were analyzed for Nd- and Sr-isotope ratios to date and characterize depositional environments of intercalated carbonates, and five samples were used for low-temperature thermochronological age determinations.

The results indicate that the youngest marine deposits in the study area correspond to the late Burdigalian. Age calibrations based on biostratigraphy, thermochronology, and Sr-isotopes place the Hamamlı section within the C6 Chron, spanning 20.7–19.05 Ma. Preliminary Nd data suggest a marine connection between the Mediterranean and Indian oceans during the Burdigalian, indicating that the youngest marine deposits in the southern Tethys formed in an open marine environment linked to global oceans, then the link between Paratetis and world oceans is severed completely as the region shortened N-S and uplifted to more than 2 km average elevation.

Keywords: *Arabian-Eurasian collision, integrated stratigraphy, low-temperature thermochronology, magnetostratigraphy, Paratetis, Sr- isotopes.*

Haymana ve Tuz Gölü Havzalarında Eksumasyon Dinamikleri ve Sedimanter Kayıtlar ile Torid Bloğu Metamorfik Temel Kayaçlarının Eksumasyonuna Dair Bulgular: Bir Termokronolojik Çalışma

Exhumation Dynamics and Sedimentary Records in Haymana and Tuzgölü Basims, Central Anatolia, with Insights into the exhumation of Tauride Block Metamorphic Basement: A Thermochronological Study

Erhan Gülyüz (1,2), Nuretdin Kaymakci (3), Fatih Karaoğlan (4,5), Nilay Gülyüz (1,2), Finlay Stuart (6), Ayşegül Feray Gökdere (1)

(1) Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 65080, Van, Türkiye
(2) Department of Neotectonics and Thermochronology, Institute of Rock Structure and Mechanics of the CzechAcademy of Sciences, Holesovickach 94/41 182 09, Prague, Czechia
(3) Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800 Ankara, Türkiye
(4) Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 01330 Sarıcam Adana, Türkiye.
(5) Czech Academy of Sciences, Institute of Geology, Department of Geological Processes, Rozvojová 269 16500, Prague, Czechia
(6)I sotope Geosciences Unit, Scottish Universities Environmental Research Centre, East Kilbride, Scotland, United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland
(erhangulyuz@yyu.edu.tr)

Öz

Orta Anadolu, en az Kretase'den beri Avrasya ve Afrika plakalarının yakınsamasına tanıklık etmiş olup günümüzde bu plakaların sınırını temsil etmektedir. Bu yakınsama sürecinde, bölgedeki sedimanter havzalar, dalma-batma, kıtasal çarpışma ve çarpışma sonrası olaylarla ilişkili tektonik süreçleri kaydetmiştir. Bu çalışma, Haymana ve Tuz Gölü havzalarının gömülme ve ardından yükselme geçmişini araştırmak amacıyla düşük sıcaklık termokronolojisi (LTT) yöntemlerini kullanmaktadır. Ayrıca, havzaların temel kayaçları ve kaynak kayaçları ile Torid Bloğu'nun metamorfik birimlerinde bulunan zirkon ve apatit kristallerine LTT analizleri uygulanmıştır.

Haymana Havzası'na ait Üst Kretase–Oligosen sekanslarından elde edilen veriler (6 AFT ve 4 ZHe yaşları), havzanın ~29 ila ~17 milyon yıl (Ma) arasında kuzeyden güneye doğru ilerleyen bir yükselme süreci geçirdiğini ortaya koymaktadır. Havzanın esas olarak kuzeyde yer alan kaynak kayaçlarından elde edilen yükselme yaşları 42–72 Ma ve 63–116 Ma arasında gruplanmaktadır. Tuz Gölü Havzası'nda elde edilen termokronolojik veriler (7 AFT, 7 ZHe ve 4 AHe yaşları), havzanın ~42,5 ila ~10 Ma arasında yükseldiğini göstermektedir. Havza, başlıca 57–95 Ma arasında yüzeye çıkmış olan Kırşehir Bloğu'nun pre-Eosen temel kayaçları tarafından beslenmiştir. Eosen süresince, hem Kırşehir Bloğu hem de Geç Kretase–Eosen boyunca aşamalı olarak yüzeye çıkan Torid-Anatolid platformundan da katkılar sağlanmıştır.

Torid Bloğu'nun kristalen kayaçları üzerinde yapılan termokronolojik analizler (6 ZHe, 6 AHe yaşları), bu kayaçların Geç Kretase–Eosen'deki en yüksek metamorfizmasını takiben açığa çıktığını göstermektedir. Eksumasyon yaşlarının mekânsal ve zamansal dağılımı, Akşehir Fay Zonu'ndan Eskişehir Fay Zonu'na doğru kuzeye gençleşen bir eğilim sergilemekte olup, bu durum güneye doğru hareket eden bir sıyrılma fayı ile ilişkilendirilmektedir. Bu sıyrılma fayının, büyük olasılıkla Neotetis dalan levhasının güneye doğru çekilmesiyle bağlantılı olduğu düşünülmektedir. Yaklaşık ~65 Ma olarak elde edilen en eski yaş, bu olayın zamanlamasını kısıtlamakta olup, bölgede kıta içi genişlemenin başlangıcına işaret etmektedir.

Bu bulgular, Orta Anadolu Havzaları'nın Torid Platformu üzerindeki çarpışma sonrası birikimlerinin başlangıçta kuzeyde ön havza ortamında, daha sonra ise ~65 ila ~30 Ma arasında güneyde denizel sıyrılma fayı üstü sistemlerinde çökelmiş olabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Apatit fizyon izi, kaynak kaya, Orta Anadolu havzaları, Tavşanlı zonu, termokronoloji.

Abstract

Central Anatolia has witnessed the convergence of the Eurasian and African plates since at least the Cretaceous and today represents the boundary of these plates. During this convergence, the sedimentary basins in the region recorded tectonic processes associated with subduction, continental collision, and post-collisional events. This study employs low-temperature thermochronology (LTT) methods to investigate the burial and subsequent uplift history of these basins (Haymana and Tuzgölü Basins). Also, the basement and source rocks of the basins, as well as the metamorphic units of the Tauride Block, were studied by using LTT techniques on zircon and apatite crystals.

Data from the Upper Cretaceous–Oligocene sequences of the Haymana Basin (6 AFT and 4 ZHe ages) reveal that the basin experienced uplift from ~29 to ~17 Ma, progressing from north to south. The source rocks of the basin, located primarily to the north, yielded uplift ages grouped between 42–72 Ma and 63–116 Ma. In the Tuzgölü Basin, thermochronological results (7 AFT, 7 ZHe, and 4 AHe ages) indicate uplift between ~42.5 and ~10 Ma. The basin was fed by pre-Eocene basement rocks of the Kırşehir Block, which had been exposed between 57–95 Ma. During the Eocene, contributions also came from both the Kırşehir Block and the Tauride-Anatolide platform, which progressively exposed during the Late Cretaceous–Eocene.

Thermochronological analyses of the Tauride Block crystalline rocks (6 ZHe, 6 AHe ages) demonstrate that their exhumation occurred after their peak metamorphism during the Late Cretaceous–Eocene. The spatial and temporal distribution of the exhumation ages suggests younging towards the north from the Akşehir Fault Zone to the Eskisehir Fault Zone, indicating southward footwall movement of a detachment fault, likely associated with southward slab retreat of Neotethyan slab. The oldest obtained age of ~65 Ma constrains the timing of this event, indicating the onset of intra-continental extension in the region.

These findings further suggest that the post-collisional deposits of Central Anatolian Basins on Tauride Platform were initially deposited in foreland setting at the north and latterly marine supra-detachment systems at the south during ~65 - ~30 Ma period.

Keywords: *Apatite fission track, Central Anatolian basins, provenance, Tavşanlı zone, thermochronology.*

Güneydoğu Anadolu Orojenik Kuşağı Boyunca Arap Platformu'nun Gömülme/Yüzeyleme Tarihçesi

The Burial/Exhumation History of the Arabian Platform Along the Southeast Anatolian Orogenic Belt

Fatih Karaoğlan (1,2), Yusuf Topak (3), Mahmut Utmanoğulları (4), Mecit Korkmaz (5)

(1) Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 01330 Sarıcam Adana, Turkiye Cumhuriyeti

(2) Czech Academy of Sciences, Institute of Geology, Department of Geological Processes, Rozvojová 269 16500 Praha, Czech Republic

(3) Adıyaman Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Altınşehir Mh. 3005 Sokak No:13 02040 Adıyaman

(4) Türkiye Petrolleri A.O. Adıyaman Bölge Müdürlüğü/Adıyaman

(5) Türkiye Petrolleri A.O. Genel Müdürlüğü/Ankara

(fkaraoglan@cu.edu.tr)

Öz

Güneydoğu Anadolu Orojenik Kuşağı Nap alanı, yığışım prizması zonu ve Arap platformu olmak üzere üç ana tektonik birlikten oluşmaktadır. Neotetis Okyanusunun Geç Kretase'den günümüze kapanması sırasında pasif kıta konumunda olan Arap platformu, Pre-Kambriyen'den günümüze değin çökelen sedimanter birimlerden oluşmaktadır. Anatolid-Torid platformu, Bitlis-Pütürge Metamorfikleri ve Arap platformu arasında kıta-kıta çarpışmasının zamanlamasına dair tartışmalar devam etmektedir.

Bu çalışmada Arap Platformuna ait Üst-Kretase-Miyosen istifinden LA-ICP-MS zirkon U-Pb ve apatit Fizyon İzi tarihlendirmeleri yapılmıştır. Silüriyen-Devoniyen yaşlı Dadaş formasyonunun beslendiği kaynak alanlar sırasıyla 620-670 My, 800-1050 My 1500-1850 My ve 2350-2410 My yaşlı birimler bulunmaktadır Üst Kretase yaşlı Kastel formasyonu kırıntılı U-Pb yaşları 77 My (%14), 91 My (%79) ve 246 My (%6) olan üç farklı magmatik kaynaktan beslendiği gözlenmektedir. Üst Kretase yaşlı Terbüzek formasyonu 90 My (%70), 100 My (%9), 144 My (%4), 280 My (%8) ve 480 My (%7) olan kaynak alanlara işaret etmektedir. Üst Kretase-Paleosen yaşlı Germav formasyonuna 96 My (%63), 148 My (%16), 186 My (%6), 230 My (%10) ve 585 My (%4) kaynak alanlarından beslenmiştir. Literatürde Oligosen yaşlı olarak bilinen kırmızı tabakalardan (red beds) Kahramanmaraş kuzeyinde birimin mostra verdiği bölgede en alt tabakadan alınan örnek üzerinde yapılan zirkon U-Pb yaşları kırmızı tabakaların yaşının Orta Miyosen'den daha genç olması gerektiğini göstermektedir. Kırmızı tabakaları besleyen kaynaklar 17 My (%77), 81 My (%10), 480 My (%10), 860 My (%2) ve 2270 My (%1) yaşlı birimlerdir.

AFT verileri Miyosen yaşlı Şelmo (Azgıt) formasyonuna malzeme veren birimlerin soğumaları 600-20 My arasında değişmektedir. Kaynak alanın heterojen dağılım gösterip kaynak alanın soğuma/yüzeylemesi 237 My, 65 My ve 30 My olarak gözlenmektedir. Üst Kretase-Paleosen yaşlı Germav formasyonunun AFT yaş dağılımı 255 My ile 20My arasında değişen yükselim yaşları sunmaktadır. Üst Kretase yaşlı Terbüzek formasyonunun AFT yaşlarının 400-70 My arasında değiştiği ve 230My ile 135 My tepe noktalarına sahip olduğu görülmektedir. Üst Kretase yaşlı Kastel formasyonunun AFT yaşlarının 220-40 My arasında değiştiği ve 370My ve 110My tepe noktalarına sahip olduğu görülmektedir. Birimin formasyon yaşından daha genç AFT yaşlarına sahip olması gömülme derinliğinin FT yaşlarını etkilediğini göstermekte ve birimin Eosen'de yüzeylemeye başladığı görülmektedir.

Elde edilen sonuçlar Arap platformuna ait Üst Kretase-Paleosen birimlerinin aktif kıtadan malzeme almadığını ve Terbüzek formasyonun geç Kretase yaşında (88 My) homojen tek bir kaynaktan beslendiğini göstermektedir. Apatit Fizyon İzi verileri Üst Kretase birimlerinin 2-4km arasında bir derinliğe gömüldüğünü ve en geç Oligosen'de yükselmeye başladığını göstermektedir. Miyosen Şelmo Formasyonu aktif kıtadan Erken Oligosen'de yüzeyleyen birimlerden malzeme almıştır. Bu veriler bölgede kıta-kıta çarpışmasının en azından Erken Miyosen'de başladığına işaret etmektedir.

Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından 118Y313 nolu proje ile desteklenmiştir. Projeye verdiği destekten ötürü TÜBİTAK'a teşekkürlerimizi sunarız.

Anahtar Kelimeler: Arap Platformu, apatit fizyon izi, düşük sıcaklık termokronolojisi, kırıntılı zirkon UPb.

Abstract

The Southeastern Anatolian Orogenic Belt consists of three main tectonic units: the Nappe Zone, the accretionary prism zone and the Arabian platform. The Arabian platform, which was a passive continent during the closure of the Neotethys Ocean from the Late Cretaceous to the present, consists of sedimentary units deposited from the Pre-Cambrian to the present. Discussions on the timing of the continent-continent collision between the Anatolide-Tauride platform, Bitlis-Pütürge Metamorphics, and the Arabian platform continue.

In this study, LA-ICP-MS zircon U-Pb and apatite Fission Trace dates were made from the Upper-Cretaceous-Miocene sequence of the Arabian Platform. The source areas feeding the Silurian-Devonian Dadaş formation are 620-670 Ma, 800-1050 Ma, 1500-1850 Ma and 2350-2410 Ma units, respectively. The Upper Cretaceous Kastel formation was fed by three different magmatic sources with clastic U-Pb ages of 77 Ma (14%), 91 Ma (79%) and 246 Ma (6%). The Upper Cretaceous Terbüzek formation indicates source areas of 90 Ma (70%), 100 Ma (9%), 144 Ma (4%), 280 Ma (8%) and 480 Ma (7%). The Upper Cretaceous-Paleocene Germav formation was fed by 96 Ma (63%), 148 Ma (16%), 186 Ma (6%), 230 Ma (10%) and 585 Ma (4%) source areas. The zircon U-Pb ages performed on the sample taken from the lowest layer of the red beds outcrops in the north of Kahramanmaraş indicate that the age of the red beds should be younger than in the Middle Miocene. The sources feeding the red beds are 17 Ma (77%), 81 Ma (10%), 480 Ma (10%), 860 Ma (2%) and 2270 Ma (1%) units.

AFT data show that the cooling of the units providing material to the Miocene Şelmo *(Azgıt) formation varies between 600-20 Ma. The source area shows a heterogeneous distribution, and the source area's cooling/exhumation is observed as 237 Ma, 65 Ma, and 30 Ma. The AFT age distribution of the Upper Cretaceous-Paleocene Germav formation presents uplift ages ranging from 255 Ma to 20 Ma. It is observed that the AFT ages of the Upper Cretaceous Terbüzek formation vary between 400-70 Ma and have peaks of 230 Ma and 135 Ma. It is observed that the AFT ages of the Upper Cretaceous Kastel formation vary between 220-40 Ma and have peaks of 370 Ma and 110 Ma. The fact that the unit has AFT ages younger than the formation age indicates that the burial depth affects the FT ages, and the unit started to exhume in the Eocene.*

The results show that the Upper Cretaceous-Paleocene units of the Arabian platform did not receive material from the active continent. The Terbüzek formation was fed by a single homogeneous source at the late Cretaceous age (88 Ma). Apatite Fission Trace data show that the Upper Cretaceous units were buried at a 2-4 km depth and started to rise in the latest Oligocene. The Miocene Şelmo *Formation received material from units that surfaced in the Early Oligocene from the active continent. These data indicate that the continent-continent collision in the region started at least in the Early Miocene.*

This study was supported by Scientific and Technological Research Council of Turkey (TUBITAK) under the Grant Number 118Y313. The authors thank to TUBITAK for their supports.

Keywords: *Arabian Platform, apatite fission track, detrital zircon UPb, low-temperature thermochronology.*

Keban Metamorfitleri'ne (Pertek, Tunceli) ait Amfibolitlerin Yüzeyleme Tarihçesi

The Exhumation History of the Amphibolites within the Keban Metamorphics (Pertek, Tunceli)

Tutku Demir (1), Fatih Karaoğlan (1,2), Okay Çimen (3), Semih Gildir (1)

(1) Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 01330 Sarıcam Adana, Turkiye Cumhuriyeti

(2) Czech Academy of Sciences, Institute of Geology, Department of Geological Processes, Rozvojová 269 16500 Praha, Czech Republic

(3) Munzur Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Tunceli, Turkiye

(fkaraoglan@cu.edu.tr)

Öz

Keban Metamorfikleri, Güneydoğu Anadolu Orojenik Kuşağı içinde Nap alanında Üst Nap içinde Malatya ve Binboğa metamorfikleri ile birlikte yer almaktadır. Birim Orta Devoniyen – Kretase dönemine kadar çökelmiş sedimanter kayaçlar ve farklı evrelerde gelişen magmatizmaların Kretase'de metamorfizması geçirmesi sonucu oluşmuştur. Birimin Pertek (Tunceli) bölgesindeki mostralarında rekristalize kireçtaşlarının ve mermerlerin altında protoliti kıta içi mağmatizması özelliklerini yansıtan alkalen bazaltlar olan amfibolit ve amfibol şistler gözlenmektedir. Amfibol şistler nematoblastik dokulu olup hornblend+plajiyoklas+biyotit+piroksen+kuvars+sfen+opak minerallerden oluşmaktadır. Amfibolitler ise granoblastik dokulu olup hornblend+plajiyoklas+kuvars+sfen+opak minerallerden oluşmaktadır.

Amfibol mineralleri şistlerde ferroçermakit kimyası sunarken amfibolitlerde çermakit kimyası sunmaktadır. Plajiyoklaslar ise andezin ve oligoklaz kimyası göstermektedirler. Keban Metamorfiklerinin amfibolit ve amfibol şistler 2-7 kbar basınç ve 475-500C sıcaklıkta oluşmuşlardır. Amfibolit şistlerden zirkon U-Pb yöntemi ile elde edilen 79.94±1.7 My ve amfibolitlerden 89.83±1.03 My yaşları metamorfizma yaşı olarak değerlendirilmektedir. Metamorfik birimleri kesen granitoyidin yaşı ise 78.1±0.9 My olarak hesaplanmıştır.

Metamorfik ve granitik kayaçlardan yapılan apatit U-Th/He yaşları granitlerde 72.1±2.3 My iken, metamorfik birimlerde sırasıyla 55.3±1.6 My, 24,8±2,2 My ve 14.6±3.4 My olarak tespit edilmiştir.

Elde edilen sonuçlar Keban Metamorfiklerinin Üst Kretase döneminde aktif kıta kenarında yer alıp kuzeye yitimle meydana gelen metamorfizma ile amfibolit fasiyesinde metamorfizmaya uğradığını göstermektedir. Birimin amfibolit fasiyesi kayaçları Paleosen-Eosen döneminde yüzeylemeye başlarken şistler Erken-Orta Miyosen döneminde yükselmişlerdir.

Anahtar Kelimeler: Keban Metamorfitleri, termokronoloji, Tunceli, U-Th/He, yükselim.

Abstract

The Keban Metamorphics are exposed within the Upper Nappe of the Nappe zone in the Southeast Anatolian Orohenic Belt together with the Malatya and the Binboğa metamorphics. The unit was formed as a result of metamorphism of the sedimantary rocks precipated during Middle Devonian -Creataceous and magmatic rocks formed in various phases during Cretaceous. The exposers of the unit around Pertek (Tunceli) includes amphibolite and amphibole schists of which have a protolith of within plate alkalen basalts features below the recrystallized limestones and marble. The amphibole schists show nematoblastic texture and consist of hornblende+plagioclase+biotite+pyroxene+quartz+sphene +opaque minerals. The amphibolites shows granoblastic texture and includes hornblende+plagioclase+quartz+sphene+opaque minerals.

The amphiboles show ferrotschermakite chemical composition in schists, whereas tschermakite chemical composition in amphibolites. The plagioclases are andesine and oligoclase in composition. The amphibolite and amphibole schists of the Keban metamorphics yields in 2-7 kbar pressure and 475-500C temperature. The zircon U-Pb age of 79.94±1.7 Ma from the amphibole schists and 89.83±1.03 Ma from the amphibolites are evaluated as the age of the metamorphism. The age of the granitoids cutting the metamorphic rocks is 78.1±0.9 Ma.

The apatite U-Th/He analyses of metamorphic and granitic rocks yield 72.1±2.3 Ma for granitic rocks, whereas 55.3±1.6 Ma, 24.8±2.2 Ma and 14.6±3.4 Ma for the metamorphic rocks.

These results show that the Keban metamorphics was underwent an amphibole facies metamorphism during the north dipping subduction where the unit was located at the active continental margin during late Cretaceous. The amphibolite facies rocks were exhumed during Paleocene-Eocene, whereas the schists were exhumed during Early-Middle Miocene.

Keywords: *Exhumation, Keban Metamorphics, thermochronology, Tunceli, U-Th/He.*

Elbeyli-Ordu Porfiri Mo-Cu Yatağının Eksumasyon ve Korunma Geçmişi, Doğu Pontidler: Düşük Sıcaklık Termokronolojisinden Elde Edilen Bulgular

Exhumation and Preservation History of the Elbeyli-Ordu Porphyry Mo-Cu Deposit, Eastern Pontides: Insights from Low-temperature Thermochronology

Nilay Gülyüz (1,2)

(1) Department of Neotectonics and Thermochronology, Institute of Rock Structure and Mechanics of the Czech Academy of Sciences, Prague, Czechia

(2) Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tuşba, Van, Türkiye (nilaygulyuz@yyu.edu.tr)

Öz

Doğu Pontidler'de, İzmir-Ankara-Erzincan Kenet Kuşağı (IAESZ) boyunca, Neo-Tetis Okyanusu'nun kuzey kolunun kuzeye doğru dalımı ile ilişkili olarak Kretase döneminde oluşmuş çok sayıda porfiri Cu-Mo yatağı tespit edilmiştir. Bu yatakların oluşum süreçleri üzerine çeşitli çalışmalar yapılmış olmasına rağmen, korunma mekanizmaları büyük ölçüde araştırılmamıştır. Bu mekanizmaların anlaşılması, Doğu Pontidler'deki mineral kaynaklarının keşfini geliştirmek açısından kritik öneme sahiptir. Bölge, potansiyel olarak umut verici ancak keşif açısından büyük ölçüde yetersiz araştırılmış bir alan olarak değerlendirilmektedir.

Elbeyli-Ordu porfiri Mo-Cu yatağı, Doğu Pontidler'in en batı kesiminde yer almakta olup, Geç Kretase yaşlı monzonit/monzodiyorit porfiri kütlesi (77 ± 1.3 My) ve çevreleyen Geç Kretase volkanik ve volkanosedimanter kayaları tarafından barındırılmaktadır. Bu çalışmada, yatağın eksumasyon ve korunma geçmişini ortaya çıkarmak amacıyla düşük sıcaklık termokronolojisi yöntemleri olan zirkon ve apatit (U-Th)/He yaşlandırma ile apatit fizyon iz analizleri uygulanmıştır. Apatit (U-Th)/He yaşları 23.8 ila 32.3 My arasında değişirken, zirkon (U-Th)/He yaşları 62.8 ila 66.3 My arasında değişmektedir.

Termal geçmiş modellemesi, yatağın üç aşamalı bir eksumasyon sürecinden geçtiğini ortaya koymaktadır. İlk eksumasyon evresi, en az 4 km'lik bir aşınmaya neden olmuş ve Geç Kretase'de gerçekleşmiştir. İkinci eksumasyon aşaması, Geç Kretase ile Orta Eosen arasında (~66–50 My) meydana gelmiş, yaklaşık 1 km'lik bir aşınmaya yol açmış ve IAESZ boyunca kuzey Neo-Tetis Okyanusu'nun kapanması ile eşzamanlı olarak gelişmiştir. Yaklaşık 50 ila 6 My boyunca süren uzun bir tektonik durağanlık döneminin ardından, ~6 My civarında hızlanan bir eksumasyon süreci başlamış ve nihayet porfiri sistem yüzeye çıkmıştır. Bu son eksumasyon evresi, güneyde Kuzey Anadolu Fayı Makaslama Zonu boyunca gerçekleşen doğrultu atımlı fay aktiviteleri ile eşzamanlıdır.

Orta Eosen'den Geç Miyosen'e kadar süren uzun tektonik stabilite dönemi ile Geç Senozoyik yükselmesi sırasında sınırlı eksumasyon, Elbeyli-Ordu yatağının korunmasında önemli bir rol oynamıştır.

Anahtar Kelimeler: Apatit fizyon izi, apatit (U-Th)/He, düşük sıcaklık termokronolojisi, porfiri bakır, zirkon (U-Th)/He.

Abstract

Numerous porphyry Cu-Mo deposits have been identified in the Eastern Pontides, formed during the Cretaceous in association with the northward subduction of the northern branch of the Neo-Tethys Ocean along the İzmir-Ankara-Erzincan Suture Zone (IAESZ). While various studies have focused on the genetic aspects of these deposits, their preservation mechanisms remain largely unexplored. Understanding these mechanisms is crucial for improving mineral resource exploration in the Eastern Pontides, which is considered a promising yet underexplored region for prospecting.

The Elbeyli-Ordu porphyry Mo-Cu deposit is located in the westernmost part of the Eastern Pontides and is hosted by Late Cretaceous monzonite/monzodiorite porphyry body (77 ± 1.3 Ma) and surrounding Late Cretaceous volcanic and volcano-sedimentary rocks. In this study, low-temperature thermochronology methods—zircon and apatite (U-Th)/He dating and apatite fission track analysis—were employed to unravel the exhumation and preservation history of the deposit. Apatite (U-Th)/He ages range from ~23.8 Ma to ~32.3 Ma, while zircon (U-Th)/He ages vary between ~62.8 Ma and ~66.3 Ma.

Inverse thermal history modeling indicates that the deposit underwent three phases of exhumation. The first phase, resulting in at least 4 km of erosion, occurred during the Late Cretaceous. The second phase, which took place between the Late Cretaceous and middle Eocene (~66–50 Ma), led to approximately 1 km of erosion and coincided with the closure of the northern Neo-Tethys Ocean along the IAESZ. After a prolonged period of tectonic stability (~50–6 Ma), an accelerated phase of exhumation began around ~6 Ma, ultimately bringing the porphyry system to the surface. This latest exhumation episode aligns with the onset of strike-slip fault activity along the North Anatolian Fault Shear Zone to the south.

The prolonged tectonic stability from the middle Eocene to the late Miocene, combined with limited exhumation during the late Cenozoic uplift, played a key role in preserving the Elbeyli-Ordu deposit.

Keywords: *Apatite fission track, apatite (U-Th)/He, low-temperature thermochronology, porphyry copper, zircon (U-Th)/He.*

Datça Grabeni'nde (GB Türkiye) Manyetostratigrafi, Volkanik Tüf Katmanlarının (U-Th)/He Zirkon Yaşlandırması ve Fay Kinematiğinden Türetilen Orta Pleyistosen Dönemi Olaylarının Zamanlaması

Timing of Middle Pleistocene Events Inferred from Magnetostratigraphy, (U-Th)/He Zircon dating of Volcanic ash layers, and Fault Kinematics in Datça Graben (SW Turkey)

Meryem Dilan İnce (1), Nuretdin Kaymakci (1), Bora Uzel (2), Erhan Gülyüz (3), Cor Langereis (4), Marius Stoica (5), Ökmen Sümer (2)

(1) Department of Geological Engineering, Middle East Technical University (METU), Dumlupınar Bulvarı 1, 06800, Ankara, Turkey
(2) Department of Geological Engineering, Dokuz Eylül University, Tınaztepe Campus, 35160, İzmir, Turkey,
(3) Department of Geological Engineering, Van Yüzüncüyıl University, TR-65080 Van, Turkey
(4) Department of Earth Sciences, Utrecht University, Budapestlaan 17, 3584 CD Utrecht, the Netherlands
(5) Geology and Geophysics, University of Bucharest, 050107, Bucharest, Romania
(merince@metu.edu.tr)

Öz

Datça Grabeni, Ege genişleme rejiminin bölgesel dinamiklerini anlamada önemli bir sistem sunmaktadır. Havza dolgusunun yüksek hassasiyetli kronolojik çerçevesi, Jeomanyetik Polarite Zaman Skalası (GPTS) ile korele edilen birleşik manyetostratigrafik kesit ve (U-Th) / He Zirkon yaşlandırması ile belirlenen radyometrik yaşlarla oluşturulmuştur. Bu çerçeve, havza dolgusunun 1.78 ila 0.78 Ma arasında birikmiş olduğunu göstermektedir. Sedimantasyon hızları, tabanda 16 cm/kyr iken, normal polarite aralığında 25 cm/kyr, üst ters polarite aralığında ise 68 cm/kyr seviyelerine ulaşmaktadır. Üst kesimde gözlenen yüksek birikim oranları, konglomera seviyelerinin varlığıyla ilişkili olup, sedimanter arzın değişkenliği ve tektonik aktiviteyi yansıtmaktadır.

Yapısal olarak, Datça Grabeni asimetrik bir yarı-graben morfolojisi sergilemekte olup, en büyük sedimanter birikim güney kenarda gözlenmektedir. Havza dolgusunun alt seviyeleri kıtasal karakterde olup, yukarıya doğru sığ denizel bir ortama geçiş göstermektedir. Bu durum, bölgedeki tektonik çökme ile ilişkili transgresif bir olayın gerçekleştiğini düşündürmektedir.

Eşzamanlı birimler arasında yer alan, Rodos Adası'ndaki denizel baskın karakterli Lindos Bay Formasyonu, bölgesel tektonik süreçlerin farklı yükselim oranlarına neden olduğunu işaret etmektedir. Bu süreçlerin, Pliny-Strabo Çukurları boyunca gerçekleşen levha kenarı dinamikleriyle ilişkili olduğu değerlendirilmektedir. Bu tektonik olaylar, Datça'da lokalize denizel girişimlere olanak tanırken, genel olarak Ege'de deniz seviyesinin mevcut seviyenin altında kaldığı gözlenmektedir.

Paleomanyetik analizler, Datça Yarımadası'nın ~11°'lik saat yönünün tersi yönünde döndüğünü ortaya koymaktadır. Bu bulgular, bölgedeki gerilme hızlarının güneybatıya doğru arttığını göstermektedir. Çalışmada, Gökova Havzası'nın açılımının Kalabriyen döneminde Datça Grabeni ile eşzamanlı olarak batıdan doğuya doğru ilerlediği ve zamanla Datça Yarımadası'nı genişleyen Ege havzalarından izole hale getirdiği önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Datça Grabeni, genişlemeli tektonizma, kinematik analiz, manyetostratigrafi, termokronolojik yaşlandırma.

Abstract

The Datça Graben offers significant insights into the regional dynamics of the Aegean extensional domain. A high-precision chronological framework for the basin fill has been established using a composite magnetostratigraphic section correlated with the Geomagnetic Polarity Time Scale (GPTS), supplemented by radiometric age derived from the (U-Th)/He Zircon dating. This framework indicates that basin infill accumulated between 1.78 and 0.78 Ma, with sedimentation rates varying from 16 cm/kyr at the base to 25 cm/kyr in the normal polarity interval, reaching up to 68 cm/kyr in the upper reversed polarity interval—likely due to conglomerate-rich levels, reflecting fluctuations in sediment supply and tectonic activity.

Structurally, the Datça Graben displays characteristics of an asymmetric half-graben, with greater sediment accumulation along the southern margin. The basin fill transitions upward from continental deposits to shallow marine deposits, suggesting a transgressive event associated with tectonic subsidence.

Contemporaneous units, such as the marine-dominated Lindos Bay Formation on Rhodes Island, suggest differential uplift and regional tectonic processes, likely influenced by slab-edge dynamics along the Pliny-Strabo Trenches. These tectonic events facilitated localized marine incursions in Datça, contrasting with broader Aegean Sea-level trends, which generally remained below present-day levels during this period.

Paleomagnetic analysis indicates an ~11° counterclockwise rotation of the Datça Peninsula, pointing to a southwestward increase in extensional rates. We propose that the Gökova Basin began opening during the Calabrian, contemporaneous with the Datça Graben, progressing from west to east and ultimately isolating the Datça Peninsula from the broader Aegean basins.

Keywords: *Datça Graben, extensional tectonics, kinematic analysis, magnetostratigraphy, thermochronological dating.*

EGE DENİZİ (SANTORINI) DEPREMLERİ ÖZEL OTURUMU

Aegean Sea (Santorini) Earthquakes Special Session

Gökhan ATICI, Volkan KARABACAK, Hasan SÖZBİLİR Ahmet Cevdet YALÇINER

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

Ege Denizi (Santorini Adası) Sismik Aktivite, Kurumlararası Olası Risk Değerlendirmesi ve Süreç Yönetimi

Seismic Activity in the Aegean Sea (Santorini Island), Inter-Institutional Risk Assessment and Process Management

Orhan Tatar (1), Sadi Ergin (1), Yüksel Yağan (2), Ahmet Cevdet Yalçıner (3), Selim Özalp (4), Recep Çakır (5), Gökhan Atıcı (4), Nurcan Meral Özel (6), Levent Gülen (7), Akın Kürçer (4), Recep Şalcı (1), Haluk Özener (1), Meltem Türkoğlu (1), Aykut Akgün (1), Hikmet Eroğlu (2), Hasan Sözbilir (8), Abdulkadir Tezcan (1), Gürkan Tepekıran (1), Abdullah Özçelik (1), Nazif Ekinci (1), Yalçın Mumcu (1), İshak Cindioğlu (1) ve Enver Sarı (1)

(1) İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Ankara, Türkiye
(2) Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye
(3) Orta Doğu Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendsiliği Bölümü, Kıyı ve Deniz Mühendisliği Dalı, 06800 Ankara, Türkiye
(4) MTA Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara, Türkiye
(5) Olympia, WA, USA; Adj. Faculty, İYTE, Urla, İzmir
(6) Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, İstanbul, Türkiye
(7) Sakarya Üniversitesi, Jeofizik Mühendsliği Bölümü, Sakarya, Türkiye
(8) Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Buca, 35390 İzmir, Türkiye
(orhan.tatar@afad.gov.tr)

Öz

2025 yılı Ocak ayında başlayan ve Santorini Adası'nın kuzeydoğusunda meydana gelen sismik aktivite, Güney Ege Ada Yayı (GEAY) olarak adlandırılan jeodinamik ortam içinde yer almaktadır. Atina–Santorini–Bodrum hattı boyunca uzanan bu yay üzerinde, Milos, Santorini ve Nisiros gibi son 10.000 yıl içerisinde birçok kez püskürme kaydetmiş aktif volkanlar bulunmaktadır. 26 Ocak – 15 Nisan 2025 tarihleri arasında bölgede 5000'i aşkın deprem kaydedilmiştir. Depremler, Ege levhası içerisinde 5–25 km arasında değişen sığ derinliklerde meydana gelmiş ve lokasyon ile odak mekanizması çözümleri, Anydros Yükselimi'nin güney ve kuzey fayları ile bunlar arasında yer alan normal faylarla uyum göstermektedir. Bu süreçte, olası büyük deprem, volkanik patlama ve tsunami riskine karşı birçok önlem alınmıştır. AFAD koordinasyonunda; MTA, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Kandilli Rasathanesi, AFAD Deprem Bilim Kurulu ve bilim insanlarından oluşan bir heyet ile olay yakından izlenmiştir. İzmir, Aydın ve Muğla illerinde mobil siren sistemleri kurulmuş, il valileri, kaymakamlar, belediye başkanları ve yerel yöneticiler ile muhtarların katılımı ile koordinasyon toplantıları düzenlenmiştir. Kandilli rasathanesi tsunami uyarı sistemi AFAD AYDES sistemi ile entegre edilmiştir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından kül ve gaz yayılımını izleyen raporlar hazırlanmış ve düzenli olarak güncellenmiştir. Olası acil durumlar için SMS tabanlı erken uyarı sistemleri devreye alınmış, AFAD ve MTA tarafından hazırlanan bilgilendirme broşürleri bölgede dağıtılmıştır. Kıyı yerleşimlerinde farkındalık çalışmaları yürütülmüş ve tsunami senaryoları kapsamında müdahale planları hazırlanmıştır. Tüm bu çalışmalar, doğa olayının afete dönüşmemesi için kurumlar arası iş birliğine iyi bir örnek olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Deprem, Ege Denizi, risk yönetimi, Santorini, tsunami, volkan

Abstract

The seismic activity that began in January 2025 in the northeastern part of Santorini Island is located within the South Aegean Volcanic Arc (SAVA). This arc, extending along the Athens–Santorini–Bodrum line, includes several active volcanoes such as Milos, Santorini, and Nisyros, which have erupted multiple times in the past 10,000 years. Over 5,000 earthquakes were recorded between 26 January and 15 April 2025. These events occurred at shallow depths (5–25 km) within the Aegean Plate, and their locations and focal mechanism solutions are consistent with the south and north faults of the Anafi Rise and the associated normal faults. Various precautionary measures were implemented in response to potential risks of a major earthquake, volcanic eruption, or tsunami. Coordinated by AFAD, a task force from MTA, the Meteorology Directorate, Kandilli Observatory, AFAD's Earthquake Advisory Board, and national scientists closely monitored the situation. Mobile siren systems were installed in the provinces of İzmir, Aydın, and Muğla, and coordination meetings were held with the participation of governors, district governors, mayors, local administrators, and village heads. The tsunami warning system operated by Kandilli Observatory was integrated into AFAD's AYDES. The Meteorology Directorate produced and regularly updated reports tracking ash and gas dispersal. SMS-based early warning systems were activated for potential emergency situations, and informational brochures prepared by AFAD and MTA were distributed throughout the region. Public awareness campaigns were carried out in coastal areas, and tsunami response plans were prepared. These efforts reflect effective institutional collaboration to prevent natural events from becoming major disasters.

Keywords: *Earthquake, Aegean Sea, risk management, Santorini, tsunami, volcano*

Ocak-Şubat 2025 Ege Denizi Depremleri-Santorini Volkanik Kompleksi: Tektonik Ortam Açısından Bir Yaklaşım

January-February 2025 Aegean Sea Earthquakes-Santorini Volcanic Complex: An Approach from the Perspective of Tectonic Setting

Hasan Sözbilir (1,2), Sevinç Özel Füzün (3,2), Özde Bakak (4,2), Can Eytemiz (4.2), Özkan Cevdet Özdağ (5), Mustafa Softa (1,2), Deniz Arca (3.2), Recep Çakır (6), Mehmet Utku (5,2)

(1) Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Buca, 35390 İzmir, Türkiye
(2) Dokuz Eylül Üniversitesi, Deprem Araştırma ve Uygulama Merkezi (DAUM), 35390, İzmir, Türkiye
(3) Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir Meslek Yüksek Okulu, Buca, İzmir, Türkiye
(4) Dokuz Eylül Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü, İnciraltı, İzmir, Türkiye
(5) Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Buca, İzmir, Türkiye
(6) Olympia, WA, USA; Adj. Faculty, İYTE, Urla, İzmir
(hasan.sozbilir@deu.edu.tr)

Öz

Ocak-Şubat 2025 tarihleri arasında Ege Denizi içindeki Santorini volkanı kuzeydoğusunda meydana gelen ve büyüklüğü 5.3'e varan deprem fırtınası, gerek volkanik patlama tehlikesi ve gerekse de büyük bir depreme evrilme tehlikesi nedeniyle Türkiye ve komşu ülke Yunanistan'da büyük bir tedirginliğe neden olmuştur.

Ege volkanik yayı üzerinde yeralan volkanik adalarda, MÖ 1600'lerden günümüze kadar çok sayıda volkanik patlamanın geliştiği ve bu volkanik patlamalar öncesinde veya sonrasında yıkıcı depremler olduğu ve tsunami geliştiği kayıtlardan bilinmektedir. Özellikle MÖ1600'lerde meydana gelen Santorini volkanik patlaması ve 9 Temmuz 1956 yılında meydana gelen 7.5 büyüklüğündeki Amorgos depremi, Ege kıyılarında tsunamiye neden olmuş, can ve mal kayıpları yaşanmıştır.

Eldeki veriler, Ege dalma-batma zonu üzerinde yer alan Santorini volkanik kompleksi'nin KD-uzanımlı aktif fay ve volkanik çıkışlarla kontrol edilen graben-horst yapılarıyla simgelendiğini göstermektedir. Yapılan çalışmalar, Ege-Anadolu mikro-levhasının Oligo-Miyosen döneminden kalıtsal KD-uzanımlı süreksizliklerle deforme olduğunu ve Kuvaterner-Holosen yaşlı Ege volkanik yayının bu süreksizliklerin kontrolünde üst kabuğa yerleştiğini doğrulamaktadır. Ege Denizi ve Batı Anadolu'da son 100 yıldır süregelen deprem aktivitesi de KD-uzanımlı sağ yanal oblik/doğrultu atımlı sismik zonların varlığını kanıtlamaktadır. Milos, Santorini ve Nysiros gibi volkanik yerleşimler de bu KD-uzanımlı sismik zonlar üzerinde faaliyetini sürdürmektedir. Bu bağlamda, KD-uzanımlı süreksizliklerin volkanik koni dizilimleri, hidrotermal aktivite ve Ege üst kabuğundaki akışkan ve magma yollarını kontrol etmede önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Söz konusu volkanik-magmatik yerleşimlerin (1) KD-uzanımlı doğrultu atımlı ve oblik-normal fay segmentleri arasındaki genişlemeli bölgelerde, (ii) aktarım rampalarında (iii) sağ yönlü doğrultu atımlı fayların uç bölgesinde geliştiği düşünülmektedir.

Sonuç olarak, bölgede belirli aralıklarla tekrar eden deprem fırtınaları, Ege dalma batma zonu üzerindeki üst levhada gelişen oblik genişleme nedeniyle, KD-uzanımlı faylar boyunca gelişen magmatik faaliyetle ilişkili volkano-tektonik depremler sınıfında değerlendirilebilir.

Anahtar Kelimeler: Ege Denizi Depremleri, Santorini Volkanik Kompleksi, Deprem Fırtınası, Volkano-Tektonik Depremler, Tektonik ortam

Abstract

The earthquake swarm, which reached a magnitude of 5.3 and occurred northeast of the Santorini volcano in the Aegean Sea between January and February 2025, caused great anxiety in Turkey and neighboring Greece due to both the volcanic eruption and the hazard of it evolving into a major earthquake.

It is known from the literature that numerous volcanic eruptions have occurred on the volcanic islands located on the Aegean volcanic arc from 1600 BC to the present day, and that devastating earthquakes and tsunamis have occurred before or after these volcanic eruptions. In particular, the Santorini volcanic eruption in 1600 BC and the 7.5 magnitude Amorgos earthquake on July 9, 1956 caused tsunamis on the Aegean coast, resulting in loss of life and property.

The available data show that the Santorini volcanic complex located on the Aegean subduction zone is characterized by graben-horst structures controlled by NE-trending active faults and volcanic vents. Studies confirm that the Aegean-Anatolian microplate was deformed by NE-trending discontinuities inherited from the Oligo-Miocene period and that the Quaternary-Holocene Aegean volcanic arc emplaced into the upper crust under the control of these discontinuities. The earthquake activity in the Aegean Sea and Western Anatolia over the last 100 years also proves the existence of NE-trending right-lateral oblique/strike-slip seismic zones. Volcanic localities such as Milos, Santorini and Nysiros continue their activities on these NE-trending seismic zones. In this context, it is shown that NE-trending discontinuities play an important role in controlling volcanic cone sequences, hydrothermal activity and fluid and magma pathways in the Aegean upper crust. It is thought that these volcanic-magmatic emplacements developed (1) in extensional zones between NE-trending strike-slip and oblique-normal fault segments, (ii) in relay ramps and (iii) in the toe zone of right-lateral strike-slip faults.

As a result, the earthquake swarm that recur at certain intervals in the region can be evaluated in the class of volcano-tectonic earthquakes related to magmatic activity developing along NE-trending faults due to oblique extension of the upper plate over the Aegean subduction zone.

Keywords: *Aegean Sea Earthquakes, Santorini Volcanic Complex, Earthquake Swarm, Volcano-Tectonic Earthquakes, Tectonic setting*

Batı Anadolu'da Volkanik Risk Açısından Güney Ege Aktif Volkanik Yayı' nın Değerlendirilmesi

Evaluation of the South Aegean Active Volcanic Arc for Volcanic Risk in western Anatolia

Gonca Gençalioğlu Kuşcu (1), Göksu Uslular (2)

(1) Jeoloji Mühendisliği, Mühendislik Fakültesi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Menteşe-Muğla, Türkiye
(2) Kutup Araştırmaları Enstitüsü, TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi, Gebze-Kocaeli, Türkiye
(gkuscu@mu.edu.tr)

Öz

Santorini adası kuzeydoğusunda Ocak 2025'den itibaren meydana gelen sismik hareketliliğin kaynağıyla ilgili tartışmalar dikkatlerin Güney Ege Aktif Volkanik Yayı (GEAVY)' na çevrilmesine neden olmuştur. Bu çalışmanın amacı GEAVY' nın volkanik risk açısından Türkiye kıyıları için önemli olan Christiana-Santorini-Kolumbo (CSK) ve Kos-Nisyros-Yali (KNY) volkanik sistemlerinin bir değerlendirmesinin yapılmasıdır.

CSK' da Nea Kameni (Santorini) ve Kolumbo denizaltı volkanı olmak üzere sığ magma odalarına sahip iki tane aktif volkan bulunmaktadır. Son volkanik aktivitesi 1950 yılında gerçekleşen Santorini GEAVY' da üzerine en fazla araştırma yapılan volkandır. Santorini Cape Riva (22by önce) patlaması kül kayıtları ve Minoan (3.6 by önceki) patlamasının kül ve tsunami kayıtları batı Anadolu'da tespit edilmiştir. Tarihi kayıtlara göre Kolumbo volkanı 1650 patlaması gaz çıkışları ve tsunami nedeniyle Santorini' de yıkıcı etkiler yaratmış, külleri batı Anadolu'ya kadar ulaşmıştır. Güncel sismik çalışmalar Kolumbo volkanının 2-4 km altında küçük fakat yüksek oranda eriyik içeren (1.4 km^3) felsik bir magma odası bulunduğunu ortaya koymuştur. Bu sığ magma odasının Kolumbo kraterindeki yüksek sıcaklıklı hidrotermal sistemin kaynağı olduğu ve 9 km' den daha derindeki mafik bir magmanın sığ seviyelere yükselmesiyle beslendiği düşünülmektedir.

KNY volkanik sisteminde ise 161 by önce bir denizaltı patlamasıyla oluşan riyolitik Kos Plato Tüfü (KPT)'nün çevre adalar ve Bodrum-Datça' da (30-40 m ye varan kalınlıkta) depolandığı ve Batı Anadolu içlerine kadar ulaştığı bilinmektedir. KPT patlamasının büyüklüğü tefra hacminin (124 km^3, Volkanik Patlama İndisi >7) Santorini Minoan tefrasının hacmi ile (35 km^3) karşılaştırıldığında daha iyi değerlendirilebilir. KNY' nın batı Anadolu'da depolanan bir başka birimi ise halen aktif olan Nisyros'un kaldera öncesi evresine ait Kyra tefrasıdır. Kyra tefrasının ~134 by önce Datça yarımadasında KPT üzerine uyumsuzlukla depolandığı çeşitli tefrokronolojik yöntemlerle ortaya konmuştur.

Riyolitik bir kaldera döngüsü sonucunda aktivite gösterme ihtimali olan Nisyros volkanının, tehlike ve maruziyet faktörleri kullanılarak kıyı bölgelerimiz için risk/tehlike sıralaması değerlendirilmiştir. Nisyros volkanı tarihsel dönemdeki hidrotermal patlamaları, 1996-1997'deki volkanosismik aktivitesi, yer deformasyonu ve güncel fumarol aktivitesi ile "Çok Yüksek Risk Tehdidi" içeren volkan kategorisindedir. USGS sınıflamasına göre maruziyet faktörü 13 ve tehdit sıralaması 130-144 arasında değişen Nisyros, Mauna Loa ve Crater Lake gibi volkanlardan daha yüksek risk tehdidi barındırmaktadır. Gerek Ege'deki B-D/GB-KD yönlü hakim rüzgarlar gerekse de coğrafik yakınlık (100 km çap içerisinde), 50 km doğuda Datça yarımadası içlerinde dahi 1 m'ye varan tefra düşme istiflerinin bulunması nedenleriyle KNY volkanik sisteminde olası bir volkanik aktive ile özellikle Datça, Bodrum, Marmaris, Milas ve Didim gibi turistik ilçelerin etkilenebileceği öngörülmektedir. Nisyros' ta temel fizikokimyasal parametrelerin (sismik aktivite, fumarol ve sıcak su çıkışları sıcaklığı ölçümleri) elde edildiği bir gözlem ağı bulunmaktadır. Bu parametrelerin periyodik yıllık ölçümleri gerçekleştirilmektedir.

Geçmiş aktivitelere bakıldığında, batı Anadolu kıyıları için olası tehlikeler; GEAVY'da meydana gelebilecek patlamalı bir aktivite ve kül düşmesi, zehirli gazlar ve tsunamidir. Sonuç olarak ülkeler arasındaki siyasi sınırlardan bağımsız olarak gelişen doğa olayları yakın coğrafyaya risk/tehdit oluşturma potansiyeline sahiptir.

Anahtar Kelimeler: Bodrum, Christiana-Santorini-Kolumbo, Datça, Kos-Nisyros-Yali, medyal tefra

Abstract

The controversy about the origin of the seismic activity that has been occurring northeast of Santorini island since January 2025 has drawn significant attention to the South Aegean Active Volcanic Arc (SAAVA). This study aims to assess the volcanic systems of Christiana-Santorini-Kolumbo (CSK) and Kos-Nisyros-Yali (KNY), which are important for the Turkish coast in terms of volcanic risk.

The CSK system contains two active volcanoes with shallow magma chambers: Nea Kameni (Santorini) and the Kolumbo submarine volcano. Santorini, which last erupted in 1950, is the best-studied volcano in GEAVY. Ash deposits from Santorini's Cape Riva eruption, which occurred around 22ky ago, as well as ash and tsunami records from the Minoan eruption 3.6 ky ago, have been identified in western Anatolia. Historical records reveal that the gas emissions and tsunami had devastating effects on Santorini island and the ash reached as far as western Anatolia due to eruption of the Kolumbo in 1650. Recent seismic studies have revealed a small magma chamber with a high rhyolitic melt fraction (1.4 km^3) located 2-4 km beneath the Kolumbo volcano. This magma chamber is believed to be the source of the high-temperature hydrothermal system within the Kolumbo crater and been fed by the ascent of the mafic magma from depths exceeding 9 km.

In the KNY volcanic system, the rhyolitic Kos Plateau Tuff (KPT) formed by a submarine eruption 161 years ago, was deposited across surrounding islands and Bodrum-Datça peninsulas (up to 30-40 m thick) and reached the interior parts of western Anatolia. The magnitude of the Volcanic Eruption Index >7 KPT eruption can be better assessed by comparing the tephra volume (124 km^3, VEI > 7) with that of the Santorini Minoan (35 $km3^l$. Yet another medial tephra belonging to the KNY is the Kyra unit of the Nisyros active volcano. It has been demonstrated by various tephochronological methods that the pre-caldera Kyra tephra (~134 ky) was unconformably deposited over KPT on Datça peninsula.

The risk/hazard ranking of Nisyros volcano, which is likely to become active as a result of a rhyolitic caldera cycle, has been evaluated for coastal regions in western Anatolia using hazard and exposure factors. Based on this analysis, Nisyros was categorized as a "Very High Threat" volcano owing to its historical hydrothermal eruptions, volcanoseismic activity during 1996-1997, ongoing ground deformation, and fumarole activity. With an exposure factor of 13 and a threat ranking of 130-144 according to the USGS classification, Nisyros poses a higher threat than volcanoes such as Mauna Loa and Crater Lake. If the volcanic activity takes place within the KNY volcanic system, it could potentially affect some major touristic destinations, including Datça, Bodrum, Marmaris, Milas, and Didim. This is due to a combination of factors: the prevailing winds in the Aegean (W-E/SW-NE direction), the geographical proximity (being within the 100 km diameter), and the presence of tephra fall deposits up to 1 m thick on the Datça peninsula, 50 km to the east. To monitor volcanic activity, an observation network is in place on Nisyros, collecting key physicochemical data such as seismicity, fumarole, and hot spring outlet temperatures. These parameters are measured periodically on annual basis to track any significant changes.

Based on past activity, explosive activity and ash fall, toxic gases and tsunami are possible hazards due to SAAVA. As a result, natural events that develop independently of political borders between countries have the potential to pose risks/threats to the nearby geography.

Keywords: *Bodrum, Christiana-Santorini-Kolumbo, Datça, Kos-Nisyros-Yali, medial tephra*

Santorini Adası ve Dolayının Güncel Depremselliği Işığında Bölgenin 3-Boyutlu Tomografik Yapısı ve Magma Odalarının Volkanotektonik Dinamikleri

3-Dimensional Tomographic Structure of Santorini Island (Aegen Sea) and Its Vicinity in The Light of Recent Seismicity and Volcanotectonic Dynamics of Magma Chambers

Bülent Kaypak (1,2), Özgür Karaoğlu (3)

(1) Ankara Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü
(2) Ankara Üniversitesi, Deprem Araştırma ve Uygulama Merkezi
(3) Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü
(kaypak@eng.ankara.edu.tr)

Öz

Ege Denizi'nin volkanik açıdan en aktif bölgesi olan Santorini-Amorgos adaları çevresinde 25 Ocak 2025 tarihinde başlayan ve günümüze kadar devam eden yoğun bir deprem fırtınası etkinliği gözlemlenmiştir. Bu sismik aktivitenin kökeninin aydınlatılması ve magma ergiyik zonlarının belirlenmesi amacıyla, bölgede kaydedilen yerel deprem verileri kullanılarak 3-boyutlu yerel deprem tomografisi çalışması gerçekleştirilmiştir. Depremlerin odak parametreleri ve P-dalga hızı (Vp) ile Vp/Vs oranı dağılımları analiz edilerek bölgenin derin yapısı ve magma dinamikleri araştırılmıştır. Çalışmada, 36.25°-37.15° K enlemleri ile 25.20°-26.40° D boylamları arasında yer alan ve çoğunlukla Santorini ve Amorgos adaları çevresinde meydana gelen 5000'e yakın depremin P ve S dalga fazlarına ait seyahat süreleri kullanılmıştır. Veriler, bölgedeki adalarda bulunan ve Yunanistan tarafından işletilen 23 adet istasyondan sağlanmıştır. Yerel deprem tomografisi yöntemiyle, Vp ve Vp/Vs anomalilerinin 3B dağılımı belirlenmiştir. Hız yapısı ve deprem konumlarının birlikte değerlendirilmesiyle, sismisitenin kaynağına ilişkin dinamikler ortaya konmuştur. Düşük Vp ve yüksek Vp/Vs anomalileri, Santorini-Amorgos arasında kısmen erimiş magmatik zonların varlığına işaret etmektedir. Depremlerin büyük çoğunluğunun bu ergime zonları çevresinde yoğunlaşması, aktivitenin volkanik kökenli olduğunu desteklemektedir.

Tomografi modellerinden elde edilen veriler birbiriyle ilişkili magma odalarına işaret etmektedir. Bu veriler kullanılarak termomekanik nümerik modelleme çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Modellemelerde KB-GB yönünde yılda yaklaşık 30 mm/yıl genişlemeye maruz kalan tektonik ortamda önce yalnızca mekanik ardından magma odalarına 600-800-1000 ˚C sıcaklık uygulanarak elastik bir ortamda meydana gelen stres dağılımları incelenmiştir. Buna göre tüm modellemeler, magma odası basınç değeri olan 5 MPa aşılarak yüzeyde yaklaşık 10 MPa değerine ulaştığını, ayrıca açılma miktarının 10.7 m'ye ulaştığını göstermektedir. Bu sonuç, magma odasından yüzeye magma ilerleyişinin mekanik olarak her an mümkün olduğuna işaret etmektedir. Termomekanik modellemelerde yeni magma getirimi sürecinde termal genişleme ve stres dağılımı incelenmiştir. Bu sonuçlara göre asidik bileşiminde bir magma getirimi söz konusu olma durumunda gerilme stres değeri'nin yaklaşık 10 MPa değerinden 113 MPa gerilme stresi ve 107 MPa makaslama gerilim stresi değerine ulaşabileceği ortaya çıkmaktadır. Buna ilaveten kabuk boyunca açılma miktarı maksimum 18.3 m olarak hesaplanmıştır. Termomekanik modelleme sonuçları, sıcak magma getiriminin stres ve kabuksal açılma değerlerini ciddi şekilde artırdığını, kayaçların elastik kopma sınır değerlerinin aşılması neticesinde depremlere neden olabileceğini Santorini-Amorgos adaları çevresinde meydana gelen depremlerin sığ kabuk boyunca (10-17 km derinlik) yeni magma getirimiyle ilişkili olduğuna işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Deprem fırtınası, Magma odaları, Santorini, Stres dağılımı, Volkanotektonik dinamikler, Yerel deprem tomografisi.

Abstract

An intense earthquake storm activity has been observed around Santorini-Amorgos islands, the most volcanically active region of the Aegean Sea, starting on January 25, 2025 and continuing until today. In order to elucidate the origin of this seismic activity and to identify magma melt zones, a 3D local earthquake tomography study was performed using local earthquake data recorded in the region. The focal parameters, P-wave velocity (Vp) and Vp/Vs ratio distributions of the earthquakes were analyzed to investigate the deep structure and magma dynamics of the region. Travel times of P and S wave phases of nearly 5000 earthquakes, mostly around Santorini and Amorgos, islands located between 36.25°-37.15° N latitude and 25.20°-26.40° E longitude, were used in the study. The data were obtained from 23 Greek-operated stations located on the islands in the region. The 3D distribution of Vp and Vp/Vs anomalies was determined by local earthquake tomography. By evaluating the velocity structure and earthquake locations together, the dynamics related to the source of seismicity were revealed. Low Vp and high Vp/Vs anomalies indicate the presence of partially molten igneous zones between Santorini and Amorgos. The fact that most of the earthquakes are concentrated around these melting zones supports the volcanic origin of the activity.

Tomographic results indicate the presence of interconnected magma chambers. Based on these findings, thermomechanical numerical modelling was carried out. The simulations considered an extensional tectonic regime characterised by approximately 30 mm/year of NW–SE directed extension. Initially, purely mechanical models were employed; subsequently, temperatures of 600°C, 800°C, and 1000°C were applied to the magma chambers to assess the resulting stress distributions in an elastic crustal medium. All models demonstrate that magma chamber pressures exceeded the initial 5 MPa threshold, reaching values of approximately 10 MPa at the surface. Crustal dilation was found to reach up to 10.7 metres. These results indicate that the mechanical conditions for magma ascent from the chamber to the surface are persistently satisfied, implying that an eruption could theoretically occur at any time. Further thermomechanical modelling assessed the effects of thermal expansion and stress redistribution during the injection of new magma. In scenarios involving acidic magma supply, extensional stress values were found to increase from approximately 10 MPa to as much as 113 MPa, with associated shear stresses reaching 107 MPa. Maximum crustal opening was calculated at 18.3 metres. These results show that the introduction of hot magma significantly enhances stress magnitudes and crustal dilation. Exceeding the elastic failure thresholds of host rocks could consequently lead to the triggering of earthquakes. Thus, the seismicity observed around the Santorini–Amorgos region is likely associated with the emplacement of new magma at shallow crustal depths (10–17 km).

Keywords: *Earthquake storm, Magma chambers, Santorini, Stress distribution, Volcanotectonic dynamics, Local earthquake tomography,*

Şubat 2025 Ege Denizi Deprem Fırtınası ve Olası Tsunami Kaynak Senaryoları

Characteristics of the February 2025 Aegean Earthquake Swarm and Possible Scenarios of Tsunami Sources

Arda Özacar (1), Ahmet Cevdet Yalçıner (2), Gözde Güney Doğan (2,3), Hakan Bora Okay (1), Setenay Pakize Özaslan (2), Bilge Karakütük (2)

(1) Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendsiliği Bölümü, 06800 Ankara, Türkiye
(2) Orta Doğu Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Kıyı ve Deniz Mühendisliği Dalı, 06800 Ankara, Türkiye
(3) Delft Teknoloji Üniversitesi, Hidrolik Mühendisliği Bölümü, Delft, Hollanda
(ozacar@metu.edu.tr)

Öz

Ocak 2025'in sonuna doğru, Kolumbo denizaltı volkanik sisteminin hemen batısında, Santurini kalderasının kuzeydoğusunda ilginç bir sismik aktivite başladı ve birkaç gün içinde kuzeydoğu-güneybatı yönelimli sismik kümelenme gösteren bir deprem fırtınasına dönüştü. Deprem sıklığı ve büyüklükleri başlangıçtan itibaren hızla arttı ve M>5 birkaç deprem meydana geldi. Takip eden haftalarda ise deprem büyüklükleri azalmaya ve sismik aktivite sönümlenmeye başladı.

Sismik aktivite, kuzeybatıya eğimli Anydros ve güneydoğuya eğimli Santurini-Anafi ve Amorgos normal fayları arasında bulunan Anydros Horst'u üzerinde ve özellikle büyük faylarla uyumsuz bir konumdadır. Genel olarak depremlerin odak mekanizması, yakında yer alan aktif normal faylarla uyumlu kuzeybatı-güneydoğu yönlü genişleme gösterir ancak bazı depremlerin odak çözümlerinde yüksek ikili-çift-mekanizma-dışı bileşen gözlenmektedir. Depremlerin fırtına halinde meydana gelmesi ve çekme çatlağını ima eden deprem mekanizmalarının varlığı, muhtemelen yakındaki faylarda da deprem tetikleyen volkanik kökeni destekler.

Geçmişte bölge, denizel normal faylarda meydana gelen büyük depremler, güçlü denizaltı volkanik püskürmeleri, ilişkili piroklastik akışlar, kaldera çökmesi ve muhtemelen tetiklenen denizaltı heyelanları nedeniyle yıkıcı tsunami dalgalarıyla karşı karşıya kalmıştır. Bu çalışmada, deprem fırtınasının meydana geldiği bölge kaynaklı tsunami dalgalarının Türkiye'nin güneybatı kıyılarında yaratacağı etkileri araştırmak amacıyla sayısal simülasyonlar için gereken, farklı kökenlere ait, gerçekçi tsunami senaryoları oluşturulmuştur.

Anahtar Kelimeler: *Deprem fırtınası, Tsunami, Denizel faylar, Volkanik püskürme, Kaldera çökmesi, Denizaltı heyelanı*

Abstract

By the end of January 2025, a curious seismic activity initiated just west of the Kolumbo submarine volcanic system, NE of Santorini caldera and in matter of days converted into an earthquake swarm forming northeast-southwest trending seismic cluster. Earthquake frequency and magnitudes rapidly increased during the early phase of the swarm and produced several M>5 earthquakes. In the following weeks, earthquake magnitudes began to decrease and seismic activity began to subside.

The seismic activity occurred within the Anydros Horst situated between northwest dipping Anydros and southeast dipping Santorini-Anafi and Amorgos normal faults and do not particularly align well with major faults. Focal mechanism of earthquakes in general indicate northwest-southeast directed extension consistent with neighboring active normal faults but some of the events also show large non-double-couple component. The swarm-like nature and presence of earthquake mechanisms implying tensile cracking support volcanic origin which likely triggered seismicity also on nearby faults.

In the past, the region faced destructive tsunami waves due large earthquakes occurred on offshore normal faults, strong submarine volcanic eruptions, associated pyroclastic flows, caldera collapse and possibly triggered submarine landslides. In this study, we constructed realistic tsunami scenarios for earthquake swarm region associated to different origins needed during numerical simulations to investigate their effects on southwestern coasts of Türkiye.

Keywords: *Earthquake swarm, Tsunami, Offshore faults, Volcanic eruption, Caldera collapse, Submarine landslide*

Şubat 2025 Ege Denizi Deprem Fırtınası ile İlgili Tsunami Benzetimleri ve Türkiye Güneybatı Kıyılarındaki Olası Tsunami Etkileri

Simulations of Tsunami Scenarios Related to the February 2025 Aegean Sea Earthquake Swarm and Potential Tsunami Effects on Southwest Coasts of Türkiye

Ahmet Cevdet Yalçıner (1), Gözde Güney Doğan (1,2), Setenay Pakize Özaslan (1), Bilge Karakütük (1), Arda Özacar (3)

(1) Orta Doğu Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendsiliği Bölümü, Kıyı ve Deniz Mühendisliği Dalı, 06800 Ankara, Türkiye
(2) Delft Teknoloji Üniversitesi, Hidrolik Mühendisliği Bölümü, Delft, Hollanda
(3) Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendsiliği Bölümü, 06800 Ankara, Türkiye
(yalciner@metu.edu.tr)

Öz

Santorini Adası'nın kuzeydoğusunda 26 Ocak 2025'te başlayan sismik hareketlilik giderek artarak deprem fırtınasına dönüşmüştür. Santorini-Anafi Fayı, Amorgos Fayı ve bölgedeki diğer aktif faylarda meydana gelebilecek büyük bir depremin sualtı heyelanlarını tetikleyerek daha yıkıcı tsunami üretmesi ihtimaller dâhilindedir. Bölgedeki sismik veriler, batimetri ve geçmiş tsunami olayları incelendiğinde, sismik ve sismik olmayan (heyelanlar, volkanik aktiviteler gibi) kaynakların tsunami oluşturma potansiyeline sahip olduğu görülmektedir.

9 Şubat 2025 itibariyle devam eden depremler ve volkanik aktivite, heyelan gibi ikincil süreçlerle tsunami riskini artırmaktadır. Bu çerçevede, Santorini-Kolumbo bölgesinde tsunami oluşturabilecek farklı mekanizmalara dayalı beş farklı senaryo değerlendirilmiştir. İlk iki senaryo, 1956 Yamurgi (Amorgos) depremi ve olası bir Santorini-Yamurgi depremine bağlı tsunami oluşumuna odaklanmaktadır. Üçüncü senaryo, Santorini Adası'nın dış yamaçlarında meydana agelebilecek bir sualtı heyelanını ele alırken, dördüncü senaryo Geç Bronz Çağı'nda Santorini'de gerçekleşen volkanik patlama ve krater çökmesinin benzeri bir olayın yaratabileceği tsunami riskini incelemektedir. Son olarak, Kolumbo Denizaltı Volkanı'nın olası bir patlamasının farklı enerji seviyelerinde tsunami oluşturma potansiyeli değerlendirilmiş ve farklı patlama enerjilerine göre oluşabilecek tsunami incelenmiştir. İlgili senaryolar NAMI DANCE tsunami modeli kullanılarak sayısal olarak modellenmiş ve her bir senaryo için tsunami yayılımı ve kıyılardaki yükselmeler hesaplanarak Türkiye'nin Ege Denizi kıyılarındaki tsunami etkileri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Sayısal modelleme çalışmasında kullanılmak üzere TÜBİTAK 121M751 Projesi kapsamında oluşturulmuş batimetrik ve topoğrafik veri tabanı kullanılmış ve Ege Denizi'ni kapsayan 250 m çözünürlükte modelleme veri tabanı oluşturulmuştur.

Tsunami simulasyonları sonucunda, Ege Denizi kıyılarında belirlenen sayısal gözlem noktalarında hesaplanan su düzeyi değişimleri sunulmuştur. Santorini, Kolumbo, Amorgos bölgesinde oluşabilecek tsunamilerin Türkiye kıyılarına ulaşma süresi ortalama olarak 1 saat veya daha uzun olarak söylenebilir. İzmir ve daha kuzeydeki kıyılarımızda tsunami etkisinin görece çok düşük olduğu görülmüştür. Genel olarak, en yüksek su seviyeleri güneybatı kıyılarında, özellikle Orhaniye, Bodrum, Turgutreis ve Gökova bölgelerinde gözlemlenmiştir. Hesaplanan en yüksek tsunami su düzeyi yükseklmesi 2 m'nin altında kalmaktadır. Buna karşın, Didim ve Güllük-Boğaziçi bölgelerinde su düzeyi değişimi daha da düşük olup yaklaşık 50 cm mertebesindedir. Elde edilen sonuçlar, bölgesel tsunami tehlikesinin değerlendirilmesi açısından önemli bilgiler sağlamaktadır. Ayrıca Türkiye kıyılarının tsunami olaylarına karşı dirençliliği konusunda bölgedeki erken uyarı sistemlerinin önemini bir kez daha vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Deprem fırtınası, Tsunami Senaryoları, Volkanik püskürme, Kaldera çökmesi, Denizaltı heyelanı, Ege Denizi*

Abstract

The seismic activity that started on January 26, 2025, in the northeast of Santorini Island continued with a significant increase and turned into an earthquake storm. It is possible that a large earthquake that may occur on the Santorini-Anafi Fault, Amorgos Fault and other active faults in the region will trigger underwater landslides and produce a destructive tsunami. Seismic and bathymetric studies, along with historical tsunami records, indicate that landslides, volcanic activity and earthquakes in the region have the potential to generate tsunamis.

As of February 9, 2025, ongoing earthquakes and volcanic activity, along with secondary processes such as landslides, reveal the tsunami potential in the area. In that regard, five different scenarios with different tsunami generation mechanisms have been considered and numerically modeled in this study. The first two scenarios focus on the 1956 Yamurgi (Amorgos) earthquake and a potential Santorini-Yamurgi earthquake, both of which could generate tsunamis. The third scenario examines a potential underwater landslide occurring along the outer slopes of Santorini Island, while the fourth scenario investigates the tsunami hazard associated with the large volcanic eruption and caldera collapse that took place in Santorini during the Late Bronze Age. Lastly, the fifth scenario considers the tsunami generation of a potential submarine explosion of the Kolumbo volcano at different energy levels and the consequent generation and propagation of tsunami waves. Tsunami simulations for the considered scenarios are conducted using the NAMI DANCE tsunami numerical model, and the potential tsunami impacts on the Aegean Sea coastlines of Türkiye are comparatively evaluated. For the numerical modeling study, a bathymetric and topographic dataset of 250m grid resolution that was developed within the scope of the TÜBİTAK 121M751 Project is utilized.

Computed water elevations during the scenario simulations at selected gauge points along the Aegean Sea coast are presented. The estimated arrival time of tsunami waves propagating from the Santorini, Kolumbo, Amorgos region to the Turkish coastline is approximately 1 hour or longer. It has been shown that the tsunami effect is relatively lower along the İzmir coastline and further north. Overall, the highest water levels have been computed along the southwestern coasts, particularly in the regions of Orhaniye, Bodrum, Turgutreis, and Gökova. The maximum calculated water levels at the coasts are less than 2 meters. However, in Didim and Güllük-Boğaziçi, water level fluctuations are lower, reaching approximately 50 cm. The results provide valuable insights into the regional tsunami hazard assessment. Additionally, they highlight the importance of early warning systems in the region, emphasizing the resilience of the Turkish coastline against tsunami events.

Keywords: *Earthquake swarm, Tsunami Scenarios, Volcanic eruption, Caldera collapse, Submarine landslide, Aegean Sea*

Ege Kıyılarında Deprem ve Tsunami Uyarı Sistemleri ve Kandilli Rasathanesi'nin Santorini Bölgesine Yönelik İzleme ve Değerlendirme Çalışmaları

Earthquake and Tsunami Early Warning Systems Along The Aegean Coast And Monitoring & Assessment Studies On The Santorini Region By Kandilli Observatory

Nurcan Meral Özel (1), Selda Altuncu Poyraz (1), Tuğçe Ergün (1), Musavver Didem Cambaz (1), Yavuz Güneş (1), İ. Zafer Öğütçü (1), Kıvanç Kekovalı (1), Doğan Aksarı (1), Fatih Turhan (1), Uğur Mustafa Teoman (1), Remzi Polat (1), Pınar Deniz Hisarlı (1), Mehmet Kara (1), Ayşegül Köseoğlu (1), Mehveş Feyza Akkoyunlu (1), Ahmet Tezel (1), Emre Yelken (1), Hüseyin Durmuş (1), Kübra Kıranşan (1), Muzaffer Gül (1), Müberra Esen (1)

(1) Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, İstanbul, Türkiye (afacan@bogazici.edu.tr)

Öz

2025 yılının ilk çeyreğinde Santorini çevresinde meydana gelen sismik aktivite, Ege Denizi boyunca uzanan fay zonlarında hem yerel hem de bölgesel izleme sistemlerinin önemini bir kez daha ortaya koymuştur. Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü (KRDAE), Ege kıyıları ve ada çevresinde yürüttüğü izleme ve erken uyarı faaliyetleri ile Santorini-Amorgos fay zonundaki gelişmeleri yakından takip etmektedir. 28 Ocak – 6 Nisan 2025 tarihleri arasında 4947 adet deprem kaydedilmiş, bunların büyük çoğunluğu sığ odaklı ve M ≥ 4.0 olan 191 adet deprem fırtınası tipi dağılım göstermiştir. 48 adet M ≥ 4.5 olay için hesaplanan odak mekanizması çözümleri bölgede normal faylanmanın baskın olduğunu ortaya koymuştur. DBSCAN algoritması ile yapılan kümelenme analizleri, depremlerin farklı segmentlerde yoğunlaştığını göstermiştir. Gutenberg-Richter b-değeri analizleri ise bölgenin gerilme yapısına dair önemli bilgiler sunmuştur. Bu çalışma kapsamında elde edilen bulgular, KRDAE'nin tsunami uyarı sistemleri ve mobil uygulamalarıyla entegre edilerek erken uyarı kapasitesinin artırılmasına katkı sağlamaktadır. Aynı zamanda bu analizler, Santorini çevresindeki potansiyel tehlikelerin daha etkin izlenmesini mümkün kılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: b-değeri, DBSCAN, deprem izleme, erken uyarı sistemi, normal faylanma, Santorini, swarm aktivite

Abstract

Seismic activity observed around Santorini in the first quarter of 2025 once again highlighted the importance of both local and regional monitoring systems along the Aegean fault zones. Kandilli Observatory and Earthquake Research Institute (KOERI) of Boğaziçi University closely monitors the Santorini-Amorgos fault system through its extensive earthquake and tsunami early warning infrastructure along the Aegean coasts and nearby islands. Between January 28 and April 6, 2025, a total of 4947 earthquakes were recorded, the majority being shallow and of swarm-type characteristics, with 191 events exceeding M ≥ 4.0. For 48 events with M ≥ 4.5, focal mechanism solutions revealed dominant normal faulting. DBSCAN-based clustering analyses demonstrated spatial concentration across distinct fault segments, while Gutenberg-Richter b-value estimations provided insight into the prevailing stress regime. The findings of this study contribute to the enhancement of early warning capacity via integration with KOERI's tsunami alert systems and mobile applications. Moreover, the results enable more effective monitoring of potential hazards in the Santorini region.

Keywords: *b-value, DBSCAN, earthquake monitoring, early warning system, normal faulting, Santorini, swarm activity*

Türkiye ve Sınır Ötesindeki Potansiyel Volkanik Tehlikelere Karşı Hazırlık Durumu: Santorini Volkanizması Hareketliliği, Süreç İçerisinde Alınan Önlemler ile Türkiye'deki Durum ve Öneriler

The state of preparedness for volcanic hazards within and beyond Türkiye: an evaluation of Santorini volcanism unrest, mitigation strategies and current situation in Türkiye and recommendations

Gökhan Atıcı (1), Orhan Tatar (2), İnan Ulusoy (3), Gonca Gençalioğlu Kuşcu (4), Recep Şalcı (2)

(1) MTA Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara, Türkiye
(2) İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Ankara, Türkiye
(3) Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye
(4) Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Muğla, Türkiye
(gokhan.atici@mta.gov.tr)

Öz

Volkanik tehlikeler, yakın çevreleri için risk oluşturabildiği gibi, kilometrelerce uzaklardaki bölgeler içinde risk oluşturabilmektedir. 2025 yılı Şubat ayı içerisinde Kolumbo volkanı ve çevresinde meydana gelen deprem fırtınası, bölgedeki volkanizmanın yeniden hareketlenip hareketlenmeyeceği sorusunu ortaya çıkarmıştır. Süreç içerisinde Yunan araştırmacılar tarafından yapılan sismik izleme faaliyetlerinden elde edilen bazı verilerde "volkanik tremor" kayıtları yapılmıştır. Bu da meydana gelen sismik aktivitenin bir kısmının magmatizma ve/veya hidrotermal aktiviteye bağlı sıvı hareketleri ile ilişkili olabileceğini göstermektedir. Sismik hareketliliğin meydana geldiği Santorini, Kolumbo volkanları ve çevresi aktif bir volkanik kuşak olup bilinen en son patlaması 1950 yılında, en büyük patlamalarından bir tanesi ise 3600 yıl önce (1600 MÖ) Bronz çağında meydana gelmiştir. Minoan patlaması olarak da bilinen bu patlamanın ürünleri olan ince taneli volkanik kül ülkemizin farklı bölgelerinde tespit edilmiştir. Olası bir patlama sonucu tarihsel kayıtlarda olduğu gibi volkandan çıkan ince taneli volkanik kül ürünlerinin havadan rüzgâr ile taşınması (patlama kolonunun ulaştığı yükseklikteki rüzgâr yönü patlama bulutunun hareketini kontrol eder), patlama kolonunun yüksekliği ve çökmesine bağlı olarak gelişebilecek piroklastik akışlar ve patlama ya da deprem sonrası oluşabilecek tsunami gibi tehlikelerin etkileri ülkemize kadar ulaşabilir. Olası bir volkan patlaması durumunda kül bulutu ve volkanik gazların hareket yönünün belirlenmesi için Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından günlük periyotlar ve farklı yükseklikler için rüzgâr yönleri günlük olarak hazırlanmaktadır. Olası bir volkanik aktivite için Acil Durum Yönetimi kapsamında uyarı mesajları ve bilgilendirme broşürleri hazırlanmış, volkanik külün etkileri İçin MTA tarafından hazırlanan bilgilendirme broşürleri, olası bir aktivite durumunda kamuoyu ile paylaşılması için hazır hale getirilmiştir.

Ülkemizdeki ve sınır ötesinde bulunan volkanların iyi bilinmesi ve olası hareketlerinin takip edilmesi önemlidir. Anadolu'da bulunan ve potansiyel olarak yeniden harekete geçebilecek volkanlar ve volkanik alanların detaylı olarak araştırılması, anlık takip edilmesi olası bir doğa olayına karşın hazırlıklı olunmasını sağlayacaktır. Volkanlar üzerinde çok disiplinli çalışmalar (ör., jeolojik, jeofiziksel, jeodezik) gerçekleştirilerek magma dinamikleri araştırılmalı, volkanlarla ilgili tehlike ve modelleme çalışmaları gerçekleştirilmelidir. Ülkemizde yer alan volkanların olası faaliyetleri durumunda riskleri en aza indirmek için, volkan izlenme yöntemleri ile anlık olarak takip edilmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Santorini, volkanizma, volkanik kül, volkanik tehlike, volkan izleme

Abstract

*Volcanic hazards can pose significant risks not only to their immediate surroundings but also to regions located hundreds of kilometers away. The earthquake swarm that occurred around the Kolumbo Volcano in February 2025 raised the question of whether volcanic activity in the area might be reawakening. Seismic monitoring efforts carried out by Greek researchers during this period detected volcanic tremor signals in some of the seismic data. These observations suggest that a portion of the seismic activity may be related to fluid movements associated with magmatic and/or hydrothermal processes. The Santorini and Kolumbo volcanic system and its surroundings constitute an active volcanic arc. The most recent known eruption of this system occurred in 1950, while one of its most significant eruptive events took place approximately 3600 years ago (1600 BCE) during the Bronze Age. Known as the Minoan eruption, this event produced widespread fine-grained volcanic ash deposits, traces of which have been identified in various regions of modern-day T**ürkiye**.*

In the event of a future eruption, the dispersion of fine-grained volcanic ash through atmospheric transport by prevailing winds—controlled by wind directions at the altitude reached by the eruption column—as well as pyroclastic flows resulting from column collapse, and tsunamis triggered by volcanic explosions or associated seismic events, may have transboundary effects reaching as far as Turkiye. In preparation for such scenarios, the Turkish State Meteorological Service provides daily wind direction forecasts at various altitudes, which are critical for predicting the transport direction of ash clouds and volcanic gases. Within the scope of emergency management planning, warning messages and public information brochures have been prepared for potential volcanic activity. Additionally, informative materials on the effects of volcanic ash, prepared by MTA, are ready to be disseminated to the public in the event of an eruption. A thorough understanding and continuous monitoring of both domestic and transboundary volcanoes are of critical importance. Detailed investigations and real-time monitoring of potentially reactivating volcanoes and volcanic fields across Anatolia will enhance preparedness for future geohazards. Multidisciplinary studies—encompassing geological, geophysical, and geodetic approaches—should be conducted to better understand magma dynamics, and volcanic hazard assessments and modeling studies should be carried out. To minimize risks associated with possible volcanic activity in Turkey, the implementation of real-time volcano monitoring methods is strongly recommended.

Keywords: *Santorini, volcanism, volcanic ash, volcanic hazard, volcano monitoring*

ENGİN MERİÇ PALEONTOLOJİ VE STRATİGRAFİ OTURUMU

Engin Meriç Paleontology Stratigraphy Session

Güldemin DARBAŞ, Dilek Gülnur DEMİRAY, Cemal TUNOĞLU

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

Çorakyerler'den Anadolu'nun *İlk* Hominin Buluntusu: Anadoluvius turkae

The First Hominin Finding in Anatolia from Çorakyerler: Anadoluvius turkae

Ayla Sevim Erol (1), Gülşah Güler (2)

(1) Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih Coğrafya Fakültesi, Antropoloji Bölümü, Sıhhiye, Ankara
(2) Bağımsız Araştırmacı, TC. Kültür ve Turizm Bakanlığı Çorakyerler Omurgalı Fosil Lokalitesi Kazısı
(aylasevimerol@gmail.com)

Öz

Anadolu, göç yollarının üzerinde bulunması, geniş yaşam alanlarının yaygınlığı ve türleşme için uygun ortam ve kaynaklara sahip olması nedeniyle insan kladogramındaki evrimsel boşlukları doldurmak adına oldukça önemli bir coğrafyadır. İnsanımsı evriminin bu coğrafyada başladığına dair önemli bulguları içeren *Anadoluvius turkae* fosillerinin Çorakyerler Lokalitesinde ele geçirilmiş olması da insan evrimi açısından bölgenin önemini arttırmaktadır. *Anadoluvius*'un bulunmasıyla birlikte pek çok bilim insanının geçerliliğini kabul ettiği insan evriminin Afrika'da gerçekleştiği hipotezi yeniden tartışmaya açılmıştır.

Anadoluvius'un ele geçirildiği Çorakyerler Omurgalı Fosil Lokalitesi, yapılan faunal karşılaştırma ve stratigrafi çalışmaları sonucunda 8,7 milyon yıl öncesi (Geç Miyosen) ile tarihlendirilmiştir. Orta ve Geç Miyosen dönemdeki Afrika buluntuları değerlendirildiğinde insan evrimi çizgisinde yer alan fosil buluntular açısından boşluklar görülmektedir. Bu nedenle bulunduğu coğrafyanın farklı memeli türlerinin de göç yolları üzerinde bulunması ve tarihlendirmesi *Anadoluvius*'un önemini arttırmaktadır. Ayrıca Doğu Avrupa ve Anadolu'da bu dönemlere ait pek çok Hominidae türünün kalıntılarına rastlanmıştır. Bu durum Hominin'lere giden evrimsel yolun Orta ve Geç Miyosen başında Afrika'da değil Akdeniz çevresinde gerçekleştiğine dair önemli kanıtlar ortaya koymaktadır.

1997 yılından bu yana Çorakyerler'de devam eden kazılar boyunca bölgede *Anadoluvius*'a ait hem dişi hem de erkek bireylerin diş buluntuları, alt çene parçaları ve cranial fosilleri ele geçirilmiştir. Bu buluntuların anatomik yapıları incelendiğinde Hominina içerisinde değerlendirilebileceği ifade edilmektedir. Narinleşen iskelet morfolojisi, parabolikleşen üst çene yapısı ve diş boyutundaki değişimler önceki türler ile karşılaştırıldığında *Anadoluvius*'un bir Hominin olduğu fikri güçlenmektedir. Dolayısıyla modern insanın atalarının Anadolu'da evrimleştiği fikri de kuvvetlenmektedir. Bu sonucu kesinleştirebilmek için *Anadoluvius*'un post-cranial parçalarının da bulunması gerekmektedir ve kazı çalışmaları bu amaçla devam etmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Anadoluvius turkae*, Çorakyerler, Geç Miyosen, Hominidae.

Abstract

Anatolia is a crucial region for filling the evolutionary gaps in the human cladogram due to its location on migration routes, the prevalence of vast living areas, and its possession of a suitable environment and resources for speciation. The discovery of Anadoluvius turkae fossils, which contain important evidence that hominid evolution began in this geography, at the Çorakyerler *Locality, further increases the region's significance in terms of human evolution with the discovery of Anadoluvius, the hypothesis that human evolution occurred in Africa, which many scientists have accepted as valid, has been reopened for debate.*

The Çorakyerler *Vertebrate Fossil Locality, where Anadoluvius was discovered, has been dated to 8.7 million years ago (Late Miocene) based on faunal comparisons and stratigraphical studies. When examining African fossil finds from the Middle and Late Miocene periods, there are noticeable gaps in the fossil record concerning human evolution. Therefore, the location of this site on the migration routes of different mammal species and its dating increases the significance of the discovery of Anadoluvius. Additionally, remains of many Hominidae species from these periods have been found in Eastern Europe and Anatolia. This evidence suggests that the evolutionary path leading to hominins may have originated around the Mediterranean rather than in Africa at the beginning of the Middle and Late Miocene.*

Since 1997, ongoing excavations at Çorakyerler *have unearthed dental remains, lower jaw fragments, and cranial fossils of both female and male Anadoluvius individuals. Analysis of the anatomical structures of these finds indicates they can be classified within the Hominina sub-tribe. The gracile skeletal morphology, parabolic upper jaw structure, and changes in tooth size compared to previous species strengthen the idea that Anadoluvius was a hominin. This further supports the compelling theory that the ancestors of modern humans may have evolved in Anatolia. To confirm this hypothesis, we continue to search for the post-cranial remains of Anadoluvius.*

Keywords: *Anadoluvius turkae, Corakyerler, Hominidae, Late Miocene.*

Senirkent Çevresi (Isparta) Mesozoyik Foraminiferleri ve Fasiyes Yorumları

Mesozoic foraminifera and facies interpretations around Senirkent (Isparta)

Aslı Karabaşoğlu

Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü
(aslik@aku.edu.tr)

Öz

Bu proje çalışmasında önceki çalışmalarda Jura yaşı verilen Senirkent ilçesi güneyinde Sulucandere Formasyonu ve Beşparmak kireçtaşı birimi ve kuzeyinde yeralan Uluğbey Köyü çevresinde Uluğbey ve Ergenli Formasyonlarından alınan kesitlerle 107 kireçtaşı numunesi paleontolojik bulguların detaylandırılması ve stratigrafik seviyelerin bulunması amacıyla alınmıştır.

Senirkent ve çevresinde Barla Dağı, Senirkent ve Kırdağ Anamas Birimlerine ait formasyonlar yer almaktadır. Barla Dağı Birimi Resiyen'den başlayıp Eosen'e kadar devam eden kil, silttaşı, neritik ve pelajik kireçtaşları ve fliş ile temsil edilir. Senirkent birimi Doger'den Eosen'e kadar kireçtaşları ve fliş ile temsil edilir. Birim içinde Doger yaşını veren *Gutnicella bizonorum*, *Gutnicella cayeuxi*, *Rectocyclammina* sp, *Callorbis minor*, *Andersenolina* sp, *Protopeneroplis striata*, *Spiraloconulus* sp, *Mesoendothyra* sp. gibi karakteristik fosiller saptanmıştır. Bu fosil topluluğuna göre Senirkent Brimlerinin Dogger'de platform ile açık deniz arası kıta yamacı ve şelf ortamında çökeldiği söylenebilir. Ayrıca birimlerde Kretase (Kampaniyen-Maastrihtiyen) yaşını veren *Globotruncana arca*, *Rotundata calcarata*, *Abathomphalus mayaroensis* ve *Globotruncana* sp. fosilleri tespit edilmiştir. Benzer şekilde Senirkent Birimlerinin Kretase çökellerinin platform ile açık deniz arası-pelajik ortamı karakterize ettiği söylenebilir.

Kırdağ Anamas birimi Orta Karbonifer'den Lütesiyen'e kadar devam eden kireçtaşı, dolomit ve fliş kayalarından oluşmaktadır. Çalışma alanı içinde Kırdağ Anamas Birimlerine ait formasyonlar olan Uluğbey Formasyonu ile Ergenli Formasyonu uyumlu olup sınırlı dolaşımın olduğu şelf ortamını temsil eden yer yer oolitik ve dolomitli kireçtaşı birimlerinden oluşur. Uluğbey ve Ergenli Formasyonları içinde saptanan *Orbitopsella* sp., *Lituosepta* sp., *Meandrovoluta asiagoensis*, *Everticyclammina* sp., *Siphovalvulina* sp fosillerine göre Liyas yaşı kullanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Barla Dağı, Bentik Foraminifer, Jura, Senirkent, Uluğbey.

Abstract

In this project study, 107 limestone samples with sections taken from the Sulucandere Formation and Beşparmak limestone unit in the south of Senirkent district, which were given a Jurassic age in previous studies, and the Uluğbey and Ergenli Formations around the Uluğbey Village in the north, were taken in order to detail the paleontological findings and find stratigraphic levels.

There are formations belonging to the Barla Mountain, Senirkent and Kırdağ Anamas Units in Senirkent and its surroundings. Barla Mountain Unit is represented by clay, siltstone, neritic and pelagic limestones and flysch, starting from the Rhaetian and continuing until the Eocene. The Senirkent unit is represented by limestones and flysch from Doger to Eocene. Gutnicella bisonorum, Gutnicella cayeuxi, Rectocyclammina sp, Callorbis minor, Andersenolina sp, Protopeneroplis striata, Spiraloconulus sp, Mesoendothyra sp, which give Doger age within the unit. Characteristic fossils such as are found. This fossil was applied according to the cells in which the Senirkent Units were deposited in the continental slope and shelf environment between the platform and the open sea in Dogger. Additionally, Globotruncana arca, Rotundata calcarata, Abathomphalus mayaroensis and Globotruncana sp., which give Cretaceous (Campanian-Maastrichtian) age in the units. fossils have been identified. Similarly, the platform of the Cretaceous sediments of the Senirkent Units has a strong potential in terms of the offshore-pelagic region.

Kırdağ Anamas unit consists of limestone, dolomite and flysch rocks dating from the Middle Carboniferous to the Lutetian. In the study area, the Uluğbey Formation and Ergenli Formation, which are formations belonging to the Kırdağ Anamas Units, are compatible and consist of oolitic and dolomitic limestone units representing a shelf environment with limited circulation. Liassic age was used according to the fossils of Orbitopsella sp., Lituosepta sp., Meandrovoluta asiagoensis, Everticyclammina sp., Siphovalvulina sp. found in the Uluğbey and Ergenli Formations.

Keywords: *Barla Mountain, Benthic foraminifera, Jurassic, Senirkent, Uluğbey.*

İç Anadolu Türkiye (Ilgın, Yalvaç ve Sivas) Havzalarından Oligosen-Pleyistosen Dönemine Ait Charophytes Fosilleri: Kıtasal Biyostratigrafi ve Paleoekolojideki Gelişmeler

Oligocene-Pleistocene Charophytes from Central Anatolia, Türkiye (Ilgın, Yalvaç, and Sivas Basins). Advances in Continental Biostratigraphy and Palaeoecology

Elvan Demirci (1,2), Josep Sanjuan (1), Cemal Tunoğlu (3), Özgen Kangal (4), Nazire Özgen-Erdem (4)

(1) Departament de Dinàmica de la Terra i de l'Oceà, Facultat de Ciències de la Terra, Universitat de Barcelona, 08028 Barcelona (Catalonia, Spain).
(2) MSA Geological Engineering, Maltepe Mah. G.M.K. Bulv. No:51/24 Ankara, Türkiye.
(3) Hacettepe University, Engineering Faculty, Department of Geological Engineering, 06800 Beytepe, Ankara, Türkiye.
(4) Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 58140 Sivas (Türkiye).
(elvandemirci65@gmail.com)

Öz

Yalvaç, Ilgın ve Sivas havzalarındaki (İç Anadolu, Türkiye) palustrin ve lakustrin çökellerde 20'ye kadar fosil charophyte türü tespit edilmiştir. Bu flora, Yalvaç'taki Göksöğüt Formasyonu, Ilgın'daki Aşağıçiğil, Belekler ve Dursunlu formasyonları ile Sivas'taki Karayün, Emirhan ve Eğribucak formasyonları dahil olmak üzere sekiz litolojik birimin göreceli yaşı ve paleoekolojisi hakkında önemli bilgiler sağlamaktadır.

Yalvaç Havzası'ndaki Göksöğüt Formasyonu'ndan elde edilen flora, *Chara globularis, Lychnothamnus duplicicarinatus, L. barbatus* subsp. *megalicarpus* ve *Nitellopsis (T.) etrusca* başta olmak üzere sekiz türden oluşmakta olup, bu taksonlar formasyonun geç Miyosen- erken Pliyosen yaşında olduğunu göstermektedir. Ilgın Havzası'ndaki Aşağıçiğil ve Belekler formasyonları, *Sphaerochara ulmensis, Sph. miocenica* ve *Ch. molassica* var. *notata* gibi 13 takson içermekte olup, bu birlik orta - geç Miyosen yaşını işaret etmektedir. Erken Pleistosen yaşlı Dursunlu topluluğu ise *Ch. vulgaris, Ch. globularis, Ch. hispida, Sph. intricata, Sph. prolifera, L. barbatus* var. *antiquus* ve *Nitellopsis obtusa* dahil olmak üzere yedi tanesi günümüzde de yaşayan 11 tür içermektedir. Bu flora, başlangıçta yoğun palustrin bitki örtüsüyle çevrili çok sığ bir göl ortamının zamanla derin, stabil, oligotrofik, alkali ve oligohalin bir göle evrildiğini göstermektedir.

Sivas Havzası'nda Emirhan ve Karayün formasyonlarından elde edilen charophyte toplulukları *Sph. ulmensis, Chara molassica* var. *notata, Ch.* cf. *pappii, Lychnothamnus pinguis* forma *major* ve *Nitellopsis (T.) merianii* türleriyle temsil edilmekte olup, bu topluluklar belirgin bir Avrupa kökeni göstererek bir Oligosen yaşını (geç Rupeliyen - erken Şattiyen) işaret etmektedir. Eğribucak Formasyonu'ndan elde edilen tek tür olan *Rantzieniella nitida*, Ünite 3 için erken Miyosen (Akitaniyen) yaşını önermektedir. Avrupa biyostratigrafisinde önemli bir gösterge türü olan *R. nitida*, Anadolu'da ilk kez rapor edilmiştir.

Bu çalışmada incelenen charophyte florası, esas olarak Güney Avrupa ve Orta Doğu'daki Akdeniz çevresi havzalarında geniş bir paleocoğrafik dağılım sergilemekte olup, bu dağılım enlem bazlı bir iklimsel kontrol altında şekillenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Anadolu, charophytes, Ilgın, Miyosen, Pleyistosen. Sivas, Yalvaç.

Teşekkürler: Bu çalışma, Hacettepe Üniversitesi BAP (FHD-2021-18910), TÜBİTAK 2214-A (1059B142100601), TÜBİTAK-ÇAYDAG (109Y041) ve İspanya projesi IBERINSULA (PID2020-113912GB-I00) tarafından desteklenmiştir. Yazarlar, bu çalışmada incelenen örnekleri cömertçe sağlayan ve *Rantzieniella nitida* da dahil olmak üzere charophyte taksonlarının ilk tanımlamalarını gerçekleştiren Dr. Ingeborg Soulié-Märsche'ye içtenlikle teşekkür eder.

Abstract

Up to 20 fossil charophyte species have been found in palustrine and lacustrine deposits of Yalvaç, Ilgın, and Sivas basins (Central Anatolia, Türkiye). This flora provides valuable information about the relative age and the paleoenvironment of 8 lithological units including the Göksöğüt Formation in Yalvaç, the formations of Aşağıçiğil, Belekler, and Dursunlu in Ilgın, and the Karayün, Emirhan, and Eğribucak formations in Sivas.

The flora recovered from the Göksöğüt Formation (Yalvaç Basin) is composed by 8 species highlighting Chara globularis, Lychnothamnus duplicicarinatus, L. barbatus *subsp.* megalicarpus, *and* Nitellopsis (T.) etrusca *which indicates an upper Miocene to lowermost Pliocene age. The Aşağıçiğil and Belekler formations (Ilgın Basin) are constituted by 13 taxa including* Sphaerochara ulmensis, Sph. miocenica *and* Ch. molassica *var.* notata *which points to a middle to late Miocene age. The early Pleistocene Dursunlu assemblage is composed by 11 species (7 extant) including* Ch. vulgaris, Ch. globularis, Ch. hispida, Sph. intricata, Sph. prolifera, L. barbatus *var.* antiquus, *and* Nitellopsis obtusa. *This flora indicates the prevalence of a very shallow lake with a dense palustrine vegetation belt that evolved to a deep, stable, oligotrophic, alkaline, and oligohaline lake.*

In Sivas, the charophyte assemblages recovered from Emirhan and Karayün formations are composed of 8 species highlighting Sph. ulmensis, Ch. molassica *var. notata,* Ch. *cf.* pappii, Lychnothamnus pinguis *forma* major, *and* Nitellopsis (T.) merianii. *These assemblages show a clear European affinity indicating an Oligocene age (upper Rupelian–lower Chattian). The Egribucak Formation's single species,* Rantzieniella nitida, *indicates an early Miocene age (Aquitanian) for the Unit 3. This well-known European biostratigraphic key species is reported for the first time in Anatolia.*

The here–studied charophyte flora display a wide palaeogeographic distribution mainly in south European and Middle East peri–Mediterranean basins following a latitudinal climatic control.

Keywords: *Anatolia, charophytes, Ilgın, Miocene, Pleistocene, Sivas, Yalvaç.*

Acknowledgements: *Contribution to projects: Bap Hacettepe University (FHD-2021- 18910); TUBITAK 2214-A (1059B142100601); TÜBİTAK-**ÇAYDAG** (109Y041) and the Spanish project IBERINSULA (PID2020-113912GB-I00,* the authors sincerely appreciate Dr. Ingeborg Soulié-Märsche for generously supplying the samples analyzed in this study and for conducting the initial identification of charophytes, including *Rantzieniella nitida.*

Tuzgölü Havzası'nda Geç Miyosen Gastropoda ve Ostrakoda Faunası Ön Bulguları: Paleoortamsal ve Paleocoğrafik Çıkarımlar

Preliminary Findings of Late Miocene Gastropoda and Ostracoda Fauna in the Tuzgölü Basin: Palaeoenvironmental and Palaeogeographic Implications

Müjde Gürsoy (1), Ayhan Ilgar (2), Alper Bozkurt (2), Gönül Çulha (2), Ercan Tuncay (2), Ali Ergen (2), Tolga Esirtgen (2)

(1) MTA Genel Müdürlüğü, Şehit Cuma Dağ Tabiat Tarihi Müzesi, Çukurambar, 06530 Çankaya, Ankara, Türkiye
(2) MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, Çukurambar, 06530 Çankaya, Ankara, Türkiye
(mujde.gursoy@gmail.com)

Öz

Orta Anadolu'da yer alan ve Türkiye havzaları arasında en geniş alansal yayılıma sahip olan Tuzgölü Havzası, geç Kretase'den günümüze yapısal ve stratigrafik bir gelişime sahiptir. Havza, başlıca Miyosen-Pliyosen yaşlı karbonat kayalarından oluşmaktadır. Bu çalışmanın amacı, Tuzgölü Havzası'nın kuzeybatı kesimindeki istifin yaşlandırılmasını sağlayacak Gastropoda ve Ostracoda faunasını tanımlamak, bunun yanı sıra çökelme ortamı ve paleocoğrafyayı yorumlamaktır.

Arazi çalışması Tuzgölü Havzası'nın kuzeybatısında yer alan ve kireçtaşı, marn ve çamurtaşı ardalanmasından oluşan iki kesitte gerçekleştirilmiştir. Özyurt kesitinden alınan 9 adet, Uzunbey kesitinden ise 6 adet örnek üzerinde paleontolojik çalışmalar yapılmıştır. Örneklerde, Lymnaeidae, Valvatidae, Planorbidae, Hydrobia ve Trochidae ailelerine dahil 18 gastropoda türü ile Candona (Pseudocandona) compressa, C. (Ps.) marchica marchica, C. parallela pannonica, C. neglecta, C. cf. candida, C. cf. churmensis, Cypridopsis vidua, Heterocypris salina salina, Ilyocypris gibba, Ilyocypris sp., Zonocypris membranae türlerini içeren bir ostrakod topluluğu tanımlanmıştır. Elde edilen faunaya dayanarak Geç Miyosen yaşı saptanmıştır. Fosil topluluğu, çoğunlukla tatlısu, zaman zaman ise acısu ortam koşullarının varlığına işaret etmektedir. Havzada depolanma evrimi boyunca sığ ortam koşulları hâkim olmuştur. Zaman zaman gelişen acısu ortamının, havzada azalan yağışlar ve artan buharlaşma ile ilişkili olduğu düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Gastropoda, Geç Miyosen, Ostrakoda, Tuzgölü Havzası.

Abstract

The Tuzgölü Basin, located in Central Anatolia, is one of the largest basins in Turkey, characterized by its extensive area and structural and stratigraphic development spanning from the Late Cretaceous to the present. The basin is predominantly composed of carbonate rocks of Miocene-Pliocene age. The aim of this study is to identify the Gastropoda and Ostracoda fauna, which provides precise dating of the deposits, along with an interpretation of their depositional environment and paleogeography in the northwestern part of the Tuzgölü Basin.

The field study was carried out in two sections in the northwestern part of the Tuzgölü Basin consisting of limestone, marl and mudstone. Palaeontological studies were conducted on 9 samples from the Özyurt section and 6 samples from the Uzunbey section. Eighteen Gastropoda species belonging to the families Lymnaeidae, Valvatidae, Planorbidae, Hydrobia, Trochidae, and an ostracoda assemblage consisting of Candona (Pseudocandona) compressa, C. (Ps.) marchica marchica, C. parallela pannonica, C. neglecta, C. cf. candida, C. cf. churmensis, Cypridopsis vidua, Heterocypris salina salina, Ilyocypris gibba, Ilyocypris sp., Zonocypris membranae have been identified from the samples. Late Miocene age has been determined based on the obtained fauna. The fossil assemblage suggests predominantly freshwater conditions, with occasional brackish influences. The basin was dominated by shallow water conditions throughout the depositional history. It is thought that the brackish water environment that develops from time to time is related to the decreasing precipitation and increasing evaporation in the basin.

Keywords: *Gastropoda, Late Miocene, Ostracoda, Tuzgölü Basin.*

Geç Miyosen Garkın-Afyon Lokalitesinden Samotherium Boissieri Bulguları

Samotherium Boissieri Findings from Late Miocene Garkın-Afyon Locality

Kazım Halaçlar (1), Fikret Göktaş (2), Tümel Tanju Kaya (1), Fatma Arzu Demirel (3)
Serdar Mayda (1,4)

(1) Ege Üniversitesi Tabiat Tarihi Araştırma ve Uygulama Merkezi, İzmir
(2) MTA Jeoloji Departmanı, Anakara
(3) Antropoloji Bölümü, Fen-Edebiyat Fakültesi, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Burdur, Türkiye
(4) Biyoloji Bölümü, Fen Fakültesi, Ege Üniversitesi, İzmir
(khalaclar@gmail.com)

Öz

Geç Miyosen (Erken Turoliyen, MN 11-12) yaşlı Garkın (Karkın) lokalitesi, Sandıklı'nın yaklaşık 6.75 kilometre güneydoğusunda, Garkın Köyü'nün 2.5 kilometre doğusunda, Karadere'nin güney yamacında (deniz seviyesinden 1180-1200 metre yükseklikte) yer almaktadır. İlk kez 1975 yılında tanımlanan ve 25'in üzerinde memeli türünü içeren fosiller, tipik Yatağan litofasiyesine ait tabakalar içinde bulunmaktadır.

Soyu tükenmiş zürafagil cinsi *Samotherium*, Geç Miyosen'de dört tür ile temsil edilen, tür düzeyinde taksonomik statüleri tartışmalı bir cinstir. Cinsin paleobiyocoğrafyası Avrasya ve muhtemelen Kuzey Afrika'yı kapsamaktadır. Küçük boyutlu bir takson olan *Samotherium boissieri*, daha büyük *S. major* ile birlikte en geniş dağılıma sahiptir. *S. boissieri*, daha önce dört farklı Geç Miyosen Anadolu lokalitesinden (Çorakyerler-Çankırı, Gülpınar-Çanakkale, Karain-Nevşehir ve Kavakdere-Ankara) bildirilmiştir.

Bu çalışma, Garkın lokalitesinden ilk *S. boissieri* buluntusunu ortaya koymaktadır. Öncel çalışmalarda *Paleotragus* sp. ve *S.* aff. *neumayri* bulguları Garkın fauna listesinde yer alsa da bu örneklerin ayrıntılı sistematik tanımlamaları yapılmadığı bilinmektedir. İncelenen yeni materyal, bir hemimandibula parçası (p2-p4), iki aşık kemiği ve bir distal metapodiyalden oluşmaktadır. Diş materyalinin morfometrik analizi, *S. boissieri*'nin bilinen yayılımıyla örtüşmekte ve Garkın'da bu taksonun varlığını doğrulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Afyon, Geç Miyosen, Samotherium, Zürafa.

Abstract

The Late Miocene (Early Turolian, MN 11-12) Garkın (Karkın) locality, situated approximately 6.75 kilometers southeast of Sandıklı and 2.5 kilometers east of Garkın Village on the southern slope of Karadere (1180-1200 meters above sea level), has yielded a rich mammalian fauna. First described in 1975, the fossils, including over 25 mammalian species, are found within layers typical of the Yatağan lithofacies.

The extinct giraffid genus Samotherium was diverse during the Late Miocene, with four species representing the genus, though their taxonomic status remains debated. The genus's paleobiogeography encompassed Eurasia and possibly North Africa. Samotherium boissieri, a smaller-sized taxon, exhibited the widest distribution alongside the larger S. major. S. boissieri has been previously reported from four other Late Miocene Anatolian localities: Çorakyerler-Çankırı, Gülpınar-Çanakkale, Karain-Nevşehir, and Kavakdere-Ankara.

This study presents the first confirmed record of S. boissieri from the Garkın locality. While Paleotragus sp. and S. aff. neumayri were previously mentioned from Garkın, they lacked detailed systematic descriptions. The newly examined material includes a hemimandibular fragment (p2-p4), two incomplete astragali, and a distal metapodial. Morphometric analysis of the dental material aligns perfectly with the known range of S. boissieri, confirming its presence at Garkın.

Keywords: *Afyon, Giraffid, Late Miocene, Samotherium.*

Paleocoğrafya Rekonstrüksiyonlarında Paleontolojik Analizlerin Katkısı: Seferihisar-İzmir

Contribution of Palaeontological Analyses in Palaeogeography Reconstructions: Seferihisar-Izmir

Elanur Kaya (1), Rıfat İlhan (2), Aylin Karadaş (1), Serdar Vardar (2), Ertuğ Öner (1), Musa Kadıoğlu (3)

(1) Ege Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, İzmir, 35040
(2) İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, Sosyal ve Beşerî Bilimler Fakültesi, Coğrafya Bölümü, İzmir, 35640
(3) Ankara Üniversitesi, Arkeoloji Bölümü, Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Ankara, 06100
(elakaya.geo@gmail.com)

Öz

Paleocoğrafya rekonstrüksiyonları, geçmiş çevresel koşulların, deniz seviyesi değişimlerinin, kıyı dinamiklerinin ve tektonik etkilerinin analizinde; sedimantolojiyi, paleontolojik verileri ve bunların stratigrafisini esas almaktadır. Foraminifer, ostrakod, mollusk gibi güncel fosil gruplardan elde edilen paleontolojik veriler, fiziki coğrafya parametreleriyle birlikte paleocoğrafya süreçlerinin yorumlanmasında temel göstergeler olarak işlev görmektedir. Dolayısıyla, paleontolojik veriler, çalışma alanı olan Seferihisar kıyı bölgesinin Holosen dönemine ait paleocoğrafyasının aydınlatılmasında önemli veriler sağlamıştır.

Çalışma alanı, İzmir ilinin Seferihisar ilçesinin; Sığacık Koyu, Çayırarası Ovası ve Teos Antik Limanını kapsayan K-G doğrultusundan oluşmaktadır. Çayırarası'nın doğusunda yer alan yamaçlar; Mesozoik fliş-mermerleri ile batıda Ekmeksiz Tepe Miyosen gölsel karasal formasyonları bulunur. Aynı zamanda Çayırarası depresyonunun her iki yanı doğrultu atımlı fayların kontrolündedir. Seferihisar'da genel anlamda Paleozoyik yaşlı birimlerde gnays, mikaşist, kloritşist, şist ve kuvarsitlerin altında mermerler yer alır. Kretase birimleri eski kristalin temel üzerine diskordan olarak gelirken, Miyosen formasyonları alt ve üst seri olarak ikiye ayrılır. Alt seri konglomera, gre, marn, kiltaşı, volkanik tüfler ve kalkerlerden oluşurken, üst seri kalkerler, marn, kiltaşı ve volkanik tüflerden meydana gelmektedir.

2018–2024 yılları arasında gerçekleştirilen 21 adet delgi sondaj çalışmaları kapsamında, 0,5 ila 15 m derinliklerden alınan sediman örnekleri; granülometrik analizler ve detaylı paleontolojik incelemeler ışığında değerlendirilmiştir. Bölgedeki deniz seviyesi değişimleri ve paleocoğrafik parametreler açısından, stratigrafik kayıtlarda nasıl yer bulduğunu ortaya koymak amacıyla yapılan paleontolojik analizlerin sonucunda, sığ deniz ve kıyı ekosistemlerine ait fosil türleri arasında, Ammonia türleri (compacta, tepida, sp.), Elphidium türleri (complanatum, crispum, macellum, sp.), Nonion depressulum, Spiroloculina angulasa ve Triloculina marioni gibi foraminiferler tespit edilmiştir. Ayrıca, Loxoconcha agilis, Loxoconcha bairdi, Loxoconcha elliptica ve Semicytherura incongruens gibi ostrakodlar da sığ denizel ortamların göstergeleridir. Kıyı ekosistemlerinin bir diğer göstergesi ise Bittium reticulatum ve Bittium terebellum gibi mollusk türleridir. Açık deniz ortamlarını yansıtan fosil türleri arasında ise Globigerina sp. dikkat çekmiştir. Tatlı su ve tuzluluk koşullarını gösteren fosil türleri arasında, Cyprideis torosa ve Pseudocandona sp. gibi ostrakodlar bulunmuştur.

Sonuç olarak, Seferihisar kıyılarında elde edilen paleontolojik, sedimantolojik, jeolojik ve jeomorfolojik verilerin entegrasyonu ile Seferihisar kıyılarının, kuzeydeki Sığacık Koyu ve güneydeki Teos Antik Limanı'nın arasındaki Çayırarası depresyonun günümüzde K-G doğrultuda alüvyal dolgulardan oluştuğunu fakat yükselen deniz seviyesi ile bu doğrultunun orta Holosen'de denizel ortam özellikleri sergilediği tespit edilmiştir. Bununla birlikte Seferihisar, Sığacık Koyu ve Teos Antik Kenti çevresinde, Holosen dönemine ait deniz seviyesi değişimleri, kıyı dinamikleri ve paleocoğrafik süreçlerin rekonstrüksiyon çalışmaları devam etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Holosen, paleocoğrafya, paleontoloji, rekonstrüksiyon, sedimantoloji, Seferihisar.

Abstract

Palaeogeographic reconstructions are based on sedimentology, palaeontological data and their stratigraphy in the analysis of past environmental conditions, sea level changes, coastal dynamics and tectonic effects. Palaeontological data obtained from contemporary fossil groups such as foraminifera, ostracods and molluscs function as basic indicators in the interpretation of palaeogeographic processes together with physical geography parameters. Therefore, palaeontological data provided important data for the elucidation of the Holocene palaeogeography of the coastal region of Seferihisar, the area.

The study area consists of the N-S direction of Seferihisar district of Izmir province, covering Sığacık Bay, Çayırarası *Plain and Teos Ancient Harbour. The slopes to the east of* Çayırarası *are covered with Mesozoic fliche-marbles and Ekmeksiz Tepe Miocene lacustrine terrestrial formations to the west. At the same time; both sides of* Çayırarası *depression are under the control of strike-slip faults. In general, the Palaeozoic aged units in Seferihisar consist of marbles under gneisses, micaschists, chloritchists, schists and quartzites. While Cretaceous units are discordant on the old crystalline basement, Miocene formations are divided into two as lower and upper series. The lower series consists of conglomerate, gre, marl, claystone, volcanic tuffs and limestones, while the upper series consists of limestones, marl, claystone and volcanic tuffs.*

Within the scope of 21 drill holes carried out between 2018-2024, sediment samples taken from 0.5 to 15 m depths were evaluated in the light of granulometric analyses and detailed palaeontological investigations. As a result of the palaeontological analyses carried out in order to reveal how the sea level changes and palaeogeographic parameters in the region are found in the stratigraphic record, foraminifera such as Ammonia species (compacta, tepida, sp.), Elphidium species (complanatum, crispum, macellum, sp.), Nonion depressulum, Spiroloculina angulasa and Triloculina marioni were identified among the fossil species belonging to shallow marine and coastal ecosystems. In addition, ostracods such as Loxoconcha agilis, Loxoconcha bairdi, Loxoconcha elliptica and Semicytherura incongruens are indicators of shallow marine environments. Another indicator of coastal ecosystems are mollusk species such as Bittium reticulatum and Bittium terebellum. Among the fossil species reflecting offshore environments, Globigerina sp. attracted attention. Ostracods such as Cyprideis torosa and Pseudocandona sp. were found among the fossil species indicating freshwater and salinity conditions.

In conclusion, with the integration of palaeontological, sedimentological, geological and geomorphological data obtained from the Seferihisar coasts, it was determined that the Çayırarası *depression between Sığacık Bay in the north and Teos Ancient Port in the south of the Seferihisar coasts consists of alluvial deposits in the N-S direction today, but with the rising sea level, this direction exhibited marine environment characteristics in the middle Holocene. In addition, reconstructions of Holocene sea level changes, coastal dynamics and palaeogeographic processes around Seferihisar, Sığacık Bay and the Ancient City of Teos are ongoing.*

Keywords: *Holocene, palaeogeography, palaeontology, reconstruction, sedimentology, Seferihisar.*

Orta Toroslarda Yeni bir Kılavuz Seviye: "Anomia Bankı"

A New Marker Horizon in the Central Taurus: "Anomia Bank"

Selim İnan (1), Nurdan İnan (1), Serdar Kuş (2) , Yiğit Öz (3)

(1) Mersin Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Emekli Öğretim Üyesi, Mersin
(2) Viranşehir Caddesi, Yaşam Plaza, Mezitli, Mersin
(3) Çiftlikköy Mahallesi, Lounge Mersin Aparmanı, Yenişehir, Mersin
(sinan@mersin.edu.tr)

Öz

Geç Miyosen yaşlı (Tortoniyen) Kuzgun Formasyonu Orta Toroslarda geniş yüzlekler vermektedir. Kuzgun Formasyonu tabanda konglomera ve daha sonra sarımsı renkli kumtaşı, yeşilimsi gri renkte şeyl, kiltaşı, kumtaşı ara tabakalı marn ve gri renkli kireçtaşı ardalanmalarıyla temsil edilir.

Formasyonun kumtaşı seviyelerinde bol miktarda pelecypod fosilleri bulunmaktadır. Bu fosiller gel-git içi, sığ gel-git altı ortamlarında çökelimi karekterize etmektedir.

Özellikle Kozan (Adana)'dan, Karacailyas, Küçüksorgun, Gülnar ve Mut (Mersin) dolaylarında olmak üzere Ermenek 'e (Konya) kadar yaygın yüzlekleri görülen Kuzgun Formasyonu'nun kumtaşı seviyelerinde "Ostrea bankı" kılavuz seviye olarak izlenir. Gülnar yöresinde "*Ostrea* bank" seviyesi üzerinde yer alan "*Anomia* bank" yeni bir kılavuz seviye olarak tesbit edilmiştir.

"*Anomia* bankı" ayni zamanda *Anomia* 'nın Orta Toroslardaki varlığına ilişkin ilk bulgudur. "*Ostrea* bank" ortamın kuvvetli dalga ve akıntı etkinliğinde olduğunu göstermekteyken, "*Anomia* bank" daha sığ ve sakin koy ortamını işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Anomia, Geç Miyosen, kılavuz seviye, Orta Toroslar.*

Abstract

The Late Miocene (Tortonian) Kuzgun Formation exhibits extensive outcrops in the Central Taurus region. The Kuzgun Formation is represented at its base by conglomerates, transitioning upward into yellowish sandstones, greenish-gray shales, claystones, marl interbedded with sandstones, and gray limestones.

The sandstone layers of the formation are characterized by an abundance of pelecypod fossils. These fossils are indicative of deposition in intertidal and shallow subtidal environments.

The Kuzgun Formation, widely exposed from Kozan (Adana) through Karacailyas, Küçüksorgun, Gülnar and Mut (Mersin), extending to Ermenek (Konya), features the "Ostrea bank" as a prominent marker horizon within its sandstone layers. In the Gülnar region, a newly identified marker horizon, the "Anomia bank," is found above the "Ostrea bank" level.

The "Anomia Bank" represents the first evidence of the presence of the genus Anomia in the Central Taurus region. While the "Ostrea bank" reflects a depositional environment influenced by strong wave and flow activity, the "Anomia bank" suggests a shallower, calmer bay setting.

Keywords: *Anomia, Central Taurus, Late Miocene, marker horizon.*

Akbulak (Muradiye, Van) Civarında Yayılım Gösteren Yamanyurt Formasyonu'nun Foraminifer Biyostratigrafisi ve Sekans Stratigrafisi: Yeni Kronolojik Veriler

Foraminiferal Biostratigraphy and Sequence Stratigraphy of the Yamanyurt Formation Around Akbulak Village (Muradiye, Van): New Chronological Data

Ayşe Atakul-Özdemir (1), Almahmada Viyan (2), Demir Altıner (3), Sevinç Özkan-Altıner (3)

(1) Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Van
(2) Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Van
(3) Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara
(aozdemir@yyu.edu.tr)

Öz

Bu çalışmada, Doğu Anadolu'da Akbulak Köyü (Muradiye, Van) civarında yüzeylenen birimlerin biyostratigrafik, stratigrafik ve sekans stratigrafik özelliklerinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Bölgede incelenen istif, küçük foraminiferler ile fusulinidlerin baskın olduğu hafif rekristalize olmuş kireçtaşlarından oluşmaktadır.

Çalışılan örneklerde, Climacammina, Dunbarula, Eopolydiexodina, Eotuberitina, Globivalvulina, Glomomidiella, Multidiscus, Nankinella, Neodiscus, Neodiscopsis?, Pachyphloia, Parafusulina, Protonodosaria?, Pseudolangella cinslerine ait türleri içeren foraminifer topluluğu tanımlanmıştır. Öncel çalışmalarda Triyas olarak yaşlandırılan birimin yaşı bu çalışma kapsamında tanımlanan foraminifer türlerine dayanılarak Wordiyen-Kapitaniyen, Orta Permiyen olarak belirlenmiştir. Çalışılan istif boyunca, kıyı gerisi, sığ ve kıyı önü ortamlarını karakterize eden biyoklastik vaketaşı, biyoklastik tanetaşı, intra- biyoklastik tanetaşı, intra-biyoklastik istiftaşı-tanetaşı, biyoklastik istiftaşı, biyoklastik vaketaşı-istiftaşı ve mikritik zarflı biyoklastik tanetaşı fasiyesleri olmak üzere yedi farklı mikrofasiyes tipi tanımlanmıştır.

Tanımlanan mikrofasiyes türlerinin düşey istifleme yapılarına dayanılarak, çalışılan kesitte transgresif ve yüksek deniz seviyesi sistem çökellerini içeren sekans stratigrafik çerçeve oluşturulmuştur. Transgresif sistem çökelleri, genel olarak kıyı önü fasiyesleri ile, yüksek deniz seviyesi sistem çökelleri ise çoğunlukla kıyı gerisi fasiyesleri ile karakterize edilmektedir. Bu çalışma, bölgenin jeolojik geçmişine yeni bakış açıları kazandırmakta ve Yamanyurt Formasyonu'nun kronolojik çerçevesini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Foraminifer, Mikrofasiyes, Permiyen, Sekans stratigrafisi, Yamanyurt formasyonu.

Abstract

This study focuses on the biostratigraphic, stratigraphic, and sequence stratigraphic features of the carbonate units exposed near Akbulak village (Muradiye, Van) in Eastern Anatolia. The studied succession in the region is mainly composed of slightly recrystallized limestones with the dominance of smaller foraminifers and fusulinids.

The foraminiferal assemblages identified in the samples include species of Climacammina, Dunbarula, Eopolydiexodina, Eotuberitina, Globivalvulina, Glomomidiella, Multidiscus, Nankinella, Neodiscus, Neodiscopsis?, Pachyphloia, Parafusulina, Protonodosaria?, and Pseudolangella. Based on these defined foraminiferal assemblages, the limestone beds, originally dated to the Triassic, are now reassigned to the Wordian-Capitanian stages of the Middle Permian. Throughout the studied section, seven distinct microfacies types including bioclastic wackestone, bioclastic grainstone, intra-bioclastic grainstone, intra-bioclastic packstone-grainstone, bioclastic packstone, bioclastic wackestone-packstone, and coated bioclastic grainstone have been distinguished, characterizing shallow marine ranging from foreshoal to shoal and backshoal environments.

The sequence stratigraphic framework was constructed by analysing the vertical stacking patterns of these microfacies, revealing a sequence composed of transgressive and highstand systems tracts. The transgressive systems tract is predominantly composed of shoal and foreshoal facies, while the highstand systems tract is mainly constituted of shoal and backshoal facies. This study contributes new insights into the geological history of the region and refines the chronological framework of the Yamanyurt Formation.

Keywords: *Foraminifera, Microfacies, Permian, Sequence stratigraphy, Yamanyurt formation.*

Bir Bilim İnsanı Olarak İ. Engin Meriç'in Paleontolojiye Katkıları

Contributions to Palaeontology as a scientist by İ. Engin Meriç

Atike Nazik (1)

(1) Çukurova Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 01330, Sarıçam, Adana, Türkiye (anazik@cu.edu.tr)

Öz

Uluslararası bentik foraminifer çalışanlardan biri olarak bilinen Prof.Dr. Engin Meriç, 8 Ağustos 2024 tarihinde yaşamını yitirdi. Ömrünün 60 yılını bentik foraminiferler üzerinde çalışarak geçirmiştir.

Engin Meriç, foraminiferlerle olan yolculuğuna "Kahta-Nemrut Dağı arasındaki Bölgenin Jeolojik ve Paleontolojik Etüdü" başlıklı doktora tezi çalışmaları ile başlamış ve 1963 yılında "Fen Doktoru" ünvanını almıştır. 1960 yılından vefatına kadar geçen sürede yapmış olduğu mikropaleontolojik araştırmalara katkıları şöyle sıralanabilir. Engin Meriç, meslektaşları ile birlikte Orbitoididae familyasına ait 3 cins ve 3 tür, Lepidorbitoididae familyasına ait 1 cins ve 2 tür, Loftusiidae familyasına ait 7 tür, Soritidae familyasına ait 2 cins ve 1 tür, Nezzazatidae familyasına ait 1 cins ve 1 tür olmak üzere bentik foraminifer tanımlamıştır. Uzun yıllar bentik foraminiferlerin çoğalmaları ile ilgili yeni bulgular ortaya koyarak uluslararası ölçekte yayınlar üretmiştir. Kuvaterner ve güncel bentik foraminiferler üzerinde pek çok çalışmasında ikiz, üçüz ve dördüz birey topluluklarının varlığını ortaya koymuştur. Denizaltındaki tatlısu kaynaklarının sebep olduğu ani tuzluluk değişimleri, denize dökülen suların getirdiği ağır metal ve eser elementler ile kıyı ve kıyıya yakın bölgelerde gerçekleştirilen seracılık ile ziraat alanlarında kullanılan pestisitlerin yeraltı suları ile deniz suyuna karışması sonucu, bentik foraminifer kavkılarında gözlenen morfolojik bozukluk ve renklenme gibi özelliklerle ekolojik koşullardaki değişimlerin etkilerini açıklamıştır. 1986 yılından itibaren özellikle İstanbul Kuvaterner'i ile ilgili çalışmalar yapmıştır. Ayrıca, Akdeniz ve Ege denizleri kıyılarında Pasifik ve Hint okyanusları ile Kızıldeniz kökenli göçmen foraminiferlerin varlığı üzerine çalışmalar yapmıştır.

Engin Meriç'in yayınlarına, ulusal ve uluslararası makaleler ile tezlerde yapılan 3000 civarında atıf bulunmaktadır. Meslektaşları tarafından Engin Meriç'e atfedilen türler ve yayınlar da bulunmaktadır.

Engin Meriç'in, 60 yıl önce Adıyaman'da Kretase bentik foraminiferleri ile başladığı mikropaleontoloji çalışmaları, Türkiye kıyıları, Kızıldeniz ve Güney Afrika kıyıları Kuvaterner bentik foraminiferleriyle devam etmiştir.

Anahtar Kelimeler: Engin Meriç, foraminifera, mikropaleontoloji.

Abstract

Prof. Dr. Engin Meriç, known as one of the international benthic foraminifera researchers, passed away on August 8, 2024. He spent 60 years of his life working on benthic foraminifera.

Engin Meriç started his studies on foraminifera with his doctoral thesis titled "Geological and Paleontological Study of the Region between Kahta and Mount Nemrut", and received ***his Ph.D. in 1963. His*** *contributions to micropaleontological research from 1960 until his last day can be listed as follows. Engin Meriç defined 3 genera and 3 species belonging to family Orbitoididae, 1 genus and 2 species belonging to family Lepidorbitoididae, 7 species belonging to family Loftusiidae, 2 genera and 1 species belonging to family Soritidae, 1 genus and 1 species belonging to family Nezzazatidae and contributed to the benthic foraminifera systematics together with his colleagues. For many years, he had many national and international publications by revealing new findings on the reproduction of benthic foraminifera. In his many studies on Quaternary and recent benthic foraminifera, he revealed the existence of twin, triplet and quadruplet assemblages. One of his other research, sudden changes in salinity caused by underwater freshwater resources, heavy metals and trace elements brought by water flowing into the sea, and pesticides used in greenhouse farming and agricultural areas in coastal and near-coastal areas mixing with groundwater and seawater, have been explained by the effects of changes in ecological conditions through features such as morphological disorders and coloration observed in benthic foraminiferal shells. He had been working particularly on the Quaternary of Istanbul since 1986. He also studied the presence of migrant foraminifera originating from the Pacific and Indian Oceans and the Red Sea on the coasts of the Mediterranean and Aegean Seas.*

There are approximately 3000 references to Engin Meriç's publications in national and international paper and theses. There are species and publications attributed to Engin Meriç by his colleagues.

Engin Meriç's micropaleontology studies, which he started with Cretaceous benthic foraminifera in Adıyaman 60 years ago, continued with Quaternary benthic foraminifera from the coasts of Türkiye, the Red Sea and South Africa.

Keywords**:** *Engin Meriç, foraminifera, micropaleontology.*

Meriç & İnan Bulguları ve İthaf

Findings of Meriç & İnan and Dedication

Nurdan İnan

Mersin Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Emekli Öğretim Üyesi, Mersin
(nurdanamektup@gmail.com)

Öz

Meriç & İnan; makale, bildiri ve poster olarak sunulmuş toplam 19 araştırmada birlikte çalışmıştır. Maestrihtiyen yaşlı bentik foraminiferlerin özellikle Orbitoidal olanlarında yoğunlaşan araştırmalar; Karaçam Yaylası, Gölköy gibi Doğu Pontidler, Güneybatı Malatya gibi Doğu Anadolu, Şereflikoçhisar gibi İç Anadolu ve Güneybatı Antalya gibi Akdeniz bölgelerinden toplanmış örneklerden yapılmıştır. Meriç & İnan; çoğalma fazları, anormal fertler gibi farklı konuların dışında, bu sahalardan edinilen örneklerden 2 yeni cins ve 3 yeni tür tanımlamışlardır.

Bu yeni cinsler; Gölköy (Ordu) örneklerinden *Sirelina* ve Şereflikoçhisar örneklerinden tespit edilmiş ancak veri azlığı nedeniyle adlanmamış, *Ilgazina* ve *Sivasella*'ya benzerliği vurgulanarak tanımı yapılmış olan bir yeni cinstir.

Yeni türler; *Sirelina orduensis* (1996), *Sivasella goekceni* (1997) ve Şereflikoçhisar örneklerinden tanımlanmış (1999) ancak adlanmamış olan yeni cinsin yeni türüdür (n.gen.n.sp).

Bentik foraminifer dünyasına Meriç & İnan çalışmalarıyla katılan bu fosillerden başka, İnan'ın tanımladığı yeni bir cinsin, yeni türü Meriç'e ithafen *Postomphalocyclus meriçi* (1992) olarak adlanmış ve literatüre geçmiştir.

Anahtar Kelimeler: Cins, Engin Meriç, foraminifer, tür.

Abstract

Participants Meriç & İnan collaborated on a total of 19 studies presented as articles, paper and posters. Their research primarily focused on Maastrichtian age benthic foraminifera, particularly Orbitoidal species. These studies were based on samples collected from various regions, including the Eastern Pontides such as Karaçam Plateau, Gölköy; Eastern Anatolia for example Southwestern Malatya; Central Anatolia like Şereflikoçhisar, and the Mediterranean region such as Southwestern Antalya. Beyond addressing diverse topics such as reproductive phases and abnormal individuals, Meriç & İnan described two new genus and three new species based on samples obtained from these regions.

The new genera include Sirelina, identified from Gölköy (Ordu) samples, and another genus detected in Şereflikoçhisar samples, which, due to insufficient data, remains unnamed butwas characterized with reference to its resemblance to Ilgazina and Sivasella.

The newly identified species include: Sirelina orduensis (1996), Sivasella goekceni (1997), and a new species of the unnamed genus, identified in Şereflikoçhisar samples (1999) as a new genus andnew species (n.gen.n.sp).

In addition to these fossils, which entered the realm of benthic foraminifera through the work of Meriç & İnan, a new genus and species described by İnan was dedicated to Meriç and named Postomphalocyclus meriçi (1992), thereby earning a place in the scientific literature.

Keywords: *Engin Meriç, foraminifera, genus, species.*

Latince Taksonomi İsimlerinin Okunuşları, Yazı Çevirileri ve Anlam Çevirileri Üzerine

On Pronunciation, Transcription and Translation of the Latin Names in Taxonomy

Volkan Sarıgül

Batman Üniversitesi, Petrol ve Doğal Gaz Mühendisliği Bölümü, Batman, Türkiye
(volkansaurus@gmail.com)

Öz

Latince esas olarak Roma İmparatorluğu'nun (sonra da Batı Roma İmparatorluğu'nun) dilidir. Roma'nın ortadan kalkmasına yardımcı olan Avrupa'nın barbar kavimleri sonradan hem Latin alfabesini benimsemiş hem de Latinceyi bilim ve eğitim dili olarak kullanmışlardır. Modern taksonominin temeli de bu dönemde Latince olarak atılmıştır. 17. yüzyıldan itibaren bilimi ve eğitimi ulusal dillerde yapmaya başlayan Batı dünyası, Latince terimleri de kendi dillerine uygun halde getirmiştir. Ancak taksonomi bu duruma istisna oluşturan örneklerden biridir; isimlerin telaffuzları ve yazı çevirileri Batı'nın ulusal dillerine uyarlanmış olsa da bilimsel metinlerde özgün Latince isimlere sadık kalınmıştır.

Türkiye'de yapılan bilimsel çalışmalarda da taksonomi isimleri Latince halleri ile yazılmaktadır. Fakat bu isimlerin Türkçede nasıl okunacakları veya uygun durumlarda yazı çevirilerinin nasıl olacağı konusunda bir fikir birliğine varılamamıştır. Yunancayı resmi dil olarak kabul eden Doğu Roma İmparatorluğu ile komşu olan Anadolu Türklerinin uzun süre Latince ile doğrudan bir bağı olmamıştır. Türkiye'nin modern bilim ve Latinceden gelen terimler ile tanışması çağdaşlaşma hareketlerinin ortaya çıktığı 18. yüzyılda gerçekleşmiştir. Bilimsel terminolojiyi devşirme süreci Osmanlı devrinde Fransızca yoluyla başlamış, İkinci Dünya Savaşından sonra da İngilizce üzerinden devam etmiştir. Dolayısıyla taksonomideki isimler de dahil olmak üzere pek çok bilimsel terim, Türkçeye Fransızca veya İngilizcedeki okunuşları ve bu okunuşları temel alan yazı çevirileri ile girmiştir.

Ancak taksonomide kullanılan isimlerin Batı'nın ulusal dillerinden gelen okunuşları ile Latincenin okunuş kuralları çelişmektedir. Oturmuş bir okunuş yöntemi mevcut olmadığından, kurallı bir yazı çevirisi yöntemi de meydana gelememiştir. Öte yandan, kelime kökenlerine yeterli önem verilmediğinden isabetli anlam çevirileri de çoğu zaman mümkün olamamaktadır. Bu sorunların giderilebilmesi için geçtiğimiz sene yayımlanan bir makalede çeşitli çözüm önerileri üretilmiştir. Burada ise bu önerilerin daha geniş kitlelere ulaştırılması amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Anlam çevirisi, okunuş, paleontoloji, taksonomi, yazı çevirisi.

Abstract

Latin was the original language of the Roman Empire (then the Western Roman Empire). The barbarian tribes of Europe, who contributed to the downfall of Rome, later inherited the Latin alphabet, and positioned Latin as the preeminent academic language. The foundation of modern taxonomy was also laid in Latin during this period. By the 17th century, academies in the Western world had gradually adopted national languages, with Latin terms being adapted accordingly. However, taxonomy represented a significant exception; while the pronunciation and transcription of names were adapted to national languages, scientific texts adhered strictly to the original Latin names.

In scientific studies conducted in Turkey, Latin taxonomic names have also been in use. However, no consensus has been reached on how these names should be pronounced in Turkish or transcribed in available situations. The Anatolian Turks had no direct connection with Latin for a long time, as they were the long-term neighbors of the Eastern Roman Empire which preferred Greek as its official language. The introduction of modern science and Latin-based terminology to Turkey occurred in the 18th century as a part of the modernization process. The adoption of scientific terminology began in the Ottoman Period through French, and continued via English after the Second World War. Consequently, most scientific terms, including taxonomic names, have been incorporated into Turkish based on the pronunciation of the foreign language from which the word was borrowed.

However, the pronunciation of taxonomic names based on modern Western languages contradicts the rules of Latin pronunciation. Since no established method for pronunciation exists, no standard transcription method can be applied either. Furthermore, accurate translations into Turkish are often not possible, as the etymological origins of the names are not properly considered. Various solutions to these problems are proposed in an article published last year, and here it is aimed to present these suggestions to a wider audience.

Keywords: *Paleontology, pronunciation, taxonomy, transcription, translation.*

Geyik Dağı (Orta Toroslar, Türkiye) Civarındaki Senomaniyen-Paleosen Platform Kenarı Karbonat İstiflerinin Biyokronostratigrafisi ve Çökel Evrimi

Biochronostratigraphy and Sedimentary Evolution of the Cenomanian-Palaeocene Platform Margin Carbonate Successions in the Geyik Dağ Area, Central Taurides, Türkiye

Kemal Taslı (1), Hayati Koç (1), Cemile Solak (1)

(1) Mersin Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü 33343 Yenişehir/Mersin (ktasli@mersin.edu.tr)

Öz

Senomaniyen-Paleosen yaşlı yamaç/havza karbonat istifleri Orta Toroslar'ın batısındaki Anamas-Akseki otoktonu veya Geyik Dağı Birliği'nin bir parçası olan Geyik Dağı civarında yüzlek verirler. İstiflerin biyokronostratigrafik ve sedimantolojik özellikleri üç stratigrafik kesitten tanımlanmıştır. Bunlar yapısal olarak iki istife ayrılmıştır. Alttaki istif Eosen türbiditik kumtaşlarıyla uyumsuz olarak üzerlenir. Üstteki istif ise Eosen kumtaşları ve Aladağ Birliği arasındaki bir tektonik dilim konumundadır. Stratigrafik tabanları yüzlek vermemiş olan istiflerin alt kesimi, resif-önü/yamaç ortamında çökelmiş olan kaotik karbonat breşleriyle arakatkılı kötü boylanmış iskeletli (çoğunlukla rudist parçaları) kireçtaşlarından (litofasiyes A) oluşur. *Conicorbitolina conica* ve *Orbitolina concava* türlerinin bulunuşu litofasiyes A için erken-orta Senomaniyen yaşına işaret eder. Üzerleyen biyoklastik/litoklastik istiftaşları (litofasiyes B) Turoniyen-geç Kampaniyen yaşını veren planktonik foraminiferli kalsisfer vaketaşları ile ara katkılıdır ve platform yamaç ortamında birikmiştir. Litofasiyes C Maastrihtiyen yaşlı büyük hyalen bentik foraminifer içeren biyoklastik istiftaşları/vaketaşları ile karakterize edilir. Litofasiyes D Maastrihtiyen ve en üst bir metresinde Paleosen'in planktonik foraminiferlerini içeren vaketaşları bileşimindeki çörtlü mikritik kireçtaşlarından oluşur.

Daha geniş bir yaş menziline rağmen, Geyik Dağı civarının allokton gravite akışının baskın olduğu yamaç-havza karbonatları Maastrihtiyen-Lütesiyen yaşlı Kuşça Kireçtaşı ve Kampaniyen-Maastrihtiyen yaşlı Dumanlı Formasyonu ile deneştirilebilir. Bunlar platform kenarı çökelleri olarak yorumlanırlar ve Toros karbonat platformunun paleocoğrafik tasarımında önemlidirler.

Anahtar Kelimeler: Biyokronostratigrafi, Geyik Dağı, Orta Toroslar, Platform kenarı karbonatları, Senomaniyen-Paleosen.

Abstract

Slope to basin carbonate successions of Cenomanian-Palaeocene age are exposed in the Geyik Dağı area which is part of the Anamas-Akseki autochthon or Geyik Dağı unit cropping out in western Central Taurides (southern Türkiye). Biochronostratigraphic and sedimentologic features of the successions have been recently described from three stratigraphic sections. They are structurally separated in to two successions. Lower succession is unconformably overlain by Eocene turbiditic sandstones. Upper one is in a tectonic sheet between the Eocene sandstones and the Aladağ unit. Lower part of the successions, of which stratigraphic bases are not exposed, consists of poorly sorted skeletal (mostly rudist fragments) limestones intercalated with chaotic carbonate breccias (lithofacies A) which were deposited in a fore-reef/escarpment environment. The presence of Conicorbitolina conica and Orbitolina concava indicates early-mid Cenomanian age for the lithofacies A. The overlying bioclastic/lithoclastic packstones (lithofacies B) are intercalated with calcisphere wackestones with planktonic foraminifers giving Turonian to late Campanian ages and accumulated on a platform slope environment. The lithofacies C is characterized by bioclastic packstones/wackestones with larger hyaline benthic foraminifers of Maastrichtian age. The lithofacies D consists of cherty micritic limestones composed of wackestones containing planktonic foraminifers of Maastrichtian age and of Palaeocene age in the uppermost one meter.

Allocthonous gravity flow-dominated slope to basin carbonates of the Geyik Dağı area can be correlated with the Kuşça Limestone of Maastrichtian-Lutetian age and Dumanlı Formation of Campanian-Maastrichtian age despite the wider age range. They are interpreted as platform margin sediments and have importance for palaeogeographic reconstruction of the Tauride carbonate platform.

Keywords: *Biochronostratigraphy, Cenomanian-Palaeocene, Central Taurides, Geyik Dağ, Platform margin carbonates.*

ENGİN MERİÇ PALEONTOLOJİ VE STRATİGRAFİ OTURUMU

Engin Meriç Paleontology Stratigraphy Session

Güldemin DARBAŞ, Dilek Gülnur DEMİRAY, Cemal TUNOĞLU

Poster Sunumlar/*Poster Presentations*

Örencik Formasyonu (Yenimahalle, Ankara) İlk Fosil Bulgusu

First Fossil Record from Örencik Formation (Yenimahalle, Ankara)

Ebru Albayrak (1), Müjde Gürsoy (1), Umut Mert Varol (1), Dilber Göçer (1), Emrah Şimşek (1)

(1) MTA Genel Müdürlüğü Şehit Cuma Dağ Tabiat Tarihi Müzesi Çukurambar, 06530, Çankaya, Ankara, Türkiye (ebru.albayrak@mta.gov.tr)

Öz

Ankara İli Yenimahalle İlçesi Susuz köyünden gelen ihbar üzerine yapılan prospeksiyon çalışması sırasında yamaç üzerinde, bir kısmı sediman dışına çıkmış olan fil savunma dişleri görülmüştür. Daha sonra yapılan çalışmalarla fosiller koruma altına alınarak yerinden çıkarılmış ve MTA Şehit Cuma Dağ Tabiat Tarihi Müzesi'ne getirilmiştir.

Fosiller, Pliyosen yaşlı Örencik Formasyonu içerisinde yer almaktadır. Birim, boz renkli çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı ve kireçtaşı ile temsil edilir. Yer yer tabakalanma belirsizken bazı alanlarda ise gevşek tutturulmuş orta-kalın tabakalanma gösterir. Çakıltaşı taneleri kötü boylanmalı yuvarlak ve az yuvarlaktır. Üste doğru kumtaşı ve çamurtaşlarına geçiş gösterir. Kumtaşları, ince-orta-kaba taneli olup tabakalarda paralel ve çapraz laminalanmalar görülür. Formasyon 50-100 m arasında bir kalınlığa sahip olup bu çalışmaya kadar herhangi bir fosil bulgusuna rastlanmamıştır, stratigrafik konumuna dayanarak Pliyosen yaşı verilmiştir. Örencik Formasyonu kaya türü özellikleri akarsu ve göl ortamında çökelimi karakterize eder.

Fosiller, Örencik Formasyonu'nda bulunan ilk fosil bulgusu olduğu için oldukça önemlidir. Ancak fosil tam olmayan bir savunma dişine ait olduğu için kesin olarak hangi tür ya da cinse ait olduğu tespit edilememiştir. Alanın jeolojik ve paleontolojik olarak önemli olduğu ve yapılacak olan daha ayrıntılı çalışmalarla kesin teşhise imkan sağlayan azı dişlerine ve başka gruplara ait fosillerin bulunabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Fil, Pliyosen, savunma dişi, Örencik Formasyonu.

Abstract

During the prospecting work carried out upon the notification from the Susuz village of Yenimahalle District of Ankara Province, elephant tusks, some of which were protruding from the sediment, were observed on the slope. With the work carried out later, the fossils were taken under protection and removed from their place and brought to MTA Şehit Cuma Dağ Natural History Museum.

The fossils are located in the Pliocene Örencik Formation. The unit is represented by gray-colored conglomerate, sandstone, mudstone and limestone. While the layering is unclear in some areas, it shows loosely attached medium-thick layering. Conglomerate grains are poorly sorted, rounded and less rounded. It transitions to sandstone and mudstone towards the top. Sandstones are fine-medium-coarse grained and parallel and cross laminations are seen in the layers. The formation has a thickness of 50-100 m and no fossil findings have been encountered until this study. The Pliocene age was given based on its stratigraphic position. The rock type characteristics of the Örencik Formation characterize the sedimentation in the fluvial and lake environment.

The fossils are very important because they are the first fossil findings found in the Örencik Formation. However, since the fossils belong to incomplete tusks, it has not been determined which species or genus they belong to. It is thought that the area is geologically and paleontologically important and that fossils belonging to molars and other groups that will allow for definitive identification can be found with more detailed studies.

Keywords: *Elephant, Pliocene, tusk, Örencik Formation.*

Kırıkkale Güneydoğusu, Çevirme Formasyonu Eosen Bentik Foraminiferleri

Eocene Benthic Foraminifera of the Çevirme Formation, Southeast of Kırıkkale)

Aslı Karabaşoğlu (1), Büşra Tezel (2)

(1) Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü
(2) Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
(aslik@aku.edu.tr)

Öz

Kırıkkale güneydoğusunda bölgenin en yaşlı kayaçlarını Kırşehir masifi metamorfitleri oluşturur. Bu birimleri Geç Kretase yaşlı Karaboğazdere gabrosu ve Çiçekdağ formasyonu üzerler. Temel kaya birimleri olarak tanımladığımız bu formasyonlar da Paleosen-Eosen yaşlı genellikle kırıntılı kayalardan oluşan Dizilitaş Formasyonu tarafından uyumsuz olarak üzerlenirler. Çalışma alanında, istifin Paleosen yaşlı çökelleri üzerinde, Orta Eosen yaşlı denizel formasyonları (Ceritkale=Çevirme=Çayraz) yine uyumsuz olarak yer alır. Yapılan paleontolojik çalışmalarla Çevirme Formasyonu'na ait olan Dulkadirli Kireçtaşı Üyesi'nin bol *Nummulites* ve bivalvia kavkıları içermekte olduğu belirlenmiştir. Birim içinde ayrıca *Alveolina pasticillata*, *Gyrodinella magna*, *Neorotalia vienotti*, *Valvulineria orali*, *Operculina* sp., *Ranikothalia* sp., *Sphaerogypsina* sp., *Ornatorotalia* sp., *Valvulammina* sp., *Nummulites* sp., Textulariidae, Miliolidae, Ostrocod, ekinit dikeni, alg gibi fosil topluluğu saptanmıştır. Ayrıca kireçtaşları Folk ve Dunham sınıflarına göre tanımlanmış ve bunların ve istiftaşı ve bağlamtaşı oldukları belirlenmiştir. Bu verilere göre Çevirme Formasyonu'nun Eosen yaşında olduğu, iyi korunmuş, kıta sahanlığı ve kıyı fasiyesini karakterize ettiği söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Bentik foraminifer, Çevirme Formasyonu, Dulkadirli kireçtaşı Üyesi, Eosen, Kırıkkale.

Abstract

The oldest rocks of the region in the southeast of Kırıkkale are the Kırşehir massif metamorphics. These units are overlain by the Late Cretaceous Karaboğazdere gabbro and Çiçekdağ *formation. These formations, which we define as bedrock units, are unconformably overlain by the Dizilitaş Formation, which generally consists of clastic rocks of Paleocene-Eocene age. In the study area, Middle Eocene marine formations (Ceritkale=*Çevirme=Çayraz*) unconformably overlie the Paleocene sediments of the sequence. With the paleontological studies, it has been determined that the Dulkadirli Limestone Member, which belongs to the* Çevirme *Formation, contains abundant Nummulites and bivalvia shells. The unit also contains Alveolina pasticillata, Gyrodinella magna, Neorotalia vienotti, Valvulineria orali, Operculina sp., Ranikothalia sp., Sphaerogypsina sp., Ornatorotalia sp., Fossil communities such as Valvulammina sp., Nummulites sp., Textulariidae, Miliolidae, Ostrocod, echinid spines and algae were detected. In addition, limestones were defined according to Folk and Dunham classes and they were determined to be packstones and bindstones. According to these data, it can be said that the* Çevirme *Formation is Eocene in age, well preserved, and characterizes the continental shelf and coastal facies.*

Keywords: *Benthic foraminifera,* Çevirme *Formation, Dulkadirli limestone Member, Eocene, Kırıkkale.*

Akarçay Havzası (Afyon-Konya) Mollusklarının Pleyistosen'deki İklimsel Verileri ve ESR Tarihlendirmesi

Pleistocene Climatic Data and ESR Dating of Molluscs from the Akarçay Basin (Afyon-Konya)

Harika Marmara (1), Sevinç Kapan (2), Koray Aktürk (1)

(1) Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği A.B.D., (100/2000 YÖK Doktora Bursiyeri)

(2) Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü (harikamarmara.scholar@gmail.com)

Öz

Bu çalışmada, Akarçay Havzası'nın Kuvaterner çökellerinden sistematik olarak derlenen örneklerde, Molluska dalının Gastropoda sınıfına ait; *Theodoxus fluviatilis* (Linnaeus), *Valvata piscinalis* (Müller), *V. pulchella* Studer, *V.* sp., *Bithynia leachii* (Sheppard), *B. tentaculata* (Linnaeus), *B.* sp. operkül, *Graecoanatolica lacustristurca* Radoman, *Laevicaspia caspia* (Eichwald), *L. kolesnikoviana* (Logvinenko & Starobogatov), *L. lincta* (Milaschewitch), *L.* sp., *Lymnaea stagnalis* (Linnaeus), *L.* sp., *Stagnicola palustris* (Müller), *Radix auricularia* (Linnaeus), *R.* sp., *Gyraulus albus* (Müller), *G. parvus* (Say) ve *G.* sp. türleri ile Bivalvia sınıfına ait; *Euglesa casertana* (Poli), *E. personata* (Malm), *Pisidium amnicum* (Müller), *P. iasiense* Cobălcescu, *P.* sp., *Dreissena iconica* Schütt, *D. polymorpha* (Pallas) ve *D.* sp. türleri tanımlanmıştır. Faunadaki sayıca en bol türlerden olan *Dreissena iconica* kavkılarından, ESR tarihlendirme ve δ^{18O}-δ^{13C} duraylı izotop analizleri yaptırılmıştır. Akarsularda ve tatlı sularda yaşayan *Valvata piscinalis* ve *V. pulchella* türlerinin sayıca fazla olduğu seviyelerde izotop değerlerinin negatif yönde dağılım göstermesi, bu türlerin bulunduğu seviyelerin çökeldiği zaman aralığında havzada yağışlı iklim koşullarının süre geldiğini göstermektedir. Mezohalin (5‰ ile 18‰) sularda yaşayan *Laevicaspia caspia, L. kolesnikoviana* ile *L. lincta* türlerinin arttığı litolojilerde izotop değerlerinin pozitif eğilim göstermesi bu türlerin bulunduğu seviyelerin çökeldiği zaman aralığında inceleme alanının sıcak ve kurak iklim koşullarına maruz kaldığını ifade etmektedir. Ayrıca, belirli türlere uygulanan ESR (Elektron Spin Rezonans) tarihlendirme yöntemiyle 71.000±7.100 yıl, 54.000±5.400 yıl, 51.000±5.100 yıl ve 39.000±3.900 yıl yaşları elde edilmiş ve birimin çalışılan bu seviyelerinin geç Pleyistosen'e karşılık geldiği görülmüştür. Bu dönemler, Marine Isotope Stage: MIS 4 buzul dönemi ile buzul arası MIS 3 evreleriyle uyumludur.

Bu çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi 4152 ve 4392 numaralı projeler ile desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Akarçay Havzası, ESR tarihlendirmesi, Mollusk, paleoiklim, paleoortam, Pleyistosen.

Abstract

In this study, samples systematically collected from the Quaternary sediments of the Akarçay Basin belong to the Gastropoda class of the Mollusca phylum: Theodoxus fluviatilis (Linnaeus), Valvata piscinalis (Müller), V. pulchella Studer, V. sp., Bithynia leachii (Sheppard), B. tentaculata (Linnaeus), B. sp. operculum, Graecoanatolica lacustristurca Radoman, Laevicaspia caspia (Eichwald), L. kolesnikoviana (Logvinenko & Starobogatov), L. lincta (Milaschewitch), L. sp., Lymnaea stagnalis (Linnaeus), L. sp., Stagnicola palustris (Müller), Radix auricularia (Linnaeus), R. sp., Gyraulus albus ***(Müller),*** *G. parvus (Say) and G. sp. The samples also belong to the Bivalvia class, with species identified as follows: Euglesa casertana (Poli), Euglesa personata (Malm), Pisidium amnicum (Müller), Pisidium iasiense Cobălcescu, Pisidium sp., Dreissena iconica Schütt, Dreissena polymorpha (Pallas), and Dreissena sp. ESR dating and $\delta^{18}O$-$\delta^{13}C$ stable isotope analyses were performed on Dreissena iconica shells, which are among the most abundant species in the fauna. The negative distribution of isotope values at levels where the species Valvata piscinalis and V. pulchella, which live in streams and freshwater, are abundant indicates that rainy climate conditions prevailed in the basin during the time period when the levels containing these species were deposited. The positive trend in isotope values in lithologies where the species Laevicaspia caspia, L. kolesnikoviana, and L. lincta, which live in mesohaline (5‰ to 18‰) waters, are abundant indicates that the study area was exposed to hot and arid climatic conditions during the time period when the levels containing these species were deposited. In addition, the ESR (Electron Spin Resonance) dating method applied to certain species yielded ages of 71.000 ± 7.100 years, 54.000 ± 5.400 years, 51.000 ± 5.100 years, and 39.000 ± 3.900 years, and it was observed that these studied levels of the unit correspond to the late Pleistocene.*

This study was supported by the Scientific Research Projects Coordination Unit of Çanakkale Onsekiz Mart University through projects numbered 4152 and 4392.

Keywords: *Akarçay Basin, ESR dating, Mollusc, paleoclimate, paleoenvironment, Pleistocene.*

GELECEĞİN YERBİLİMCİLERİ OTURUMU

Future Geoscientists Session

Dilek KARAPINAR, Kaan SAYIT, Nazlı TUNAR ÖZCAN, Alaettin TUNCER

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

Şiro Vadisi (Malatya) Boyunca Kaya Dayanımının Kantitatif Değerlendirilmesi ve Tektonik Jeomorfolojiye Etkileri

Quantitative Assessment of Rock Strength and Its Implications for Tectonic Geomorphology in the Siro Valley (Malatya)

Mustafa Berk Doğru (1), Elif Akgün (2), Mustafa Softa (3), Savaş Topal (4)

(1) Ankara Üniversitesi Coğrafya Bölümü, 06100 Ankara, Türkiye
(2) Fırat Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 23110 Elazığ, Türkiye
(3) Dokuz Eylül Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 35390 İzmir, Türkiye
(4) Pamukkale Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 20160 Pamukkale, Türkiye
(mustafaberrk@gmail.com)

Öz

Kaya dayanımının nicel belirlenmesi, aktif tektonik, tektonik jeomorfoloji, buzul dinamiği ve erozyon süreçleri gibi çeşitli yerbilimi disiplinleri açısından büyük önem taşır. Birçok araştırma, kaya sertliğini erozyon yoğunluğunun bir göstergesi olarak ele alırken, aynı zamanda geri tepme değerlerinden Schmidt çekici yüzey tarihlendirme (SÇYT) gibi yöntemlerin uygulamasında kullanılan önemli bir parametre olarak vurgulanmaktadır. Özellikle Doğu Anadolu gibi orojenik kuşaklarda, topoğrafyayı ve çökel stratigrafisini şekillendiren tektonik ve iklimsel süreçlerin anlaşılması, farklı kaya dayanımları ve tektonik yapılarla karakterize edilen bölgelerde ana kaya-nehir dinamiklerinin detaylı olarak incelenmesini gerektirir. Bu bölgelerdeki jeolojik yapılar, yüksek dayanımlı kristalin temel kayalardan zayıf ve dayanımlı sedimanter tabakalara kadar çeşitlilik gösterir. Bu çalışma, Doğu Anadolu Fay Sistemi'nin Pütürge segmenti boyunca yer alan Şiro Vadisi'ndeki kayaların dayanımını incelemektedir. Araştırma kapsamında tanımlanan on drenaj havzasında, Paleozoyik yaşlı Pütürge Metamorfitleri ve Eosen yaşlı Maden Kompleksi birimlerinde toplam 65 lokasyondan 975 adet Schmidt çekici ölçümü yapılmıştır. Ölçümler, Pütürge Metamorfitleri için geri tepme değerlerinin ortalama 16,9 ± 2,6 ile 55,8 ± 7,1 arasında; Maden Kompleksi birimleri için ise 31,2 ± 6,6 ile 52,8 ± 7,6 arasında değiştiğini göstermiştir. %95 güven aralığında yapılan istatistiksel analizler, Pütürge Metamorfitleri için geri tepme değerleri 10,5 ile 34,6 arasında; Maden Kompleksi için ise 19,3 ile 32,7 arasında değiştiğini ortaya koymuştur. Sonuçlar, kaya dayanımındaki bölgesel değişimlerin genel varsayımlardan önemli ölçüde sapabileceğini ve bu nedenle lokasyona özgü değerlendirmelerin kritik olduğunu göstermektedir. Ayrıca, kaya dayanımının sadece fay aktivitesini değil, drenaj havzalarının yenilenme ve göç süreçlerini de etkilediği anlaşılmıştır. Bu bulgular doğrultusunda, karmaşık litolojilere sahip bölgelerde tektonik jeomorfoloji analizlerini desteklemek için Schmidt çekici ölçümlerinin rutin olarak kullanılması önerilmektedir. Bu yaklaşım, aktif tektonik ve erozyon süreçlerinin daha doğru bir şekilde değerlendirilmesine olanak tanır. Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK; Proje No:122Y266) ve C Stajyer Araştırmacı Burs Programı (STAR) tarafından desteklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kaya dayanımı, Schmidt çekici geri tepme, Şiro vadisi, tektonik jeomorfoloji

Abstract

Quantitative determination of rock strength is critical for various geoscience disciplines, including active tectonics, tectonic geomorphology, glacial dynamics, and weathering studies. Many studies emphasize rock hardness as a proxy for weathering intensity; however, it also serves as a critical parameter in surface exposure dating techniques, such as Schmidt Hammer Surface Exposure Dating (SHED), which utilizes rebound data to estimate exposure duration. The interpretation of tectonic and climatic processes shaping topography and depositional stratigraphy, particularly in collisional orogens such as Eastern Türkiye, requires understanding bedrock river dynamics in regions with varying rock strengths and tectonic architectures. These architectures range from strong crystalline basement rocks to weak and strong sedimentary layers. This study investigates rock strength variability within the Siro Valley, situated along the Pütürge segment of the East Anatolian Fault System. 975 rebound data from 65 sites Schmidt hammer measurements were conducted across Paleozoic Pütürge Metamorphics and Eocene Maden Complex units within ten defined drainage basins. The Schmidt hammer rebound values exhibit significant variability, with mean values and standard deviations spanning 16.9 ± 2.6 to 55.8 ± 7.1 for the Pütürge Metamorphics and 31.2 ± 6.6 to 52.8 ± 7.6 for the Maden Complex units. Furthermore, the 95% confidence intervals for these measurements extend from 10.5 to 34.6 for the Pütürge Metamorphics and 19.3 to 32.7 for the Maden Complex, as determined through the same statistical analyses. The results suggest that regional variations in rock strength deviate from generalized assumptions, underscoring the importance of site-specific evaluations. The findings highlight the influence of rock strength not only on fault activity but also on drainage basin rejuvenation and divide mobility. We advocate for the routine application of Schmidt hammer rebound tests to enhance the robustness of tectonic geomorphological analyses in regions with complex lithologies. This approach ensures more accurate assessments of active tectonics and erosion processes. This study is supported by the Scientific and Technological Research Council of Turkey (TÜBİTAK; Project No:122Y266) and C-STAR-Intern Researcher Scholarship Programme.

Keywords: *Rock strength, Schmidt hammer rebound, Siro valley, tectonic geomorphology*

Görünmez Tehdit: Mikroplastiklerin Yeraltı Sularındaki Varoluşu ve Ekosistem Üzerindeki Etkilerine İlişkin Bir Değerlendirme

Invisible Threat: An Assessment of the Presence of Microplastics in Groundwater and Their Effects on Ecosystems

Özay, O. K. (1), Özdemir, A. (1), Yüce G. (1)

(1) Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği, Hidrojeoloji Mühendisliği AnaBilim Dalı Başkanlığı, Ankara (oguzkaan0525@gmail.com)

Öz

Bu çalışma, HİD459 kodlu Hidrojeolojik Tasarım ve Proje I dersi kapsamında konu ile ilgili yapılan literatür araştırmasından yapılan bir derleme niteliğindedir. Mikroplastikler modern yaşamın kaçınılmaz bir çevresel yan ürünü olarak, yeraltı sularından tarım alanlarına, nehirlerden göllere kadar geniş bir coğrafyada tespit edilmiştir. Boyutları 1 µm ile 5 mm arasında değişen bu plastik parçacıklar, özellikle yeraltı sularında ciddi çevresel ve sağlık tehditleri oluşturmaktadır. Birincil kaynaklar arasında ilaç, kozmetik ve plastik ürünlerin doğrudan kullanımı; ikincil kaynaklar arasında ise çevresel etkenlerle plastiklerin parçalanması yer almaktadır. İnsan faaliyetleri, tarım, endüstri, atık su arıtma tesisleri ve çöplükler gibi alanlarda mikroplastiklerin su kaynaklarına ulaşmasında kritik bir rol oynamaktadır.

Yeraltı sularında bulunan mikroplastikler, su kalitesini bozarak ekosistem dengesini tehdit etmektedir. Bu parçacıkların suya karışması, yeraltı suyu ekosistemlerinde besin zincirine dahil olan organizmalara zarar verebilir ve bu durum, ekosistemlerin genel sağlığını olumsuz etkileyebilir. Mikroplastiklerin yüzeylerinde taşıdıkları kimyasallar, ağır metaller ve toksik maddeler, hem ekosistemler üzerinde kalıcı hasara yol açmakta hem de insan sağlığı için önemli riskler barındırmaktadır. Son araştırmalar, mikroplastiklerin genotoksisite, kanserojenlik ve bağışıklık sistemine zarar verme gibi sağlık sorunlarına neden olabileceğini ortaya koymaktadır. Mikroplastiklerin yeraltı sularındaki hareketi, suyun kalitesini bozarak tarım alanlarından insan tüketimine kadar geniş bir etki alanı yaratmaktadır. Bu bağlamda, mikroplastiklerin yeraltı sularındaki varlığını ve etkilerini daha iyi anlamak, sürdürülebilir su yönetimi ve çevre koruma politikalarının geliştirilmesi açısından kritik bir öneme sahiptir.

Anahtar Kelimeler: Mikroplastikler, ekosistem, yeraltı suyu, ağır metaller, su kaynakları

Abstract

This study is a compilation of literature research on the subject within the scope of the Hydrogeological Design and Project I course coded HID459. Microplastics have been identified as an inevitable environmental byproduct of modern life, found across a wide range of environments from groundwater to agricultural fields, and from rivers to lakes. Ranging in size from 1 µm *to 5 mm, these plastic particles pose significant environmental and health threats, particularly in groundwater. Primary sources include the direct use of pharmaceuticals, cosmetics, and plastic products, while secondary sources involve the degradation of plastics due to environmental factors. Human activities, such as agriculture, industry, wastewater treatment facilities, and landfills, play a critical role in the ingress of microplastics into water sources.*

The presence of microplastics in groundwater compromises water quality and threatens ecosystem balance. The introduction of these particles into water can harm organisms within the groundwater ecosystem that are part of the food chain, adversely affecting the overall health of ecosystems. The chemicals, heavy metals, and toxic substances carried by microplastics cause lasting damage to ecosystems and pose significant risks to human health. Recent studies have shown that microplastics can lead to health issues such as genotoxicity, carcinogenicity, and damage to the immune system. The movement of microplastics in groundwater creates a broad impact, degrading water quality from agricultural fields to human consumption. In this context, understanding the presence and effects of microplastics in groundwater is crucial for developing sustainable water management and environmental protection policies.

Keywords: *Microplastics, ecosystem, groundwater, heavy metals, water resources*

Çankırı (Türkiye) Civarındaki Killi ve Kumlu Jipslerin Harç ve Sıva Olarak Kullanıma Uygunluğu

"Suitability of Clayey and Sandy Gypsum Around Çankırı (Turkey) for Use as Mortar and Plaster"

Ali Osman Taş (1), Kıymet Deniz Yağcıoğlu (1-2), Yusuf Kağan Kadıoğlu (1-2), Turgay Beyaz (2-3)

(1) Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye
(2) Ankara Üniversitesi, Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi (YEBİM), Ankara, Türkiye
(3) Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Denizli, Türkiye
(tasaliosman@gmail.comi)

Öz

Harç ve sıva, genellikle çimento veya kireç, kum ve su karışımından oluşan ve inşaat sektöründe en çok kullanılan malzemelerdendir. Harç ve sıva yapımında kullanılan hammaddeler, dünyada birçok doğal ortamda kolaylıkla bulunabilmektedir. Türkiye'deki gölsel havzaların yaygınlığı, bu materyaller için gerekli hammadde teminini kolaylaştırmaktadır. Bu bölgelerdeki doğal çökellerin, az işlem görerek veya işlem görmeden farklı alanlarda hammadde olarak kullanılması büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada, Çankırı civarında geniş bir alana yayılmış sedimanter çökellerin, özellikle Neojen dönemine ait killi ve kumlu jipslerin harç ve sıva olarak kullanılabilirlik potansiyeli incelenmiştir. Bu amaçla, çalışma bölgesinden alınan örnekler üzerinde mineralojik, petrografik (X-Işını Difraksiyonu (XRD) ve Konfokal Raman Spektrometresi (KRS)) ve jeokimyasal analizler (X-Işını Floresans Spektrometresi (XRF)) yanında fiziko-mekanik testler (Adhezyon, Sertlik, Çekme, Isı İletkenliği ve Tek Eksenli Basınç Dayanımı) yapılmıştır. Örneklerin mineralojik analizlerinde, başlıca jips ve az miktarda anhidrit, kalsit, dolomit, ankerit, feldspat ve kil mineralleri tespit edilmiştir. KRS ölçümlerinde, jips mineralinde 1014 cm^{-1}'de güçlü, 1142, 628, 500, 421 ve 189 cm^{-1}'de ise zayıf Raman kaymaları belirlenmiştir. Az miktarda bulunan anhidrit mineralinde ise jipse kıyasla 600, 650, 675 ve 1110 cm^{-1} Raman kaymalarında zayıf pikler gözlenmiştir. Karbonat minerallerinde ise 1093, 407 ve 317 cm^{-1} Raman kaymaları tespit edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda, incelenen örneklerin kimyasal içerikleri CaO %30-40, SO_3 %33-42, SiO_2 %1-20, Al_2O_3 %0-5, Fe_2O_3 %0-2 ve MgO %0-1 arasında değişmiştir. Bilyeli değirmende öğütülen örnekler yüksek sıcaklıkta kalsinasyonla kimyasal tepkimeye hazırlanmıştır. Örnekler 1/3 oranlı olarak su ile karıştırılarak test numuneleri hazırlanmış, testlere uygun kalıplarda kurutulmuştur. 7, 14, 28 ve 90 gün süreyle kurutulan örneklere Türk standardına uygun olarak testler yapılmıştır. 7 günlük kurutulan örnekler üzerinde yapılan tek eksenli basınç dayanımı ve bükülme testlerinde değerler test yapılan cihazın dedektör limitinin altında kalmıştır. Bu durum örneklerin su içeriklerini geçen sürede yeterince kaybedememelerinden kaynaklanmaktadır. 14 ve 28 gün kurutulan örneklerin tek eksenli basınç dayanımı testinde sırasıyla 1.51 MPa ve 1.90 MPa değeri elde edilmiştir. Çankırı bölgesindeki killi ve kumlu jipslerin mineralojik, petrografik, jeokimyasal ve mekanik test sonuçları standartlarla karşılaştırıldığında, bu malzemelerin harç ve sıva olarak kullanılmaya uygun olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çankırı, Harç, Jips, Kil, Kum, Malzeme Araştırma, Sıva.

Katkı Belirtme: Bu çalışma 1919B012325511 numaralı Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) Bilim İnsanı Destek Programları Başkanlığı (BİDEB) tarafından yürütülen 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı kapsamında desteklenmiştir.

Abstract

Mortar and plaster are typically composed of a mixture of cement or lime, sand, and water, making them among the most widely used materials in the construction industry. The raw materials required for producing mortar and plaster are naturally abundant and can be easily sourced from various environments worldwide. The widespread presence of lacustrine basins in Turkey facilitates the availability of these essential raw materials. Utilizing natural deposits in these regions as raw materials with minimal or no processing is of great importance. This study investigated the potential use of sedimentary deposits, particularly Neogene-aged clayey and sandy gypsum, widely distributed in the Çankırı region, as mortar and plaster. For this purpose, mineralogical, petrographic (X-Ray Diffraction (XRD) and Confocal Raman Spectroscopy (CRS)), geochemical (X-Ray Fluorescence Spectroscopy (XRF)), and physico-mechanical tests (Adhesion, Hardness, Tensile Strength, Thermal Conductivity, and Uniaxial Compressive Strength) were conducted on samples collected from the study area. Mineralogical analyses revealed that the samples mainly consist of gypsum, with minor amounts of anhydrite, calcite, dolomite, ankerite, feldspar, and clay minerals. CRS measurements identified strong Raman shifts at 1014 cm^{-1} and weak shifts at 1142, 628, 500, 421, and 189 cm^{-1} in the gypsum mineral. Weak peaks were observed in the anhydrite mineral at 600, 650, 675, and 1110 cm^{-1}, compared to gypsum. Raman shifts at 1093, 407, and 317 cm^{-1} were detected in carbonate minerals. The chemical compositions of the analyzed samples varied within the ranges of CaO 30-40%, SO_3 33-42%, SiO_2 1-20%, Al_2O_3 0-5%, Fe_2O_3 0-2%, and MgO 0-1%. The samples were ground in a ball mill and prepared for chemical reactions through high-temperature calcination. Test specimens were prepared by mixing the samples with water in a 1:3 ratio and drying them in molds suitable for testing. Specimens were tested in accordance with the Turkish standard after being dried for 7, 14, 28, and 90 days. For samples dried for 7 days, the values for uniaxial compressive strength and flexural strength tests were below the detection limit of the testing device. This is due to the fact that the samples did not lose their water content sufficiently over time. A uniaxial compressive strength of 1.51 MPa and 1.90 MPa were obtained for specimens dried for 14 and 28 days, respectively. The results of mineralogical, petrographic, and geochemical analyses, when compared to standard parameters, confirmed that the clayey and sandy gypsum from the Çankırı region is suitable for use as mortar and plaster.

Keywords: *Clay,* Çankırı, *Gypsum, Material Research, Mortar, Plaster, Sand.*

Acknowledgement*: This work was financially supported by the 2209-A University Students Research Projects Support Program, numbered 1919B012325511, implemented by the Scientific and Technological Research Council of Turkey (TÜBİTAK) Scientist Support Programs Directorate (BİDEB).*

Marmara Depremine Hazırlık: Kuzey Anadolu Fayı Üzerinde Deterministik Bir Analiz

Preparing for the Marmara Earthquake: A Deterministic Analysis of the North Anatolian Fault

Süleyman Fatih Buraşoğlu (1), Bahadır Fakı (1), Asude Ayşe Kahvecioğlu (1), Selin Özege (1), Cengiz Zabcı (1)

(1) İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü
(burasoglu20@itu.edu.tr)

Öz

Depremler bir yandan yer yüzünü şekillendirirken diğer yandan insanlık için ciddi tehdit oluşturabilir. Özellikle insanın yerleşik düzene ve kent hayatına geçişinden itibaren depremler, şehirlerin yıkılmasına, nüfusların yer değiştirmesine hatta medeniyetlerin çökmesine yol açmıştır. Bu etkilere karşı koymak ve zararı en aza indirmek çabası 19. yüzyılda modern deprem biliminin ortaya çıkmasına yol açmıştır. Bu kapsamda günümüze kadar süregelen çalışmalar oldukça ilerlemiş olsa da gelecekte gerçekleşmesi muhtemel depremlerin zamanı hala kesin olarak söylenememektedir. Dolayısıyla depremlerin oluşturduğu yıkıcı etkilerden korunabilmek adına geliştirilen en güncel çözüm, deprem tehlikesi taşıyan kentlerin depreme dirençli hale getirilmesi ve yapı güvenliğinin sağlanmasıdır. Tehlikenin belirlenmesi için ilk uygulanacaklar olasılık ve/veya deterministik yaklaşımlarla geliştirilen deprem tehlike analizleridir. Bu çalışma temel olarak, Kuzey Anadolu Fayı (KAF) üzerinde uzun süredir biriken yamulmanın, elastik deformasyonla yol açacağı depremin, özellikle İstanbul iline oluşturduğu tehlikenin belirlenmesi için mevcut deterministik yöntemlerin karşılaştırmasını içerir. Bu doğrultuda farklı Deterministik Sismik Tehlike Analizi (DSHA) yapılarak sonuçlar belirli bir pilot bölge üzerinde test edilecektir. İlk aşamada Marmara Denizi'nde KAF için önerilmiş farklı fay modelleri incelenmiş ve bunların her biri kendi içinde geometrilerine göre sınıflandırılarak 'segment' yapıları belirlenmiştir. Segmentlerin tek tek veya birlikte kırılması ile oluşabilecek farklı deprem senaryoları kurgulanmıştır. Sonraki aşamada ise ilgili literatür taranarak toplamda 14 adet Yer Sarsıntı Tahmini Denklemi (GMPE) derlenmiştir. Bu denklemlerin her biri Marmara Bölgesi'nde 1999 yılından sonra meydana gelmiş bütün deprem kayıtları derlenerek oluşturulan veri havuzu ile çalıştırılmış ve çıkan En Yüksek Yer İvmesi (PGA) değerleri AFAD- TADAS veri tabanında yer alan gerçek ivme değerleri ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen ilksel sonuçlara göre, GMPE ve ölçüm tabanlı PGA değerleri %1 ila %60 arasında değişen oranda farka sahiptir. Bu bulgular GMPE tabanlı sabit olmayıp, istasyon bazlı olarak değişkenlik göstermektedir. Bu değişken farklılık ile ilgili ilksel hipotezimiz, GMPE bağıntılarının içerdikleri parametrelere bağlı olarak, örneğin farklı mesafe ve/veya zemin koşullarına göre güvenilirlik katsayılarının değiştiği yönündedir. Bu hipotez daha büyük bir veri seti ile test edildikten sonra, İstanbul'da seçili bir pilot alan için en uygun GMPE belirlenecek ve olası Marmara Depremi'nde bu bölgede olabilecek PGA değerleri modellenebilecektir.

Anahtar Kelimeler: Jeoloji, Aktif Tektonik, Deprem, İstanbul, Deterministik Sismik Tehlike Analizi (DSHA)

Abstract

Earthquakes, which have long shaped the Earth's surface, also pose a serious threat to humanity. Since the transition of humans to settled and urban life, earthquakes have led to the destruction of cities, the displacement of populations and even the collapse of civilisations. The effort to counter these effects and minimise the damage led to the emergence of modern earthquake science in the 19th century. Despite the considerable progress achieved in this field, the timing and location of future seismic events remain uncertain. Consequently, the most effective strategy to mitigate the destructive consequences of earthquakes is to enhance seismic resilience in urban areas and to ensure building safety. To assess seismic risk, hazard analyses employing probabilistic and/or deterministic approaches are the primary tools utilised. The present study constitutes an investigation into the comparison of extant deterministic methodologies for the determination of the seismic hazard posed by the elastic deformation of long-accumulated shear on the North Anatolian Fault (NAF), with a particular focus on the city of Istanbul. In this regard, a series of Deterministic Seismic Hazard Analyses (DSHAs) will be conducted, and the findings will be assessed in a designated pilot region. Initially, a range of fault models proposed for the NAF in the Sea of Marmara were examined, and their 'segment' structures were determined by classifying each of them according to their geometries. Various earthquake scenarios that may occur with the rupture of the segments individually or collectively were then fictionalised. In the subsequent stage, a total of 14 Ground Shaking Prediction Equations (GMPE) were compiled by conducting a review of the relevant literature. Each of these equations was executed with the data pool created by compiling all earthquake records that occurred in the Marmara Region after 1999, and the Maximum Ground Acceleration (PGA) values were compared with the actual acceleration values in the AFAD-TADAS database. Preliminary results indicate that there is a discrepancy between GMPE and measurement-based PGA values, ranging from 1% to 60%. These findings are not consistent across all stations, but rather vary on a station-by-station basis. Our preliminary hypothesis regarding this variability is that the reliability coefficients of the GMPE correlations vary depending on the parameters they contain, e.g., different distances and/or soil conditions. Subsequent testing of this hypothesis with a more extensive dataset will facilitate the determination of the most suitable GMPE for a designated pilot area in Istanbul. This will then allow the modelling of the PGA values that may occur in this region during a hypothetical Marmara earthquake.

Keywords: *Geology, Active Tectonics, Earthquake, Istanbul, Deterministic Seismic Hazard Analysis (DSHA)*

Depremler ve İklim Değişikliğinin Neden Olduğu Doğal Tehlikelerin Atık Barajlarının Duraylılığı Üzerindeki Etkilerinin Değerlendirilmesi

Assessment of the Effects of Earthquakes and Climate Change-Induced Natural Hazards on the Stability of Tailings Dams

Can Kaplan (1), Okay Tuncay Doru (1), Şeyma Özcan (1), Nazlı Tunar Özcan (1)

(1) Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800 Ankara Türkiye
(cankaplan@hacettepe.edu.tr)

Öz

Metal madenciliğinde cevherin zenginleştirilmesi sürecinde oluşan atıkların yönetimi, madencilik faaliyetlerinin çevresel etkilerini belirleyen temel faktörlerden biridir. Bu kapsamda, atıkların güvenli bir şekilde depolanmasını sağlamak amacıyla maden işletmelerinde atık barajları inşa edilmektedir. Büyük hacimli atıkları kontrol altına alarak çevresel ve toplumsal riskleri en aza indirmeyi amaçlayan atık barajlarının stabilitelerinin korunması kritik bir öneme sahiptir. İklim değişikliğinin etkisiyle meydana gelen düzensiz yağış rejimi ve sıcaklık dalgalanmaları, atık barajlarında su yükünün dengesizleşmesine, baraj gövdesinde erozyona ve malzeme dayanımının azalmasına yol açabilmektedir. Benzer şekilde, sismik olarak aktif bölgelerde meydana gelen depremler, atık barajları üzerinde dinamik yükler oluşturarak duraylılığı olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Bu nedenle, iklim değişikliğinden kaynaklanan tehlikeler ve depremler, atık barajlarının duraylılığını doğrudan tehdit eden en önemli tehlikeler arasında yer almaktadır.

Bu çalışmada, iklim değişikliği ve depremlerin atık barajlarının duraylılığı üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, geçmişte meydana gelen atık barajı duraysızlıklarına ilişkin veriler toplanarak atık malzemesi özellikleri, baraj yüksekliği, inşa yöntemi, yenilme nedenleri ve mekanizmalarını içeren kapsamlı bir veri tabanı oluşturulmuştur. Bu veri tabanı istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Buna göre, 2010 yılından itibaren duraysızlık sayısında azalma görülmesine rağmen duraysızlık sonucunda çevreye yayılan atık hacminin arttığı anlaşılmaktadır. 1915-2025 yılları arasında depremler nedeniyle dünya genelinde toplam 234 atık barajı duraysızlığa uğramıştır. Atık barajlarında meydana gelen duraysızlıklar incelendiğinde, en yaygın yenilme mekanizmalarının deprem etkisi, üstten aşma ve şev duraysızlığı olduğu görülmektedir.

Veri tabanının incelenmesinin yanı sıra, iklim değişikliği ve depremlerin atık barajı duraylılığı üzerindeki etkileri, belirli girdi parametrelerindeki değişimlere karşı bir modelin veya sistemin çıktılarının tepkisini analiz etmeye yönelik bir yöntem olan duyarlılık analizi ile değerlendirilmiştir. Öncelikle temsilî bir atık barajı profili belirlenmiş ve farklı büyüklüklerdeki deprem yüklerini, aşırı yağışların neden olabileceği değişen su seviyelerini ve buna bağlı olarak baraj gövdesinde gelişebilecek erozyon sonucunda makaslama dayanımının azalmasını içeren çeşitli senaryolar oluşturulmuştur. Limit-denge yaklaşımı esas alınarak söz konusu atık barajı profili için senaryolara göre güvenlik katsayıları hesaplanmıştır. Buna göre, iklim değişikliği ve depremlerin atık barajlarının duraylılığı üzerinde olumsuz yönde etkiye neden olduğu açıkça görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Atık barajı, şev duraylılığı, iklim değişikliği, deprem, çevre güvenliği.

Abstract

The management of tailings generated during the ore beneficiation process in metal mining is one of the key factors determining the environmental impacts of mining activities. In this context, tailings dams are constructed in mining operations to ensure the safe storage of tailings materials. These structures are designed to control large volumes of tailings while minimizing environmental and societal risks. Maintaining the stability of tailings dams is therefore of critical importance. The effects of climate change, including increased extreme precipitation and temperature fluctuations, can lead to an imbalance in the water load, erosion of the dam body, and a reduction in material strength. Similarly, earthquakes occurring in seismically active regions impose dynamic loads on tailings dams, adversely affecting their stability. Consequently, hazards resulting from climate change and earthquakes are among the most significant dangers that directly threaten the stability of tailings dams.

This study aims to evaluate the effects of climate change and earthquakes on the stability of tailings dams. For this purpose, historical cases of tailings dam failures were compiled, and a comprehensive database was created, including information on tailings material properties, dam height, construction method, failure causes, and mechanisms. This database was statistically analyzed, revealing that while the number of failures has decreased since 2010, the volume of waste released into the environment as a result of failures has increased. Between 1915 and 2025, a total of 234 tailings dams worldwide have failed due to earthquakes. An analysis of tailings dam failures indicates that the most common failure mechanisms are seismic loading, overtopping, and slope instability.

In addition to examining the database, the effects of climate change and earthquakes on tailings dam stability were evaluated using sensitivity analysis, a method that assesses how variations in specific input parameters influence the output of a model or system. A representative tailings dam profile was first generated, and various scenarios were developed, incorporating different magnitudes of seismic loading, fluctuating water levels due to extreme precipitation, and the resulting reduction in shear strength caused by erosion in the dam body. Based on the limit equilibrium approach, safety factors were calculated for the representative tailings dam under these scenarios. The results clearly demonstrate that climate change and earthquakes have an adverse impact on the stability of tailings dams.

Keywords: *Tailings dam, slope stability, climate change, earthquake, environmental safety.*

GELECEĞİN YERBİLİMCİLERİ OTURUMU

Future Geoscientists Session

Dilek KARAPINAR, Kaan SAYIT, Nazlı TUNAR ÖZCAN, Alaettin TUNCER

Poster Sunumlar/*Poster Presentations*

Batı Anadolu'nun Genişlemeli Tektoniği ile İlişkili Ege Bölgesi Sularında Arsenik Kirliliği: Nedenler, Etkiler ve Öneriler

Arsenic Pollution in Aegean Region Waters Related to Extensional Tectonics of Western Anatolia: Causes, Effects and Recommendations

Abdulsamet Ulaş (1), Deniz Anıl Aymutlu (2), Emirhan Kılıç (2), Enes Ulaş (3)

(1) Dokuz Eylül Üniversitesi, Coğrafya Öğretmenliği Bölümü, İzmir
(2) İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İstanbul
(3) Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara
(Email: abdulsamet.ulas@ogr.deu.edu.tr)

Öz

Batı Anadolu, genişlemeli tektonik rejimin etkisi altında bulunan aktif bir deformasyon bölgesidir. Bu rejim, Kuzey-Güney yönlü gerilmenin kontrolünde gelişmekte olup, bölgenin tektonik evriminde belirleyici bir rol oynamaktadır. Anadolu Levhası'nın batıya hareketi ve bu harekete bağlı olarak oluşan gerilme rejimi, Doğu-Batı uzanımlı graben sistemlerinin gelişmesine neden olmuştur. Bu süreçler, Batı Anadolu'daki güncel deformasyonun temel dinamiklerini oluşturmaktadır.

Aktif tektonik süreçler, normal bileşenli faylarla kontrol edilen kırık sistemlerinin oluşumuna zemin hazırlayarak, yer altı suyu akışının jeokimyasal özelliklerini önemli ölçüde etkilemiştir. Bu tektonik hareketlilik, aynı zamanda bölgedeki su kaynaklarının mineral içeriğini değiştirmekte ve çeşitli kirleticilerin dolaşımını etkilemektedir. Bu bağlamda, Ege Bölgesi'nde gözlenen arsenik kirliliği, hem doğal hem de beşeri faktörlerden kaynaklanmaktadır. Doğal nedenler arasında jeotermal ve volkanik aktiviteler ön plandadır. Büyük Menderes ve Gediz grabenlerindeki aktif jeotermal sistemler, sıcak suların arsenik içeren mineralleri çözmesine ve arsenik salınımının yer altı ve yüzey sularına karışmasına neden olmaktadır.

Tarımda gübre ve pestisit kullanımı, madencilik ve sanayi gibi insan kaynaklı faaliyetler ise beşeri sebepler arasına girmektedir. İçme ve sulama sularındaki arsenik seviyelerinin Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Türkiye standartlarının üzerinde olması, halk sağlığını ve çevresel sürdürülebilirliği ciddi şekilde tehdit etmektedir. Uzun süreli arsenik maruziyeti cilt hastalıkları, solunum sorunları ve kanser gibi sağlık problemlerine neden olmaktadır.

Bu çalışmada, tektonik süreçlerin arsenik kirliliği üzerindeki etkileri sistematik bir şekilde incelenmiş ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) programları kullanılarak çeşitli parametrelerle birlikte kirliliğin mekânsal dağılımı haritalanmış ve istatistiksel analizler gerçekleştirilmiştir. Tektonik rejimin karakteri, özellikle normal faylanma ile ilişkili jeotermal akışkan dolaşımını etkileyerek arsenik mobilizasyonunu şekillendirebilir. Bu bağlamda, farklı tektonik sistemlerin (örneğin, transtansiyonel ve transpresyonel) arsenik kirliliği üzerindeki etkileri de değerlendirilmiştir.

Arsenik kirliliği gibi küresel ölçekte kritik öneme sahip bir sorunun çözümüne yönelik araştırmalar, hem çevresel sürdürülebilirliği sağlamada hem de toplum sağlığını korumada büyük bir rol oynayacaktır. Bu bağlamda, arsenik kirliliğinin halk sağlığı ve ekosistem üzerindeki etkilerini minimize etmek için çeşitli önlemler alınması gerekmektedir. Riskli bölgelerde modern su arıtma teknolojilerinin kullanımı, denetimlerin artırılması ve bölgeye özgü düzenlemelerin yapılması, bölgede yaşayan canlıların sağlığı açısından büyük önem taşımaktadır. Bu çalışma, Birleşmiş Milletler'in (BM) Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri'nden "Sağlık ve Kaliteli Yaşam" (Hedef 3), "Temiz Su ve Sanitasyon" (Hedef 6) ve "Sudaki Yaşam" (Hedef 14) doğrultusunda bölgenin su kaynaklarının korunmasına yönelik önemli adımlar atılmasına ışık tutmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Arsenik, **çözüm stratejileri, Ege Bölgesi,** sağlık etkileri, su kirliliği.

Abstract

Western Anatolia is an active deformation region under the influence of the extensional tectonic regime. This regime develops under the control of North-South tension and plays a decisive role in the tectonic evolution of the region. The westward movement of the Anatolian Plate and the stress regime resulting from this movement have led to the development of East-West oriented graben systems. These processes constitute the basic dynamics of the current deformation in Western Anatolia.

Active tectonic processes have significantly affected the geochemical characteristics of groundwater flow, paving the way for the formation of fracture systems controlled by normal faults. This tectonic movement also changes the mineral content of water resources in the region and affects the circulation of various pollutants. In this context, arsenic pollution observed in the Aegean Region is caused by both natural and human factors. Among natural causes, geothermal and volcanic activities are at the forefront. Active geothermal systems in the Büyük Menderes and Gediz grabens cause hot waters to dissolve arsenic-containing minerals and release arsenic into underground and surface waters.

Human-related activities such as the use of fertilizers and pesticides in agriculture, mining and industry are among the human causes. The fact that arsenic levels in drinking and irrigation water are above the World Health Organization (WHO) and Türkiye standards seriously threatens public health and environmental sustainability. Long-term arsenic exposure causes health problems such as skin diseases, respiratory problems and cancer.

In this study, the effects of tectonic processes on arsenic pollution were systematically examined and the spatial distribution of the pollution was mapped with various parameters using Geographic Information Systems (GIS) programs and statistical analyses were carried out. The character of the tectonic regime can shape arsenic mobilization, especially by affecting geothermal fluid circulation associated with normal faulting. In this context, the effects of different tectonic systems (e.g. transtensional and transpressional) on arsenic pollution have also been evaluated.

Investigations on solving the problem of arsenic pollution, which is of critical importance on a global scale, will play a major role in both ensuring environmental sustainability and protecting public health. In this context, various precautions need to be taken to minimize the effects of arsenic pollution on public health and ecosystem. The use of modern water purification technologies in risky areas, increasing inspections and making region-specific regulations are of great importance for the health of the living beings in the region. This study sheds light on taking important steps to protect the region's water resources in line with the United Nations (UN) Sustainable Development Goals: "Health and Quality Life" (Goal 3), "Clean Water and Sanitation" (Goal 6) and "Life Above Water" (Goal 14).

Keywords: *Arsenic, solution strategies, Aegean Region, health effects, water pollution.*

Yapay Zekanın Yer Bilimlerine Entegre Edilmesi; 6 Şubat 2023 Depremleri Sonrası Oluşan Yüzey Kırıklarının Makine Öğrenimi ile Tespiti

Integration of Artificial Intelligence into Earth Sciences; Detection of Surface Ruptures Formed After 6 February 2023 Earthquakes Using Machine Learning

Deniz Anıl Aymutlu (1), Burak Can Çelikci (2), Süleyman Fatih Buraşoğlu (1), Emirhan Kılıç (1), Muhammet Öztemur (1), Berker Yücesan (1), Orkan Özcan (3), Cengiz Yıldırım (3)

(1) İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü
(2) İstanbul Üniversitesi – Cerrahpaşa, Jeoloji Mühendisliği Bölümü
(3) İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü
(aymutlu21@itu.edu.tr)

Öz

Bu çalışma, 6 Şubat 2023 tarihinde merkez üssü Kahramanmaraş, Türkiye olan ve büyüklükleri sırasıyla 7,8 ve 7,6 (Mw) olarak ölçülen iki büyük depremin etkilerini incelemektedir. Bu sismik olaylar, birçok can kaybına ve ciddi yıkımlara yol açmıştır. Depremler sonucunda meydana gelen geniş çaplı yüzey kırıkları, yaklaşık 700 km boyunca uzanan Doğu Anadolu Fay Zonu boyunca 400-450 km kadar mesafede etkili olmuştur ve bu araştırmada kullanılmıştır. Bu çalışma, makine öğrenmesi ve yapay zeka tekniklerini yer bilimleri ile entegre ederek yüzey kırıklarını yüksek doğrulukla tespit etmeyi amaçlamaktadır. Veri toplama süreci, 5 cm/piksel çözünürlüğünde görüntü sağlayan DJI Matrice 300 RTK insansız hava aracı (İHA) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen İHA görüntüleri üzerinde yüzey kırıkları manuel olarak işaretlenmiş ve Python komutu kullanılarak kırık içermeyen bölgeler siyah maskeleme tekniği ile ayrıştırılmıştır. Bu ön işleme adımı, makine öğrenmesi algoritmalarının yüzey kırıklarını etkin bir şekilde tanımlamasını sağlamıştır. Makine öğrenmesi alanında yaygın olarak kullanılan TensorFlow yazılım kütüphanesi, manuel olarak etiketlenmiş yüzey kırığı görüntülerini temel alarak bir eğitim modeli oluşturmak için kullanılmıştır. Model, maliyet fonksiyonunu 0,15 seviyesine kadar minimize etmeyi başarmıştır. Ancak, görüntülerde siyah (kırık içermeyen) alanların beyaz (kırık içeren) alanlara kıyasla baskın olması nedeniyle modelin kararlılığında bazı sorunlar gözlemlenmiştir. Model doğruluğunun artırılması için veri kümesinin genişletilmesi ve çeşitli iyileştirme tekniklerinin uygulanması gerekmektedir. Bu çalışma, yapay zekanın deprem kaynaklı yüzey kırıklarının haritalanmasında hızlı ve hassas bir şekilde kullanılabileceğini ortaya koymaktadır. Geliştirilen modelin, deprem müdahale süreçleri ve tehlike analizlerinde kritik bir rol oynaması beklenmektedir. Bu araştırma, Earth3Bee Laboratuvarı tarafından desteklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Jeoloji, Yüzey Kırığı, Deprem, Makine Öğrenimi

Abstract

This study examines the two devastating earthquakes that struck on February 6, 2023, with epicenters in Kahramanmaraş, Türkiye, and magnitudes of 7.8 and 7.6 (Mw). These earthquakes resulted in extensive loss of life and severe destruction. The widespread surface ruptures triggered by the earthquakes affected a vast region along the East Anatolian Fault Zone, spanning approximately 700 km but only the data of 400 km has been used in this survey. The primary objective of this project is to apply and integrate machine learning and artificial intelligence (AI) in to Earth Sciences and to accurately detect surface ruptures. Data collection was conducted using a DJI Matrice 300 RTK drone, capturing images at a resolution of 5 cm per pixel. Surface ruptures were manually marked using the drone images, and a Python script was constructed in order to mask unruptured areas in black which enabled a successful differentiation of surface ruptures for the application of machine learning algorithms. TensorFlow, a widely used machine learning software library, was utilized to develop a training model based on manually annotated images of surface ruptures. The model achieved a minimized cost of 0.15. However, instability was observed due to the overwhelming dominance of black (non-ruptured) regions compared to white (ruptured) regions in the dataset. This study highlights the potential of AI to be integrated rapidly and accurately into Earth Sciences for mapping the surface ruptures caused by earthquakes. To improve model accuracy, further refinements are required, including dataset augmentation. The development of this model is expected to be instrumental in earthquake response and hazard analysis. This study is supported by the Earth3Bee Laboratory.

Keywords: *Geology, Surface rupture, Earthquake, Machine Learning,*

GEZEGEN JEOLOJİSİ OTURUMU

Planetary Geology Session

Nurgül ÇELİK BALCI

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

Levha Tektoniksiz Venüs'te Koronalar Nasıl Gelişti?

How Coronae on Venus are Formed without Plate Tectonics?

Oğuz Hakan Göğüş (1), Oğuzcan Karagöz (2), Açelya Ballı Çetiner (1), Ömer Bodur (3), Özge Dinç Göğüş (4)

(1) Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, ITU, Ayazağa-İstanbul
(2) Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften – Geologie, Albert-Ludwigs-Universita ̈t Freibur, Freiburg, Germany
(3) Department of Sustainable Earth Systems Sciences, The University of Texas at Dallas, Richardson, TX, USA,
(4) Jeoloji Mühendisliği Bölümü, ITU, Ayazağa-İstanbul
(goguso@itu.edu.tr)

Öz

Venüs özellikle magmatik, topoğrafik ve tektonik özellikleri bakımından Dünya ile pek çok jeolojik süreçlerde benzerlikler göstermektedir. Ancak Venüs'teki levha tektoniğine dair kanıtlar çok sınırlıdır. Venüs'ün yüzeyi 1 Ga'dan daha eski değildir ve bu, Venüs'teki kayaç döngüsü ve yer yüzeyinin gelişim süreçlerinin daha net anlaşılmasını gerektirir. Bu çalışmada; levha tektoniği olmadan gelişen jeodinamik süreçlerin nasıl değişken jeolojik-morfolojik yapılar ortaya koyduğunu açıklamak için Venüs'teki Koronaların kökenleri araştırılmaktadır. Koronalar; volkano-tektonik dairesel yapılardır ve kırık halka yüzdesine göre tip-1 ve tip-2 olarak kategorize edilerek, eksen botunca simetrik ve asimetrik topografik geometrilere sahiptir. Ayrıca birkaç modelleme çalışması dışında, 3 boyutlu korona oluşumu süreçleri henüz yeterince iyi anlaşılamamıştır. 3 boyutlu uygun ölçekli laboratuvar deneylerinin kullanıldığı bu çalışmada, 700 x 900 km çapa sahip Atahensik koronasının topografik ve tektonik özelliklerinin nasıl oluştuğunu gösteren modeller ortaya konmaktadır. Sonuçta, damlayan kıtalar mekanizmasının; Korona merkezindeki itki-kıvrım kuşağına benzer sıkışma yapılarına neden olduğu, ve eşzamanlı olarak kenarlarda dairesel/kavisli genişleme tektoniği (normal fay) oluşturduğu gözlenmektedir. Taşkürenin aşağıya doğru akması aynı zamanda model yüzeyinde dünyadakine benzer oroklinal bir bükülmeyi de temsil eder. Bu çalışma, okyanusal ve kıtasal yitim, kıta-kıta çarpışması gibi levha tektoniği ile ilişkili jeolojik aktiviteler olmadan, Venus'te aktif volkanların ve özellikle Koronaların manto sorgucu ve kıtaların yerçekimi etkisiyle damlaması modeli ile açıklanabileceğini ortaya koymaktadır. Bahsi geçen "düşey" levha tektoniği, yeryuvarındaki orojenik döngülerin gelişimi sırasında, özellikle magmatizma ve dağ oluşumları için sıklıkla atfedilen ancak üzerinde fazla durulmayan önemli bir jeodinamik süreçtir.

Anahtar Kelimeler: Korona, levha tektoniği, Venus.

Abstract

Venus, particularly in terms of its magmatic, topographic, and tectonic features, shares many similarities with Earth in various geological processes. However, there is very limited evidence supporting the existence of plate tectonics on Venus. The surface of Venus is no older than 1 billion years, which necessitates a more detailed understanding of its rock cycle and resurfacing history. This study explores the origins of the Coronae on Venus to explain how geodynamic processes, which evolved without plate tectonics, have led to the formation of distinct geological and morphological features. Coronae are volcanic-tectonic circular structures, classified as type-1 and type-2 based on the percentage of fracture rings, and they display both symmetric and asymmetric topographic patterns. Furthermore, while some modeling studies exist, the 3D formation process of Coronae is still not well understood. In this study, scaled laboratory experiments with a 3D setup are used to model the formation of the topographic and tectonic features of the Atahensik corona, which measures 700 x 900 km. The results suggest that the "dripping" continent mechanism creates convergent structures resembling a fold-thrust belt at the center of the corona, while extensional tectonics (normal faulting) form circular or curved structures along the edges. The downward flow of the lithosphere is also found to represent oroclinal bending on the model surface, similar to the bending observed on Earth. The study suggests that, without the geological activities typically associated with plate tectonics (such as oceanic or continental subduction and continent-continent collisions), the presence of active volcanoes and especially Coronae on Venus can be explained through a model involving mantle plume dynamics and gravitational instabilities of the continents. The "vertical" plate tectonics referenced in this context is an important geodynamic process, often linked with magmatism and mountain building during the development of orogenic cycles on Earth, but it is often overlooked.

Keywords: *Coronae, plate tectonics, Venus.*

Mayıs 2024 Gannon Süper Fırtınası: Güneş Kaynaklarından Yeryüzü Etkilerine

May 2024 Gannon Superstorm: From Solar Origins to Terrestrial Effects

Elif Çiftçi (1), Özlem Hacıoğlu (2), Cengiz Çelik (3)

(1) Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, Jeofizik Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye
(2) Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Trabzon, Türkiye
(3) Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi İznik Deprem Zararlarının Azaltılması Merkezi, Bursa, Türkiye
(elif.tolak@bogazici.edu.tr)

Öz

10-11 Mayıs 2024 tarihlerinde, son yılların en güçlü jeomanyetik fırtınalarından biri tüm dünyayı etkisi altına almıştır. Güneş'in aktif bölgesi (AR 13664) kaynaklı gezegenler arası koronal kütle atımları (ICME), Dünya'ya doğru yönelen yoğun güneş enerjili parçacıkların taşınmasına neden olmuştur. Yoğun güneş patlamalarının tetiklediği bu fırtına, Kp indeksinde en yüksek seviye olan 9'a ulaşmış ve olağan yüksek enlem bölgelerinin ötesinde aurora oluşumlarına yol açmıştır. Fırtınanın bu benzeri görülmemiş şiddeti, özellikle orta ve düşük enlemlerde etkili olan uzay hava olaylarının geniş kapsamlı etkilerini anlamak amacıyla yer tabanlı gözlemevlerinde jeomanyetik değişimlerin izlenmesinin önemini vurgulamaktadır. Bu çalışmada, Kuzey Yarımküre'deki orta enlemlerde (30°-60°K) bulunan gözlemevlerinden elde edilen jeomanyetik veriler kullanılarak G5 seviyesindeki Gannon Fırtınası analiz edilmiştir. Bu analizde ani fırtına başlangıçları (SSC'ler), Bozulma Fırtına-Zaman (Dst) indeksindeki uzun süreli negatif sapmalar ve yerel manyetik dalgalanmalar gibi jeomanyetik değişimler incelenmiştir. Ayrıca, auroral elektrojet gücündeki artışlar ve jeomanyetik bozuklukların asimetrik dağılımı, fırtına sırasında iyonosferik ve manyetosferik süreçlerin mekansal ve zamansal evrimine ilişkin önemli bilgiler sunmaktadır. Elde edilen bulgular, bu tür güçlü jeomanyetik fırtınaların etkilerinin mekansal farklılıklarını ve zamansal eşzamanlılıklarını ortaya koyarken, orta enlem gözlemevlerinin aşırı jeomanyetik olaylar sırasında iyonosferik ve manyetosferik tepkileri anlamada kritik bir role sahip olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Auroralar, güneş rüzgârları, jeofizik, jeomanyetik alan, jeomanyetik fırtınalar, uzay havası

Abstract

On May 10-11, 2024, one of the most powerful geomagnetic storms in recent years impacted the entire globe. Interplanetary Coronal Mass Ejections (ICMEs) originating from the Sun's active region (AR 13664) directed intense solar energetic particles toward Earth. Triggered by intense solar flares, this storm reached the highest level on the Kp index, 9, and caused auroral expansions visible far beyond the typical high-latitude regions. The unprecedented intensity of the storm highlights the importance of monitoring geomagnetic disturbances with ground-based observatories, particularly to understand the broad impacts of space weather events at mid and low latitudes. In this study, geomagnetic data from observatories located at mid-latitudes (30°-60°N) in the Northern Hemisphere were used to analyze the G5-class Gannon Storm. This analysis focused on geomagnetic variations, including sudden storm commencements (SSCs), prolonged negative deviations in the Disturbance Storm-Time (Dst) index, and localized magnetic fluctuations indicating intensified ionospheric currents. Additionally, increases in auroral electrojet strength and the asymmetric distribution of geomagnetic disturbances provided critical insights into the spatial and temporal evolution of ionospheric and magnetospheric processes during the storm. The findings highlight the spatial variability and temporal simultaneity of the storm's impacts, emphasizing the critical role of mid-latitude observatories in capturing ionospheric and magnetospheric responses during extreme geomagnetic events.

Keywords: *Auroras, geophysics, geomagnetic field, geomagnetic storms, solar winds, space weather.*

Diatomların Salda Gölü Karbonat Çökellerindeki Etkileri: Deneysel Setler ile Biyojenik EtkininAraştırılması

Effects of Diatoms on Salda Lake Carbonate Precipitations: Investigation of Biogenic Ef ects with ExperimentalSets

Egemen Sönmez (1), Orkun Demiraran (1), Nurgül Çelik Balcı (1)

(1) Istanbul Technical University, Faculty of Mines, Department of Geological Engineering, Istanbul, Turkey (sonmeze21@itu.edu.tr)

Öz

Salda Gölü, Burdur'un Yeşilova ilçesinde yer alan, 184 metre derinliğe sahip, magnezyumca zengin ve alkali bir tatlı su gölüdür. Göl kıyılarında bulunan aktif hidromanyezit mikrobiyalitleri, biyojenik ve abiyojenik süreçlerin etkisiyle oluşmaktadır. Mikrobiyalitlerdeki mikroorganizmalar, hücre dışı polimerik madde (EPS) üreterek karbonat çökelimine katkı sağlarlar. EPS'yi oluşturan organik maddeler fonksiyonel grup adı verilen çeşitli bağ yapıcı bileşikler ile katyonları bağlayarak çökelime neden olacak ortamı oluştururlar. Diatomlar ve siyanobakteriler ise yoğun miktarda EPS üreten organizmalar olarak bu süreçte önemli rol oynar. Karbonat yapılarının oluşumunda rol oynayan mikrobiyal aktivasyon, bu yapılarda mikrobiyal etkiye dair izler bırakır.

Bu proje kapsamında çökelmede rolü olan diatomların ve diğer mikroorganizmaların karakterizasyonu ve karbonat çökelimindeki rollerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, aktif olarak büyüyen mikrobiyalit örneklerinden toplanan biyofilmler, 18°C'de Diatom Besiyeri içerisinde büyütüldü. Kültürler, görünür yeşil-kahverengi diatom kolonilerinin oluşumu gözlemlenene kadar sıcaklığı ayaralanmış bir shaker cihazında inkübe edildi. Mikroorganizmaların oluşturduğu koloniler ışık mikroskobunda incelendiğinde morfolojik özelliklerine göre Navicula ve Synedra diatom cinsleri baskın iken, Naviculaceae ve Fragilariaceae diatom familyaları tespit edilmiştir. Bunun yanında, kokus ve ipliksi morfolojide siyanobakteriler saptanmıştır.

2 farklı Diatom besiyeri ve steril, filtrelenmiş Salda Gölü suyu kullanılarak biyotik ve abiyotik setler hazırlanmıştır. Hazırlanan deney setlerinin sonucunda mikrobiyal aktivite varlığındaki setlerde gözlemlenen çökellerin abiyotik setlerden farklılaşması beklenmektedir. Elde edilecek çökeltiler birbirleri ve araziden elde edilmiş olanlarla jeokimyasal ve mineralojik özellikler açısından karşılaştırılacaktır. Çalışmanın bulguları, Mars yüzeyinde gözlemlenen magnezyum karbonatların çökelimini etkileyen potansiyel biyojeokimyasal süreçlerin de anlaşılmasına katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Diatom, karbonat çökelimi, mikrobiyalit, Salda Gölü, siyanobakteri.

Abstract

Salda Lake, located in the Yeşilova district of Burdur, is a freshwater lake with a depth of 184 meters, rich in magnesium, and characterized by an alkaline environment. The active hydromagnesite microbialites found along the shores of the lake are formed through the influence of both biogenic and abiogenic processes. Microorganisms in these microbialites contribute to carbonate precipitation by producing extracellular polymeric substances (EPS). The organic matter in EPS creates a medium conducive to precipitation by binding cations with various bonding compounds known as functional groups. Diatoms and cyanobacteria, which produce significant amounts of EPS, play a critical role in this process. Microbial activation involved in forming carbonate structures leaves traces of microbial influence within these structures.

This project aims to characterize diatoms and other microorganisms involved in precipitation and investigate their roles in carbonate precipitation. For this purpose, biofilms collected from actively growing microbialite samples were cultivated in Diatom Medium at 18°C. The cultures were incubated in a temperature-controlled shaker until the visible formation of green-brown diatom colonies was observed. When the colonies formed by microorganisms were examined under a light microscope, the dominant diatom genera identified were Navicula and Synedra, while the families detected were Naviculaceae and Fragilariaceae. Additionally, coccoid and filamentous cyanobacteria were observed.

Biotic and abiotic setups were prepared using 2 dif erent Diatom Medium and sterile, filtered Salda Lake water. The precipitates observed in the setups with microbial activity are expected to dif er from those in the abiotic setups. The precipitates obtained will be compared in terms of their geochemical and mineralogical properties, both with each other and with those collected from field studies. The findings of this study will also contribute to understanding the potential biogeochemical processes influencing the precipitation of magnesium carbonates observed on the surface of Mars.

Keywords: *Carbonate precipitation, cyanobacteria, diatom, microbialite, Lake Salda.*

GEZEGEN JEOLOJİSİ OTURUMU

Planetary Geology Session

Nurgül ÇELİK BALCI

Poster Sunumlar/*Poster Presentations*

Magnezyum Karbonat Çökellerinin Biyoiz Koruma Potansiyellerinin Mikroskobik Yöntemlerle Tayini: Salda Gölü Örneği

Microscopic Investigation of Biosignature Preservation Potential in Magnesium Carbonate Deposits: A Case Study from Lake Salda

Yagmur Güneş (1), Matthew J. Baldes (2), Tanja Bosak (2), Nurgul Balcı (1,3)

(1) İTÜ Jeomikrobiyoloji ve Biyjeokimya Laboratuvarı, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Maden Fakültesi
(2) The Department of Earth, Atmospheric and Planetary Sciences, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA, USA
(3) Department of Geology, University of Georgia, Athens, GA, USA
(gunesya@itu.edu.tr)

Öz

Jezero Krateri'nde tespit edilen magnezyumca zengin karbonatlı mineraller, bu tür çökellerin incelenmesine öncülük etmiştir. Salda Gölü, Jezero Krateri'ne en çok benzeyen analog ortam olarak kabul edilmekte ve gölde oluşan hidromanyezit mineralleri çeşitli yapılarda gözlemlenmektedir. Öne çıkan karbonatlı yapılar arasında mikrobiyalitler, hidromanyezit kumları ve teras çökelleri yer almaktadır.

Mikrobiyalitlerin jeomikrobiyolojik özellikleri incelenmiş olsa da karbonat çökellerinin organik sinyalleri barındırma potansiyeli kapsamlı şekilde ele alınmamıştır. Bu çalışma, Salda Gölü'nden toplanan çökelleri ileri mikroskobik tekniklerle analiz eden ilk çalışma olup, radyojenik karbon analiziyle çökellerin zamansal ilişkilerini açıklamaktadır.

Taze mikrobiyalit örneklerinde yapılan EDS analizleri, organik karbonun ve kükürtün özellikle birlikte bulunduğu bölgeler olduğunu göstermiştir. Ancak, kükürt sinyali yarı fosilleşmiş örneklerde ve sahil çökellerinde tespit edilmemiştir. İnce kesit örnekleri üzerinde yapılan EPMA haritalama analizleri, yarı fosil örneklerde Ca sinyalinin korunduğunu ve genellikle iğnemsi kristal yapılar olarak görüldüğünü göstermiştir. Raman mikroskobisi ile bu mineraller, aragonit (□705 cm^{-1}, 1087 cm^{-1}) olarak tanımlanmıştır. Hidromanyezit kumu örneklerinde de benzer şekilde güçlü Ca sinyalleri elde edilmiştir. Tüm örneklerde Ca ile Mg arasında mekânsal olarak ters korelasyon gözlemlenmiştir. Bu durum, aragonit iğnelerinin boşluklarda geliştiğine ve uzun süre korunduğuna işaret etmektedir. EPMA element haritaları, Na ve Si sinyallerini hem taze/fosil mikrobiyalit örneklerinde hem de hidromanyezit kumlarında göstermiştir. Na ve Mg birlikte bulunurken, saçınımlı olarak görülen Si'nin göl çevresindeki silikatlı kayaç taneleri şeklinde karbonat yapılara katıldığı düşünülmüştür. Raman ile oluşturulan haritalarla, mikro filament ve pıhtı dokuların bulunduğu bölgeler incelenmiştir. Taze mikrobiyalit örneklerinde hidromanyezit (□1113 cm^{-1}, 3643 cm^{-1}), aragonit, karotenoid (□1150 cm^{-1}, 1500 cm^{-1}) ve D-G organik bandı (□1380 -1560 cm^{-1}) sinyalleri tespit edilmiştir. Aynı organik sinyaller, hidromanyezit kumlarında ve fosil mikrobiyalitlerde de görülmüştür. Karotenoid sinyallerinin fosil mikrobiyalitlerde de korunmuştur.

Radyokarbon yaşanalizi sonucunda; taze mikrobiyalit örneklerinden göl suyu seviyesinden 15 metre derinden alınan örnek 68 ± 27, yüzeyden alınan bir diğer örnek ise 149 ± 26 yıl BP radyokarbon yaşında tayin edilmiştir. Yarı fosil örnekler (n=2) 489 ± 27 ve 167 ± 26, karbonat teraslarından alınan örnek 872 ± 26, hidromanyezit kumu örneği ise 572 ± 26 yıl BP radyokarbon yaşında bulunmuştur.

Mikroskobik veriler, mikrobiyalitler ile sahil çökelleri arasında kökensel benzerlik olduğunu göstermektedir. Mikrobiyalitlerde tespit edilen organik sinyallerin fosil örnekler ve sahil kumlarında da bulunduğu belirlenmiştir. Yaş analizleri, sahil çökellerinin mikrobiyalitlerden daha eski olduğunu ve bu kumların oluşumunda mikrobiyalitlerin mekanik ayrışmasının etkili olabileceğini göstermektedir. Bu sonuçlar, Salda Gölü karbonatlarının biyoizleri barındırma ve koruma potansiyelini vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Biyoiz hidromanyezit, mikrobiyalit, organik sinyal, Raman spektroskobisi.

Abstract

Magnesium-rich carbonate minerals identified in Jezero Crater on Mars have spurred detailed investigations into analogous sedimentary environments. Lake Salda in Burdur, Turkey, is considered the closest terrestrial analog to Jezero Crater. Hydromagnesite minerals in and around the lake are observed in various forms, including stromatolitic-trombolitic microbialites found at depths of 1–15 meters, hydromagnesite sands, and terrace deposits along the shoreline.

While the geomicrobiological properties and formation mechanisms of microbialites have been addressed in previous studies, the potential of carbonate deposits to preserve and host organic signals remains largely unexplored. This study examines contemporary and fossil microbialites, as well as shoreline sediments from Lake Salda, using advanced microscopic techniques (Raman spectroscopy, SEM, EDS, EPMA). Additionally, radiocarbon dating of representative samples elucidates temporal relationships among deposits.

EDS analyses of fresh microbialites revealed regions where organic carbon and sulfur co-occurred, whereas sulfur signals were absent in sub-fossil samples and shoreline deposits. EPMA mapping indicated the preservation of calcium signals in sub-fossilized samples, typically in needle-like crystal structures identified as aragonite (□705 cm^{-1}, 1087 cm^{-1}) via Raman spectroscopy. Hydromagnesite sand samples also exhibited strong calcium signals. Spatially inverse correlations between calcium and magnesium were observed across all samples, suggesting the formation and long-term preservation of aragonite needles in void spaces. EPMA maps also showed sodium and silicon signals in both microbialite and hydromagnesite sand samples. The presence of silicon, appearing as dispersed grains, is attributed to silicate rock fragments from the lake surroundings incorporated into carbonate structures. Raman microscopy further revealed regions containing microfilament and clot textures, with signals for hydromagnesite (□1113 cm^{-1}, 3643 cm^{-1}), aragonite, carotenoids (□1150 cm^{-1}, 1500 cm^{-1}), and the D-G organic band (□1380–1560 cm^{-1}) detected in fresh microbialites. These organic signals were also found in hydromagnesite sands and fossil microbialites, with well-preserved carotenoid signals detected in the latter.

Radiocarbon dating indicated ages of 68 ± 27 and 149 ± 26 years BP for fresh microbialites sampled from 15 meters and the surface, respectively. Sub-fossilized samples yielded ages of 489 ± 27 and 167 ± 26 years BP, while carbonate terrace and hydromagnesite sand samples were dated to 872 ± 26 and 572 ± 26 years BP, respectively.

Microscopic evidence suggests a genetic link between microbialites and hydromagnesite sand and terraces. The presence of organic signals in hydromagnesite microbialites, fossil samples, and shoreline sediments indicates potential mechanical disintegration of microbialites contributing to shoreline carbonate deposits. These findings highlight the capability of Lake Salda carbonates to preserve and protect biosignatures at the microscopic level.

Keywords: *Biosignature, hydromagnesite, microbialite, organic signal, Raman spectroscopy.*

Gezegenlerdeki Kabuk Örtüsü ve Kaya ile İlişkili Gök Cismi Bütünleşmeleri Üzerindeki Yerçekimsel Yoğurma Deformasyonları

Gravitational Kneading Deformations on Crust Cover at Planets and Rock-associated Celestial Body Integrations.

Dursun Acar (1), Laszlo Attila Horvath (2) Gökhan Şans (3)

(1) İstanbul Teknik Üniversitesi, EMCOL, Sarıyer, İstanbul, Türkiye
(2) Hungary
(3) İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği, Maslak, Sarıyer, İstanbul, Türkiye
(dursunacaracar@hotmail.com)

Öz

Yerçekimi veya termal etkileşim, kaya butunlesmeleri seklinde çekirdek kompleksi ve dereceli ergiyik cekirdekli gök cisimlerinde kayma, ezilme veya iç süreksizlik düzlemleri yoluyla kırıntılı örtü yüzeylerinde deformasyonlar oluşturur. Bu cisimlerin çekirdekleri, kaya-entegre çekirdek kompleksleri veya dereceli-erimiş tip çekirdekler olabilir. Deformasyonlar, yörünge mesafesi ve dönüş hızı değişkenliği gibi döngüsel olgularla kabukta, çok sırtlı topoğrafya gibi ardışık oluşumlar üretebilir. Bu nedenle, deformasyonlar merkezde dikey olarak meydana gelirken, kabuktaki deformasyonlar hem dikey hem de yataya yakın meydana gelebilir. Deformasyon kuvvetlerini vektörel anlamda artıran veya azaltan diğer faktörler, güneş kütlesi rüzgarları gibi güçlü elektrik ve manyetik alan kuvvetleridir. Bunlar yörünge mesafesinde veya yüzeyin açısal hızında da merkez açısal hızından farklı değişiklikler yapabilir. Hacim ve şekil değişimleri aynı anda gerçekleştiğinden isimlendirmek için hacimsel deviatorik şekil deformasyonu teriminin kullanılması gerekmektedir. Gök cisimleri ayrıca Mega çakıl (Astroid (101955) Bennu veya Mars uydusu Phobos) veya katı Mega konglomera gibi litik yapıların entegrasyonu ile de oluşabilir ve aynı deformasyon yapıları mevcuttur.

Yerçekimine bağlı ritmik hacim ve biçim değişimlerinin kabuk yüzey örtüsünde ritmik yatay kuvvetlere dönüşmesi sonucu oluşan deformasyonları incelemek için "kabuk örtüsü - yatay peristaltik etki" deney düzeneği kurulmuştur. Birkaç çevrimde kil örtülü elastik banda ardışık kuvvet yükleme ve boşaltma yapılmış ve tekrarlayan kil deformasyonu gözlemlenmiştir. Deformasyon yapıları, yazıda oluşumu bir olasılık olarak belirtildiği gibi Ay veya Merkür'de de benzerdir. Açıklanan olayların, magmatik kökenli tektoniğin tek hat deformasyonları ve sismisitesinde olduğu gibi belirli bölgesel aralıklarla tekrarlayan deformasyonları veya depremleri de etkileyebileceğini akılda tutmak önemlidir. Merkezde yüksek ısı ve basınçla sınırlı yönlerde sürekli kesme deformasyonu ve yoğurulma sürtünmesi magmatik gelişimin bir nedeni olabilir.

Anahtar Kelimeler: Hacimsel kesme yalpalaması, makaslama, megalitik çekirdek kompleksi, sapmalı stress, yer çekimi.

Abstract

Gravitational or thermal interaction produces deformations with compressing or decompressing shear as internal discontinuity planes on the clastic mantle surfaces of the celestial bodies. The cores of these bodies may be either rock-integrated core complexes or graded-melted type cores. Deformations can produce sequential formations at the crust such as multi-ridge topography consistent with cyclical phenomena such as orbital distance and rotation rate variability. Therefore, while deformations occur vertically in the center, deformations at the crust can occur both vertically and near-horizontal. Other factors that effecting the deformational forces as increase or decrease in a vectorial sense are the strong electric and magnetic field forces such as the solar mass winds. They can able to make changes too on orbital distance or angular velocity of the surface. Since volume and shape changes occur simultaneously, the term volumetric deviatoric shape deformation should be used to name it. For this reason, while vertical deformation occur in the center, deformations in the crust may occur close to horizontal. Celestial bodies can also be formed by the integration of lithic structures such as Mega gravel (Astroid (101955) Bennu or Mars moon Phobos) or solid Mega conglomerate and similar deformation structures exist.

The "shell cover - horizontal peristaltic effect" experimental setup was established to investigate the deformations that occur as a result of the transformation of rhythmic volume and shape changes due to gravity into rhythmic horizontal forces on the surface cover of crust. A clay-covered elastic band was subjected to sequential force loading and unloading over several cycles, and repeated clay deformation was observed. Deformation structures happened as similar on the moon or Mercury as mentioned in the article as a possibility. It is important to keep in mind of explained events can also affect deformations or earthquakes that repeat at certain regional intervals as at the single-line deformations and seismicity of magmatic-origin tectonics. Continuous shear deformation and kneading friction in limited directions with high temperature and pressure in the center may be a cause of magmatic development.

Keywords: *deviatoric stress, gravitation, megalithic core complex, shear, volumetric shear wobble.*

Biyojenik Pirit Oluşumu Sırasında Elementer Kükürt Yapısının Korunması

Preservation of Elemental Sulfur Signature in Biogenic Pyrite Formation

Fatih Şekerci (1), Stefan Fischer (2), Prachi Joshi (1), Stefan Peiffer (3), Andreas Kappler (1), Muammar Mansor (1)

(1) Geomicrobiology, Department of Geosciences, University of Tuebingen, Germany
(2) Tuebingen Structural Microscopy Core Facility, University of Tuebingen, Germany
(3) Hydrology, Bayreuth Center for Ecology and Environmental Science, University of Bayreuth, Germany
(fatih.sekerci@uni-tuebingen.de)

Öz

Pirit (FeS_2) indirgen ortamlarda termodinamik olarak en stabil demir sülfür mineralidir ve bu özelliği sayesinde jeolojik dönemler boyunca bozunmadan korunabilir. Pirit düşük sıcaklık koşullarında çeşitli abiyotik ve biyotik reaksiyonların birbirini takip ettiği bir reaksiyon dizisi sonucunda oluşur. Kükürt metabolizmasına sahip bakterilerin oluşturduğu hidrojen sülfür pirit oluşumunda önemli bir yere sahiptir ve pirit indirgen ortamlarda mikrobiyal kükürt döngüsünün final ürünü olarak kabul edilir. Pirit oluşum kinetiğinin final morfolojiyi etkilediği bilinse de pirit tanelerinin morfolojisini etkileyen parametrelerin tümü henüz bilinmemektedir.

Bu çalışmada demir ve kükürt indirgeyici bakteri *Geobacter sulfurreducens,* demir oksi-hidroksit minerali ferrihidrit ve elementer kükürtle birlikte altı ay boyunca kültürlenerek biyojenik pirit oluşumu test edilmiştir. İlk 15 günde, ferrihidrit ve kükürt indirgenmesi yarı stabil bir demir sülfür minerali olan makinavit (FeS) oluşumuna sebep olmuştur. Ferrihidritin tamamen indirgenmesi ve makinavit oluşumunun ardından – elementer kükürt ve hidrojen sülfürün reaksiyona girmesiyle oluşan – polisülfitler (SSn2-) makinavitin sırasıyla grejit (Fe_3S_4) ve pirite dönüşmesini sağlamıştır.

Taramalı elektron mikroskobu ve enerji dağılımlı x-ray ışını spektroskopisi analizleri ilk aşamada oluşan makinavitin elementer kükürt tanelerini kapladığını ortaya koymuştur. Makinavitin pirite dönüşmesinden sonra ise küresel pirit kümelerinin başlangıçtaki elementer kükürt tanelerinin şeklinin korunmasını sağladığı gözlemlenmiştir. Ortaya çıkan bu yapı pirit oluşumunda elementer kükürt kaynaklı polisülfit mekanizmasına dair izlerin korunabileceğine işaret etmiştir. Çalışmanın sonuçları kükürt mikroortamlarının biyojenik pirit oluşumu için uygun bir ortam sağladığını ve bu mekanizmaya dair izlerin sülfatça fakir modern ve geçmiş dönemlerdeki (örneğin Arkeen) süreçlerin izini koruma potansiyeli olduğunu gösteriyor.

Anahtar Kelimeler: Biyojenik pirit oluşumu, elementer kükürt, polisülfit mekanizması, Geobacter sulfurreducens.

Abstract

Pyrite (FeS_2) is the most thermodynamically stable iron sulfide mineral in reduced environments, and it can be preserved through geological timescales. At low temperatures, pyrite forms by the combination of abiotic and biotic reactions, and sulfur-metabolizing bacteria contribute to pyrite formation by supplying sulfide. While pyrite formation kinetics (slow vs. fast) affects the final morphology (euhedral vs. framboidal), exact controls on pyrite morphology remains poorly understood.

In this study, Fe(III)- and sulfur-reducing bacterium Geobacter sulfurreducens *was incubated with Fe(III) (oxyhydr)oxide mineral ferrihydrite and elemental sulfur for 6 months. In the first 15 days, ferrihydrite and sulfur reduction lead to formation of metastable iron sulfide mineral mackinawite (FeS). After complete ferrihydrite reduction and mackinawite formation, polysulfides (SSn_2-) – formed by the reaction between elemental sulfur and sulfide – catalyzed the transformation of mackinawite to greigite (Fe_3S_4) and pyrite.*

Using scanning electron microscopy (SEM) coupled with energy dispersive x-ray spectroscopy (EDS), elemental sulfur encrustation by the initially formed mackinawite was observed. After mackinawite transformation to pyrite, spherulitic pyrite aggregates preserved the original shape of elemental sulfur. This serves as a signature for sulfur-facilitated polysulfide pathway for pyrite formation. Our results indicate that sulfur microenvironments are hotspots for biogenic pyrite formation, and the signature of this process may be preserved in sulfate-poor modern and ancient ecosystems (e.g. Archean Earth).

Keywords: *Biogenic pyrite formation, elemental sulfur, polysulfide pathway,* Geobacter sulfurreducens.

JEOETİK VE YERBİLİMLERİNİN TOPLUMSAL ÖNEMİ OTURUMU

Geoethics and Social Importance of Earth Sciences

Cemal GÖNCÜOĞLU, Yüksel ÖRGÜN-TUTAY, Namık YALÇIN, Buket YARARBAŞ- ECEMİŞ

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

Jeoetik: Kavramlar ve Örnekler

Geoethics: Concepts and Examples

Erdin Bozkurt

Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800 Ankara, Türkiye
(erdin@metu.edu.tr)

Öz

Uluslararası Jeoetiği Destekleme Derneği'nin web sayfasında **Jeoetik** "insan faaliyetlerinin Dünya sistemiyle etkileşime girdiği her yerde, uygun davranış ve uygulamaların temelinde yatan değerler üzerine araştırma ve yansımalarından oluşan; jeoloji bilimi bilgisi, eğitimi, araştırması, uygulaması ve iletişiminin etik, sosyal ve kültürel etkileriyle ilgilenen; jeoloji mühendislerinin faaliyetlerini yürütürken toplumsal rolleri ve sorumlulukları konusunda daha bilinçli olmaları için bir fırsat(lar) sunan; toplumun jeoloji kökenli kaynaklar ve doğal çevre ile ilgili sorunlara ilişkin farkındalığını artırmak için kullanılan bir araç" olarak tanımlanmaktadır (https://www.geoethics.org/definition sayfasında tercüme edilmiştir). Yine aynı sayfada Jeoetikle ilgi alanlar arasında şunlar sıralanmaktadır: Doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı; doğal ve antropojenik risklerin azaltılması ve yönetimi; kara, kıyı alanları, denizler ve açık okyanusların yönetimi; kirlilik ve insan sağlığı üzerindeki etkileri; iklim değişikliği de dahil olmak üzere küresel çevresel değişiklikler; doğal çevrelerin korunması; araştırma bütünlüğü ve bilimsel ve mesleki davranış kurallarının geliştirilmesi; jeolojik bilimlerde okuryazarlık ve eğitim; jeoçeşitlilik, jeomiras, jeoparklar ve jeoturizm; adli jeoloji ve tıbbi jeoloji. Bu özellikleri itibarı ile de Jeoetiğin Jeoloji, Sosyoloji, Felsefe ve Ekonomi bilimlerinin kesişim/ortak alanlarında yer aldığı ifade edilmektedir.

Bildiri kapsamında sorumluluk kavramını merkezine alan ve de jeoloji eğitimi, fikri özgürlük, dürüstlük-doğruluk, şeffaflık, güvenirlik (güçlü ahlaki değerlere sahip olmak), kapsayıcılık, tarafsızlık, açık sözlülük, koruma ve önleme, sürdürebilirlik ve eşitlik gibi değerleri içinde barındıran, dolayısıyla oldukça geniş bir yelpazeye hitap eden Jeoetik olgusunun kimi konuları üzerine örnekler vererek bir değerlendirme yapılması amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Geoetik, Sorumluluk, Jeoloji Eğitimi, Güvenirlik, Tarafızlık, Eşitilik, Kapsayıcılık, Sürdürebilirlik*

Abstract

International Association for Promoting Geoethics defines the Geoethics as "consisting of research and reflection on the values which underpin appropriate behaviors and practices, wherever human activities interact with the Earth system; dealing with the ethical, social and cultural implications of geoscience knowledge, education, research, practice and communication; representing an opportunity for geoscientists to become more conscious of their social role and responsibilities in conducting their activities and a tool to influence the awareness of society regarding problems related to geo-resources and geo-environment (verbatim from https://www.geoethics.org/definition). On the same website, the main issues and topics of the geoethics are listed as: sustainable use of natural resources; reduction and management of natural and anthropogenic risks; management of land, coastal areas, seas and open oceans; pollution and its impacts on human health; global environmental changes, including the climate change; protection of natural environments; research integrity and the development of codes of scientific and professional conduct; literacy and education in geosciences; geodiversity, geoheritage, geoparks and geotourism; forensic geology and medical geology. Geoethics is therefore considered as at the point of intersection for Geosciences, Sociology, Philosophy and Economy.

As is seen from the above paragraph, a wide range of topics fall into the definition of geoethics, which is centered on the concept of responsibility and built on values such as geology education, intellectual freedom, honesty-truthfulness, transparency, integrity, inclusivity, impartiality, straightforwardness, conservation and prevention, sustainability and equity. The present abstract therefore aims to present evaluation of some of the common topics of geoethics with examples.

Keywords: *Geoethics, Responsibility, Geology Education, Integrity, Impartiality, Equity, Inclusivity, Sustainability*

Sürdürülebilirlik Bakımından JeoEtik

GeoEthics for Sustainability

Nilgün Okay

İTÜ Maden Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü
(okayn@itu.edu.tr)

Öz

Doğal çevrenin bozunması, kaynakların azalması ve iklim değişikliğinin etkileri ile ilgili tartışmalara jeoetiğin entegre edilmesi, sürdürülebilirliğin ve dirençliliğin geliştirilmesi için kaçınılmaz hale gelmiştir. Jeoetik kavramı, toplum ve yerbilimlerinin etkileşim noktası, sosyal-jeoloji olarak bilinmektedir. Toplumun refahı ve insan yaşam kalitesini iyileştirmek için jeoetik, madencilik, su, sağlık ve barınma ile ilişkili doğal kaynak ve hammadde sağlanmasına yönelik faaliyetlerde yönlendirici olmaktadır. Aynı zamanda jeoetik ile doğal çevreyi korumak, kaynakları akıllıca kullanmak için farkındalığı güçlendirmek ve jeoloji meslek eğitimini en geniş anlamda geliştirmek amaçlanmaktadır. Mesleki davranış kuralları, yasal çerçevelerle tanımlanan kurumsal sosyal sorumlulukların öneminin artmasına rağmen jeoetik henüz çok iyi bilinmemekte, önemi net bir şekilde algılanmamaktadır. Jeoetiğe yönelik bir bibliyometrik analiz olan bu araştırma, gelecekteki çalışmalar için yol gösterici bir içerik oluşturmayı hedeflemektedir.

Jeoetik düşüncesi ve ilgili disiplin alanları ile iletişimin genişletilmesine vurgu yapılmaktadır. Jeoetik, sadece mesleki bir kod önermek yerine, topluma hitap etmek ve etik açıdan farkındalığı sağlamak anlamına gelmektedir. İnsanın doğa ile olan ilişkisinin sadece "fayda" için doğaya değer vermek yerine, doğanın bir değere sahip olduğunu kabul eden görüşe dönüşmesi gerektiğidir. Bu nedenle, insan-merkezciliği yaklaşımın değişmesinin gerektiği fark edilmiştir. Jeoetik yerbilimleri bilgisini kullanırken, aynı zamanda 2030 Gündemi ile Sürdürülebilir Kalkınma Amaçlarının (SKA'lar) gerçekleştirilmesi ile ilgili disiplinler arası bir alan olarak kabul edilebilir. Artan karmaşıklığı, belirsizliği ve geri döndürülemezliği, insani yardım ve kalkınma sektörlerinde karar vermeyi desteklemek için daha öngörülü eylemler gerektirmektedir. Kurumsal yönetişime odaklanan bölgesel analizlerin ötesinde, haritalama ve modellemeyi birleştiren vaka çalışmaları kullanarak Yer ve insan etkileşiminin jeoetik boyutunu keşfetmek, önümüzdeki sorunların daha iyi anlaşılmasını sağlayabilir.

Anahtar kelimeler: Ekoloji, Jeoetik, Sosyal jeoloji, Sürdürülebilirlik, Yer-İnsan

Abstract

Integrating geoethics into discussions on the degradation of the natural environment, resource depletion and the impacts of climate change has become inevitable for the development of sustainability and resilience. The concept of geoethics, the point of interaction between society and geosciences, is known as social geology. To improve the well-being of society and the quality of human life, geoethics guide activities for the provision of natural resources and raw materials related to mining, water, health, and housing. At the same time, geoethics aims to protect the natural environment, strengthen awareness to use resources wisely, and develop geological professional education in the broadest sense. Despite the increasing importance of corporate social responsibilities defined by professional codes of conduct and legal frameworks, geoethics is not yet well known and its importance is not perceived. This research, which is a bibliometric analysis of geoethics, aims to create a guiding content for future studies.

The focus is on increasing communication with geoethics thinking and related fields of study. Geoethics means addressing society and raising ethical awareness that is about more than just suggesting a professional code of conduct. The human relationship with nature should be changed to recognize that nature has value, not just only valuing it for its benefits. Therefore, it is recognized that the human-centered approach needs to change. Geoethics is an interdisciplinary field that can help achieve the 2030 Agenda and the Sustainable Development Goals (SDGs) by using geoscience knowledge. As the world becomes more complex, uncertain, and irreversible, we need to be more proactive in making decisions in the humanitarian and development sectors. To better understand the challenges ahead, we need to look at how Earth and people interact from a geoethical perspective. This means using case studies that combine mapping and modeling.

Keywords: *Earth-Human, Ecology, Geoethics, Social geology, Sustainability*

Sorumlu Madencilik İnisiyatifi: Türkiye'de Sürdürülebilir Madencilik Yaklaşımı

Responsible Mining Initiative: Sustainable Mining Approach in Türkiye

Mehmet Yılmaz

Türkiye Madenciler Derneği
(info@turkiyemadencilerdernegi.org.tr)

Öz

Madencilik, doğal kaynakların çıkarılması ve işlenmesi sürecinde ekonomik büyümeye katkı sağlarken, çevresel ve sosyal etkileriyle de dikkat çeken bir sektördür. Günümüzde madencilik faaliyetlerinin yalnızca ekonomik boyutu değil, çevreye duyarlılık, toplumsal etkileşim ve etik iş anlayışı gibi unsurlar da giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Türkiye Madenciler Derneği (TMD), bu doğrultuda, sektörde sorumlu madencilik anlayışını kurumsal bir zemine oturtmak, sürdürülebilir bir madencilik ekosistemi oluşturmak ve madencilik sektörünün kamuoyundaki algısını iyileştirmek amacıyla 2021 yılında Sorumlu Madencilik İnisiyatifini başlatmıştır.

İnisiyatif kapsamında; Uluslararası Madencilik ve Metaller Konseyi (ICMM), Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası (EBRD), Uluslararası Finans Kuruluşu (IFC) ve Dünya Altın Konseyi (WGC) gibi küresel kuruluşların rehberlerinden faydalanılmış, ancak doğrudan bir uyarlama yerine, Türkiye'nin madencilik sektöründeki gerçek ihtiyaçları, bölgesel kalkınma dinamikleri ve yerel halkın beklentileri dikkate alınarak yerli ve sürdürülebilir bir model ortaya konmuştur.

Çalışmalar kapsamında sektörün mevcut durumu analiz edilmiş ve madencilik faaliyetlerinde sürdürülebilirliğin sağlanması için dört temel alan belirlenmiştir:

Sağlık ve Güvenlik: İş sağlığı ve güvenliği kültürünün güçlendirilmesi, kazaların önlenmesi ve acil durumlara karşı etkin hazırlık sağlanması.

Doğa ve Ekosistem Yönetimi: Madencilik faaliyetlerinin çevresel etkilerinin en aza indirilmesi, rehabilitasyon süreçlerinin etkin yönetilmesi ve ekosistemlerin korunması.

Sosyal Diyalog ve Yerel Kalkınma: Yerel topluluklarla güçlü ilişkiler kurulması, sosyal sorumluluk projelerinin artırılması ve bölgesel kalkınmanın desteklenmesi.

İş Etiği ve Şeffaflık: Madencilik sektöründe etik iş ilkelerine bağlılık, hesap verebilirlik ve şeffaflığın artırılması.

Bu başlıklar çerçevesinde akademisyenler ve sektör profesyonellerinin katılımıyla çalışma grupları oluşturulmuş, sektördeki en iyi uygulamaları ve sürdürülebilir madencilik yaklaşımlarını içeren soru setleri geliştirilmiştir. Çalışmaların sonucunda "Sorumlu Madencilik İlkeleri", "Sorumlu Madencilik Stratejisi", "Sorumlu Madencilik Protokolü" ve "Soru Setleri" içeren kapsamlı bir kitapçık hazırlanmıştır.

Gelecek süreçte, akademisyenlerden oluşan Danışma Kurulu ile çalışmaların değerlendirilmesi, akademik doğrulamanın sağlanması ve içeriklerin nihai hale getirilmesi planlanmaktadır. TMD Yönetim Kurulu'nun onay sürecinin ardından, sektör paydaşlarına yönelik bilgilendirme çalışmaları gerçekleştirilecek ve kamuoyuna geniş çaplı bir lansman ile duyuru yapılacaktır.

Bu sürecin en önemli hedeflerinden biri, madencilik faaliyetlerinin daha sürdürülebilir hale gelmesini sağlamak ve çevresel riskleri en aza indirmektir.

Anahtar Kelimeler: Sorumlu madencilik, sürdürülebilir madencilik, çevresel yönetim, sosyal sorumluluk, iş etiği, şeffaflık, yerel kalkınma, atık yönetimi, rehabilitasyon, su yönetimi.

Abstract

While mining drives economic growth through the extraction and processing of natural resources, it is also closely scrutinized for its environmental and social impacts. Today, beyond its economic contributions, mining is increasingly evaluated based on environmental responsibility, social engagement, and ethical business practices. In response, the Miners Association of Türkiye (TMD) launched the Responsible Mining Initiative in 2021 to institutionalize responsible mining practices, foster a sustainable mining ecosystem, and improve the sector's public perception.

The initiative was shaped by guidelines from global organizations such as the International Council on Mining and Metals (ICMM), the European Bank for Reconstruction and Development (EBRD), the International Finance Corporation (IFC), and the World Gold Council (WGC). However, rather than a direct adaptation, a locally tailored and sustainable model was developed to address Türkiye's mining sector needs, regional development dynamics, and local community expectations.

As part of these efforts, a comprehensive analysis of the sector was conducted, leading to the identification of four key focus areas essential for sustainable mining practices:

***Health and Safety:** Strengthening the culture of occupational health and safety, preventing workplace accidents, and ensuring effective emergency preparedness.*

***Nature and Ecosystem Management:** Minimizing the environmental footprint of mining activities, effectively managing rehabilitation processes, and protecting ecosystems.*

***Social Dialogue and Local Development:** Building strong relationships with local communities, expanding social responsibility initiatives, and supporting regional development.*

***Business Ethics and Transparency:** Promoting ethical business practices, ensuring accountability, and championing transparency across the mining sector.*

To advance these priorities, working groups comprising academics and industry professionals were established. These groups developed detailed question sets incorporating best practices and sustainable mining approaches. The initiative culminated in the creation of a comprehensive booklet featuring the "Responsible Mining Principles", "Responsible Mining Strategy", "Responsible Mining Protocol", and "Question Sets".

Moving forward, the initiative's findings will be reviewed by an Advisory Board composed of academics to ensure academic validation and finalize the content. Following approval by the TMD Board of Directors, awareness campaigns will be launched for industry stakeholders, culminating in a large-scale public announcement.

***Keywords:** Responsible mining, sustainable mining, environmental management, social responsibility, business ethics, transparency, local development, waste management, rehabilitation, water management.*

Mekanik Dünya Görüşünden Derin Ekolojiye: Çevre Etiği

From the Mechanical Worldview to Deep Ecology: Environmental Ethics

Güldemin Darbaş

KSU, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 46100, Onikişubat, Kahramanmaraş, Türkiye (guldemin@ksu.edu.tr)

Öz

20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren teknolojinin gelişmesi ve kentleşme süreci doğanın giderek daha çok tahribatına neden oldu. Bu tahribatın önüne geçmek ve insan-doğa ilişkisinde temel ahlaki ilkeleri belirlemek amacıyla 1970'li yılardan itibaren çevre etiği araştırmaları başladı. Bu çalışmada da çevre etiği çalışmalarına giden temel kilometre taşları anlatılmaya çalışılacaktır. İnsanın avcı toplayıcı döneminden tarımı öğrenerek kent yaşamına adım atması tarihteki en büyük devrimlerden biridir. Avcı toplayıcı dönemde insan çevresini kendisinden ayırmaz, doğayla uyum içinde yaşamaya gayret ederdi. Tarım devrimi ekolojik dengeyi insan lehine dönüştürmenin ilk eylemlerinden biri sayılabilir. Ardından Newton, Galileo, Bacon gibi bilim ve felsefenin öncüleri, insanlara doğanın anlaşılabilir hatta kontrol edilebilir olduğunu gösterdi. Bilimsel devrim ve ardından yaşanan Endüstri devrimi, teknolojik açıdan ilerlemeye olanak sağladı. Eş zamanlı olarak Protestanlığın yükselmesi bugünkü kapitalizmin de önünü açtı. Belki biraz da İtalya'da başlayıp Avrupa'ya yayılan hümanizmin etkilerinin sürmesiyle insan, kendisini merkeze alarak, antroposantrik bir yaşam felsefesi benimsedi. 15., 16. ve 17. yüzyıllara tekabül eden bu dönem "Mekanik Dünya Görüşü" olarak bilinir. Bu dönemin etik anlayışı ise "Antroposantrik"tir. Antroposantrik etik anlayışında önemli olanın "insanın kendisi" olduğu ve "insana fayda sağlamayan" diğer her şeyin dışarda bırakılması gerektiği iddia edilir. Yani "antroposantrik etik" anlayışında insan dışındaki her şeyin "araçsal bir değeri" vardır. İnsana hizmet ettiği ya da fayda sağladığı ölçüde değerlidirler. Ancak 20. Yüzyılın başlarına gelindiğinde "antroposantrik etik" anlayışının sorunlu bir bakış açısı olduğu, merkeze insanı koymanın, çevreyi olumsuz anlamda etkilediği ortaya çıktı. 1920'li yıllardan sonra "biyosentrik etik" anlayışı hayata geçti. Bu etik görüş de merkeze sadece insanları değil, tüm canlıları koyuyordu. Biyosentrik etiğe göre insanın, doğadaki diğer canlılardan herhangi bir ayrıcalığı yoktu, onların "araçsal" değil, "içsel değerli" olmaları için sadece canlı olmaları yeterliydi. Bu anlayışta insanın diğer canlılarla uyumlu yaşam sürdürebilmesinin yolları araştırılıyordu. Biyosentrik etik anlayış da 1970'li yıllardan sonra yerini "ekosentrik" anlayışa devretti. Çevreyi merkeze alan bu etik anlayış, yeryüzündeki biyotik ya da abiyotik herşeyin korunması gerektiğini öne sürüyordu. Çevre-merkezci etiğe göre, çevredeki bu ağır tahribatın nedeni, antroposentrik (insan-merkezci) etiğin öne çıkardığı bilimsel ve teknolojik ilerlemelerdi. Bu sayede doğaya hakimiyet kuruluyor ve insan giderek doğadan uzaklaşıyordu. Derin ekoloji olarak da anılan bu çevre merkezli etikte her bireyin çevreyi gelecek kuşaklara bırakacak bir anlayışla hareket etmesi buyurulur. Son yıllarda ise toplumsal ekoloji anlayışı konuşulur olmuştur. Toplumsal ekolojiye göre çevresel yıkımın esas nedeni insanın insana olan tahakkümüdür.

Anahtar Kelimeler: Antroposantrik Etik, Biyosentrik Etik ve Derin Ekoloji

Abstract

Since the second half of the 20th century, technological development and the urbanization process have increasingly led to the destruction of nature. In order to prevent this destruction and to establish fundamental moral principles in the human-nature relationship, environmental ethics research began in the 1970s. This study aims to describe the main milestones that led to environmental ethics studies. One of the greatest revolutions in history was when humans transitioned from being hunter-gatherers to learning agriculture and entering urban life. During the hunter-gatherer period, humans did not separate themselves from their environment and tried to live in harmony with nature. The Agricultural Revolution can be considered one of the first actions that shifted the ecological balance in favor of humans. Subsequently, pioneers of science and philosophy like Newton, Galileo, and Bacon showed humans that nature could be understood and even controlled. The Scientific Revolution, followed by the Industrial Revolution, allowed for technological advancement. Simultaneously, the rise of Protestantism paved the way for modern capitalism. Perhaps due in part to the lingering effects of humanism, which began in Italy and spread across Europe, humans adopted an anthropocentric philosophy of life, placing themselves at the center. This period, corresponding to the 15th, 16th, and 17th centuries, is known as the "Mechanical Worldview." The ethical understanding of this period is "Anthropocentric." In the anthropocentric ethical view, it is claimed that what matters is "the human itself" and that everything else, which does not benefit humans, should be excluded. In other words, in the "anthropocentric ethical" view, everything besides humans has "instrumental value." They are valuable only to the extent that they serve or benefit humans. However, by the beginning of the 20th century, it became clear that the anthropocentric ethical view was problematic, as placing humans at the center had negative effects on the environment. After the 1920s, the "biocentric ethics" view came into effect. This ethical view placed not only humans but all living beings at the center. According to biocentric ethics, humans had no special privilege over other living beings in nature; it was sufficient for them to be alive to possess "intrinsic" rather than "instrumental value." In this view, ways for humans to live in harmony with other living beings were explored. After the 1970s, the biocentric ethical view was replaced by the "ecocentric" view. This environment-centered ethical view argued that everything on Earth, whether biotic or abiotic, should be protected. According to eco-centric ethics, the reason for this severe environmental destruction was the scientific and technological advancements promoted by anthropocentric (human-centered) ethics. Through these advancements, humans were establishing dominance over nature and distancing themselves from it. In this environment-centered ethic, also known as deep ecology, it is mandated that every individual act with an understanding that will preserve the environment for future generations. In recent years, the concept of social ecology has become more prominent. According to social ecology, the main cause of environmental destruction is the domination of humans over other humans.

Keywords: *Anthropocentric Ethics, Biocentric Ethics, and Deep Ecology*

JEOKİMYAOTURUMU

Geochemistry Session

Faruk AYDIN, Güllü Deniz DOĞAN-KÜLAHCI, Mehmet KESKİN, Vural OYAN

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

Magmatik Titanit ve Torit Jeokronolojisi: Uranyumca Zengin Kestanbol Magmatik Kompleksinden Bir Örnek

Geochronology of Magmatic Titanite and Thorite: A case study of Uranium-rich Kestanbol Magmatic Complex

Fatma Şişman Tükel (1), Fatma Gülmez (2)

(1) Department of Geological Engineering, Faculty of Engineering, Istanbul University-Cerrahpaşa, 34320, Istanbul, Türkiye

(2) Department of Geological Engineering, Faculty of Mines, Istanbul Technical University, 34469, Istanbul, Türkiye (fatma.sisman@iuc.edu.tr)

Öz

Magmatik ve metamorfik olayların mutlak yaşlarının belirlenmesinde yaygın olarak zirkon mineralleri kullanılmaktadır. Ancak, zirkon içermeyen kayaçlarda, yeterli uranyum (U), bulundurması halinde çeşitli aksesuar mineraller U-Pb jeokronolojik araştırmaları için kullanılabilir.

Oligosen-Miyosen yaşlı Batı Anadolu plütonları, pek çok araştırmaya konu olmuş ve plütonların jeokimyasal, izotopik ve jeokronolojik özellikleri detaylı olarak çalışılmıştır. Bu plütonlar içerisinde, mafik ve felsik daykları, kenarları boyunca gözlenen porfirleri, mafik blok ve anklavları ile esasen bir magmatik kompleks olan Kestanbol Plütonu, tüm bileşenleri ile uranyumca zenginleşmiştir. Plüton ve çevresi yüksek doğal radyasyonu nedeniyle, hammadde aramacılığı ve insan sağlığına etkileri bakımından çeşitli araştırmalara konu olmuştur.

Kestanbol Plütonu'nda gerçekleştirilen jeokronoloji çalışmalarında genellikle plütonun ana gövdesini oluşturan monzonit, siyenit, granit türü kayaçlardan zenginleştirilen zirkonlarda U-Pb jeokronoloji analizleri yapılmış, plütonun kristallenme yaşı 22.02-22.43 My olarak belirlenmiştir. Bu yaşlar, hornblend ve biyotitlerden elde edilen 40Ar-39Ar yaşlarıyla uyum göstermektedir. Ayrıca, plütonu kesen ultrapotasik dayklara ait örneklerde biyotit ve feldispatlarda gerçekleştirilen 40Ar-39Ar analizleri dayklar ve plütonun az çok eş yaşlı (21.2- 22.2 My) olduğunu ortaya koymuştur.

U-Pb jeokronoloji analizlerinde zirkonun yanı sıra titanit de kullanılan aksesuar minerallerden birisidir. Kestanbol magmatik kompleksini (KMC) oluşturan kayalarda da titanit yaygın olarak bulunan ortak bir fazdır. Hem çok sayıda jeokronolojik veri bulunması hem de uranyumca zengin magmaların ürünleri olması nedeniyle plütonun ana gövdesinde yaygın olarak bulunan titanitler üzerinde test amaçlı noktasal U-Pb analizleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen verilerin mevcut zirkon U-Pb verisi ile uyumlu olması üzerine, plütona ait nefelinli monzogabro blokları ile alkali feldispat pegmatitik damarlara ait örneklerin titanitlerinde jeokronolojik analizler gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, bu pegmatitik dayklarda nadir olarak bulunan uranotorit mineralleri de U-Pb analizlerine dahil edilmiştir.

Elde edilen bulgular, ana gövdede titanitlerin kristallenme yaşının 21.2 My, nefelin monzogabroda 21.1 My ve pegmatitlerde ise 21.6 My olduğunu ortaya koymuştur. Uranotorit minerallerinin kristallenme yaşı ise 21.7 My olarak belirlenmiştir.

Titanit ve toritler üzerinde, yerinde (in-situ) olarak gerçekleştirilen, U-Pb analizlerinin zirkonlardan elde edilen mevcut veri ile uyumlu olduğu ve bu bakımdan zirkon içermeyen litolojilerde uygulanabilecek güvenilir bir jeokronolojik yöntem olduğu ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Kestanbol Magmatik Kompleksi, U-Pb jeokronoloji, titanit, torit,

Abstract

Zircon is widely used for determination of the absolute ages of magmatic and metamorphic events. However, in rocks without zircon various accessory minerals can be utilised for U-Pb geochronological investigations, provided that they contain sufficient uranium (U).

Numerous studies have been conducted on the Oligo-Miocene plutons of western Anatolia, with a particular focus on their geochemical, isotopic, and geochronological characteristics. Among these, the Kestanbol Pluton, which is essentially a magmatic complex with mafic and felsic dykes, porphyritic textures observed along its margins, and mafic blocks and enclaves, is enriched in uranium across all its components Given the high natural background radiation in the region, the magmatic complex has been the subject of various studies related to economic geology and the potential impacts on human health.

Geochronological studies on the Kestanbol Pluton have primarily focused on U-Pb analyses of zircons enriched from rocks such as monzonite, syenite, and granite that constitute the main body of the pluton. These studies have determined the crystallization age of the pluton to be 22.02–22.43 Ma. These ages are consistent with 40Ar-39Ar ages obtained from hornblende and biotite in earlier studies. Furthermore, 40Ar-39Ar analyses on biotites and feldspars from ultrapotassic dykes crosscutting the pluton, revealed that the dykes and the pluton are approximately coeval (21.2–22.2 Ma).

In the field of geochronology, titanite is a common accessory mineral employed in U-Pb geochronological analyses, in addition to zircon. Titanite is a common phase in the diverse lithologies of Kestanbol magmatic complex (KMC). Given the wealth of geochronological data and the uranium-rich nature of the magmas that formed KMC, in-situ U-Pb analyses were conducted on titanites that are abundant in the main body of the pluton with the aim of conducting testing. The geochronological analyses were also performed on titanites from nepheline monzogabbro blocks and alkali feldspar pegmatitic dykes within the KMC upon that the obtained data was consistent with previous zircon U-Pb data. In addition, uranothorite minerals -rarely found in the pegmatitic dykes- were included in the U-Pb analyses.

The obtained results demonstrated that the crystallisation age of the titanites in the main body was 21.2 Ma, that of the nepheline monzogabbro was 21.1 Ma and that of the pegmatites was 21.6 Ma. The crystallization age of uranothorite minerals was determined to be 21.7 Ma.

These in-situ U-Pb analyses on titanite and thorite showed that the results align with existing zircon data. It has been demonstrated that suitable titanite and uranium-rich minerals can serve as reliable methods for geochronological studies in zircon without lithologies.

Keywords: *Kestanbol Magmatic Complex, U-Pb geochronology,* titanite, thorite,

Van İli Doğusundaki Ofiyolitik Birimlerinde Gözlenen Serpantinleşme ve Rodingitleşme Süreçlerine Dair Bir Önçalışma: Petrokimyasal Kanıtlar

Preliminary Study on Serpentinization and Rodingitization Processes Observed in Ophiolitic Units of Eastern Van Province: Petrochemical Evidence

Tijen Üner

Van Yüzüncü Yıl ÜniversitesiMühendislik Fakülte, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tuşba-VAN

Öz

Van İli'nin doğusunda, serpantinleşmiş gabro kökenli kayaçlar içerisinde, lens şeklinde oluşumlar ve diyabaz dayklarının kenar bölgelerinde yüzeylenen rodenjitler, petrografik ve jeokimyasal açıdan çeşitli özellikler sergileyerek, yerel jeolojik yapıya ve çevresel koşullara dair önemli bilgiler sunmaktadır. Bu rodenjitler, çevredeki ultramafik kayaçların düşük dereceli metamorfizma veya hidrotermal serpantinleşme süreçlerine maruz kalmış ofiyolitik birimlerde yer almaktadır. Serpantinleşmiş ultramafik kayaçlar içindeki rodenjitler, genellikle diyopsit, plajiyoklaz, flogopit, klorit ve opak mineraller içerir. Bu minerallerin varlığı, rodenjitin oluşum şartları hakkında önemli ipuçları vermektedir. Mikroskobik incelemeler, plajiyoklazların kalksilikat minerallere dönüşümünü göstererek, bu dönüşümün güçlü bir kalsiyum metasomatizmasına (Ca'ca zengin akışkanların etkisiyle) işaret ettiğini ortaya koymaktadır.Çalışmada, serpantinleşme ve rodenjitleşme arasındaki ilişki detaylı bir şekilde incelenmiştir. Serpantinleşme sürecinde, metasomatik akışkanlar önemli bir rol oynamaktadır ve bu akışkanlar, rodenjitleşme sürecinin temel tetikleyicisi olarak görülmektedir. Petrokimyasal analizler, bu süreçte, ultrabazik kayaçların serpantinleşmesi sırasında kalsiyum ve diğer elementlerin metasomatik hareketliliğiyle ilişkilendirilen hareketli eriyiklerin etkisiyle rodenjitlerin oluştuğunu göstermektedir. Bu bulgular, kalsiyum metasomatizmasının rodenjitleşme sürecindeki önemli bir mekanizma olduğunu doğrulamaktadır.

Kimyasal incelemeler sonucunda, rodenjitleşme olayı sırasında özellikle CaO, Na_2O, K_2O, SiO_2, $A_{12}O_3$ ve MgO oranlarında belirgin değişiklikler gözlemlenmiştir. Bu değişiklikler, çevresel faktörlerin ve yerel jeolojik süreçlerin etkilerini anlamak açısından kritik öneme sahiptir. Ayrıca, bu bulgular, yerel ofiyolitik sistemlerin evrimi ve serpantinleşme süreçlerinin daha geniş bir jeolojik çerçevede nasıl şekillendiğine dair yeni bilgiler sunmaktadır.

Bu çalışma, Van İli çevresindeki serpantinleşmiş kayaçlar ve rodenjitler arasındaki ilişkiyi daha ayrıntılı bir şekilde inceleyerek, bölgedeki petrografik ve jeokimyasal süreçlere dair yeni bir anlayış geliştirmeyi hedeflemektedir. Serpantinleşme ve rodenjitleşme arasındaki bu güçlü bağlantı, ofiyolitik kayaçların evrimi ve sserpnatineşmenin metasomatik süreçlerle olan etkileşimi hakkında daha derinlemesine bilgi edinmemize olanak sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Ca-Metasomatizması, İzole dayk, Rodenjit, Serpantinleşme.

Abstract

In the eastern part of Van Province, rodingites exposed in the form of lenses and along the marginal zones of diabase dykes within serpentinized gabbro-derived rocks exhibit a variety of petrographic and geochemical characteristics. These rodingites are found in ophiolitic units that have been subjected to low-grade metamorphism or hydrothermal serpentinization of the surrounding ultramafic rocks. Rodingites within serpentinized ultramafic rocks generally contain minerals such as diopside, plagioclase, phlogopite, chlorite, and opaque minerals. The presence of these minerals provides important insights into the conditions under which the rodingites formed. Microscopic examinations reveal that the transformation of plagioclase into calcsilicate minerals is indicative of strong calcium metasomatism, implying the presence of calcium-rich fluids during the process.This study explores in detail the relationship between serpentinization and rodingitization. During the serpentinization process, metasomatic fluids play a crucial role and are considered to be the main triggers of rodingitization. Petrochemical analyses suggest that the formation of rodingites is linked to the influence of mobile melts during the serpentinization of ultrabasic rocks, which facilitate the metasomatic mobility of calcium and other elements. These findings confirm that calcium metasomatism is a key mechanism in the process of rodingitization.

Chemical analyses reveal significant changes in the ratios of CaO, Na_2O, K_2O, SiO_2, $A_{12}O3$, and MgO during the rodingitization process. These variations are critical for understanding the influence of environmental factors and local geological processes. Furthermore, these results provide new insights into the evolution of local ophiolitic systems and the broader geological context of serpentinization.

This study aims to provide a more detailed understanding of the relationship between serpentinized rocks and rodingites in the Van Province, advancing our knowledge of the petrographic and geochemical processes in the region. The strong connection between serpentinization and rodingitization offers deeper insights into the evolution of ophiolitic rocks and the interaction of serpentinization with metasomatic processes

Keywords: *Ca-Metasomatism, Isolated dyke, Rodengit, Serpentinization,*

Trabzon Ortahisar Kıyı Sedimentlerinde Ağır Metal Kirliliği ve Çevresel Risk Analizi

Heavy Metal Pollution and Environmental Risk Analysis in Coastal Sediments of (Ortahisar) Trabzon

Koray Özşeker (1), Bilal Onmaz (2)

(1) KTÜ, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü, Trabzon, Türkiye
(2) KTÜ, Deniz Bilimleri Fakültesi, Trabzon, Türkiye
(ozseker.koray@gmail.com)

Öz

Bu araştırmada Trabzon ilinin (KD Türkiye) merkez ilçesi olan Ortahisar kıyılarında ağır metal kirliliği ve güncel çevresel risk potansiyeli irdelenmiştir. Örneklemeler 2024 yılında Ağustos-Eylül aylarında derinlikleri 10 ile 65m arasında değişim gösteren altı farklı istasyonda gerçekleştirilmiştir. İstasyonlar belirlenirken, endüstriyel ve evsel deşarj, nehir deşarjı, yoğun yerleşim alanları, liman çevreleri ve kıyı dolguları gibi antropojenik etkilerin metal girdisine etki yaptığı alanlar dikkate alınmıştır. Literatürde metal kirlilik çalışmalarında en fazla araştırılan Bakır (Cu), Kurşun (Pb), Çinko (Zn), Nikel (Ni), Arsenik (As), ve Krom (Cr) gibi elementler araştırılacak metaller olarak seçilmişlerdir. Metal konsantrasyonları, indüksiyonla birleşmiş plazma kütle spektrometresi (ICP-MS) kullanılarak ACME analitik kimya laboratuvarında (Kanada) gerçekleştirilmiştir. En yüksek metal konsantrasyonları Ortahisar ilçesinin doğu bölgesini temsil eden istasyonlarda Cu (182,7 µg g^{-1}), Pb (143,8 µg g-1), Zn (181 µg g-1), As (22,3 µg g-1), Ni (53,1 µg g-1) ve Cr (36,4 µg g-1) değerlerinde tespit edilmiştir. Çevresel risk potansiyelini belirleyebilmek amacıyla Ekolojik Risk İndeksi (Er) kullanılmıştır. Bu indekse göre Cu (6,41-20,07), Pb (8,81-26,6), Zn (1,29-1,79), Ni (1,98-3,54), As (8,27-14,83) ve Cr (0,34-0,88) aralıklarında değerlendirilmiştir. Er indeks değerleri Er<40 skalasında tespit edildiğinden dolayı Ortahisar kıyılarında ekolojik risk düzeyinin düşük olduğu sonucu ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Ağır metal, Ekolojik risk indeksi, Kıyı sediment kirlilik

Abstract

This study investigates heavy metal pollution and the current environmental risk potential along the coastal areas of Ortahisar, the central district of Trabzon, NE Türkiye. Sediment sampling was conducted at six different stations in August–September 2024 at depths ranging from 10 to 65 meters. The selection of sampling stations was based on anthropogenic influences that contribute to metal inputs, including industrial and domestic discharges, riverine inputs, densely populated areas, port surroundings, and coastal landfills.

The target metals for analysis were selected based on their frequent investigation in metal pollution studies in the literature. These include Copper (Cu), Lead (Pb), Zinc (Zn), Nickel (Ni), Arsenic (As), and Chromium (Cr). Metal concentrations were determined using an Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometer (ICP-MS) at the ACME Analytical Chemistry Laboratory (Canada). The highest metal concentrations were recorded at stations representing the eastern part of Ortahisar, with values of Cu (182.7 µg g^{-1}), Pb (143.8 µg g^{-1}), Zn (181 µg g^{-1}), As (22.3 µg g^{-1}), Ni (53.1 µg g^{-1}), and Cr (36.4 µg g^{-1}).

To assess the environmental risk potential, the Ecological Risk Index (Er) was applied. The Er values for the studied metals ranged as follows: Cu (6.41–20.07), Pb (8.81–26.6), Zn (1.29–1.79), Ni (1.98–3.54), As (8.27–14.83), and Cr (0.34–0.88). Since all Er index values remain below the threshold of Er < 40, the overall ecological risk level in the coastal sediments of Ortahisar was classified as low.

Keywords: *Heavy metal, Ekological risk index, Coastal sediment, Pollution*

Afar Manto Sorgucunun İlksel Helyum Tükenmesinin Kökeni ve Etkileri

The Origin and Implications of Primordial Helium Depletion in the Afar Mantle Plume

Uğur Balcı (1), Finlay M. Stuart (1), Jean-Alix Barrat (2, 3), Antoniette G. Grima (4), Froukje M. van der Zwan (5)

(1) Scottish Universities Environmental Research Centre (SUERC), Rankine Avenue, East Kilbride, UK
(2) Univ Brest, CNRS, Ifremer, IRD, LEMAR, Institut Universitaire Européen de laMer (IUEM), Place Nicolas Copernic, Plouzané, France
(3) Institut Universitaire de France, Paris, France
(4) School of Geographical and Earth Science, University of Glasgow, Glasgow, UK
(5) Earth Science and Engineering, King Abdullah University of Science and Technology (KAUST), Thuwal, Saudi Arabia
(u.balci.1@research.gla.ac.uk)

Öz

Derin Dünya, düşük gaz içeriğine sahip ve konveksiyonlu üst mantodan daha yüksek oranda ilksel soy gazlarını (3He, 20Ne) bulundurmaktadır. Bu nedenle levha içi volkanizmasından elde edilen bazaltlar, okyanus ortası sırt bazaltlarından (MORB) daha yüksek oranda 3He/4He oranina sahiptir. Ancak, yüksek 3He/4He oranına sahip okyanus adası bazaltlarının (OIB) He konsantrasyonu ve 3He/20Ne oranı, hakim olan paradigmayla tutarsız bir şekilde genellikle MORB'dan daha düşük çıkmaktadır.

Kızıldeniz açılma ekseninden alınan bazaltik camların 3He/4He oranı sistematik olarak güneye doğru artış göstermektedir ve Afar sorgucunun üzerinde bulunan Cibuti'deki Tadjoura Körfezi'nde 15 Ra'lik maksimum değere ulaşmaktadır. Bu çalışmada gösterilen 3He/4He-K/Th-K/Nb-Rb/Nb ve Rb/U diyagramlarına göre, Kızıldeniz bazaltları MORB ve HIMU manto bileşenleri arasında hiperbolik bir manto karışımını tanımlamaktadır. Bu uç üyelerdeki belirlenmiş iz element konsantrasyonlarını kullanarak, bu çalışma yükselen mantonun He konsantrasyonunun yüksek 3He/4He oranına rağmen astenosferik mantonun %10-25'i kadar olduğunu göstermektedir. Bu bulgu, hakim olan paradigmaya aykırıdır ve yüksek 3He/4He oranına sahip mantonun He içeriğinin aslında zengin olmadığına işaret etmektedir. Bu gözlem, Afar manto sorgucunun orantılı olarak baskın tükenmiş He ve düşük-3He/4He oranına sahip HIMU tipi manto kütlesiyle, ilksel He açısından zengin ve yüksek 3He/4He oranına sahip derin mantonun karışması ile açıklanabilir. Afar manto sorgucu bazaltlarının HIMU tipi jeokimyası, geri dönüştürülmüş okyanus kabuğu (ROC) kökeni olduğunu ima etmektedir. Afar manto sorgucunun düşük He konsantrasyonu (< 3,6 x 1013 atom He/g) okyanusal levhanın en geç 80 milyon yıl'da dalması ve yükselen mantoya dahil edilmeden önce 700 km'den daha az bir derinliğe ulaşması anlamına gelmektedir. Bu sonuçlar doğrultusunda, Afar manto sorgucunun çekirdek-manto sınırı yerine 670 km'lik manto geçiş bölgesinde büyük ölçekli karışım sırasında bileşimini edindiğini öne sürüyoruz.

Bu sonuçlar derin manto'da ilksel He açısından tükenmiş büyük manto alanlarının var olduğunu göstermektedir ve bu alanlar dalan-batan okyanusal levhalarla ilişkilidir. Burada bulunan bulgular, orta derecede yüksek 3He/4He oranı içeren (< 30 Ra) manto sorguçlarının (örn. Reunion) önemli bir derin manto katkısı içermesi gerekmediğini ve bu nedenle ilksel Dünya bileşimini tanımlamak için kullanılmaması gerektiğini vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Afar manto sorgucu, He izotopları, ilksel He tükenmişliği, güncel yitim

Abstract

The deep Earth retains a higher proportion of the primordial noble gases (3He, 20Ne) than degassed convecting upper mantle, thus basalts from high flux intra-plate volcanism have 3He/4He that are higher than mid-ocean ridge basalts (MORB). However, the He concentration and 3He/20Ne of high-3He/4He ocean island basalts (OIB) are generally lower than MORB, inconsistent with the prevailing paradigm.

The 3He/4He of basaltic glasses dredged from the Red Sea spreading axis systematically increase southward, reaching a maximum value of 15 Ra in the Gulf of Tadjoura, Djibouti. This is located over the modern Afar plume. In 3He/4He-K/Th-K/Nb-Rb/Nb and Rb/U space the Red Sea basalts define hyperbolic mixing between MORB and HIMU mantle components. Using established trace element concentrations in these end-members, we show that He concentration of the upwelling plume is 10-25% of the asthenospheric mantle despite the high-3He/4He. This contravenes the prevailing paradigm and appears to require the high-3He/4He mantle is not enriched in He. This observation can most simply be explained if the Afar mantle plume is itself a mixture of primordial He-rich, high-3He/4He deep mantle with a proportionally dominant mass of He-depleted low-3He/4He HIMU mantle. The HIMU signature of the Afar plume basalts implies on origin in recycled oceanic crust (ROC). Using established ROC U and Th concentrations, the low He concentration (< 3.6 x 1013 atoms He/g) of the Afar plume implies that the slab was subducted no later than 80 Ma and reached less than 700 km before being incorporated into the upwelling mantle. We suggest that the Afar plume acquired its composition during large scale mixing at the 670 km transition zone rather than the core-mantle boundary.

This implies that large domains of He-depleted mantle exist within the deep Earth, likely associated with subducted slabs. Further, it implies that moderately high-3He/4He (< 30 Ra) mantle plumes (e.g. Reunion) need not contain a significant contribution of deep mantle, thus should not be used to define primitive Earth composition.

Keywords: *Afar mantle plume, He isotopes, primordial He depletion, recent subduction.*

Kızıltoprak Tepe (Gümüşhane, KD Türkiye) cevherleşmesi ile ilişkili Eosen yaşlı porfirlerin petrojenezi: zirkon U-Pb jeokronolojisi, tüm kaya ve mineral kimyası ve Sr-Nd-Hf izotoplarından deliller

Petrogenesis of Eocene porphyries associated with the Kızıltoprak Tepe mineralization (Gümüşhane, NE Türkiye): constraints from zircon U-Pb geochronology, bulk-rock and mineral chemistry and Sr-Nd-Hf isotopes

Simge Oğuz Saka (1), Faruk Aydın (2), Orhan Karslı (2), Robert Moritz (3), Fırat Şengün (4)

(1) Maden Tetkik ve Arama, Doğu Karadeniz Bölge Müdürlüğü, 61010, Trabzon, Türkiye
(2) Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 61080, Trabzon, Türkiye
(3) Cenevre Üniversitesi, Yerbilimleri Bölümü, 1205, Cenevre, İsviçre
(4) Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çan Meslek Yüksekokulu, 17400, Çanakkale, Türkiye
(simgeoguz61@gmail.com)

Öz

Kızıltoprak Tepe cevherleşmesi (Yağmurdere, Gümüşhane) KD Türkiye'de, Sakarya Zonu'nun doğu bölümünde, Doğu Karadeniz magmatik yay kuşağında yer alır. Saha gözlemlerine, petrografik çalışmalara ve zirkon U-Pb yaş verilerine göre; cevherleşme sahasındaki çoklu porfirler üç ana evrede sınıflandırılabilir: (1) cevherleşme-öncesi erken Eosen yaşlı (~47 My) amfibol-içeren kuvarslı diyorit-diyorit porfirler (Grup I), (2) cevherleşme ile yaşıt orta Eosen yaşlı (~45-43.5 My) piroksen+amfibol±biyotit-içeren diyorit porfirler (Grup II) ile orta-geç Eosen yaşlı (~42-40 My) andezit-dasit-riyolit porfirler (Grup III), ve (3) cevherleşme sonrası geç Eosen? yaşlı plajiyoklas-firik andezitik porfiri dayklar (Grup IV).

Cevherleşme öncesi ve sonrası kısır porfirlerin aksine, cevherli felsik intrüzifler bazaltik andezitten riyolite kadar değişen geniş bir bileşim aralığına sahiptir ve orta - yüksek-K'lu kalk-alkalen ve metalüminli I-tip afiniteleri ile karakterize edilirler. Nispeten yüksek Sr/Y (20-41) oranları, MgO içerikleri (ağ.% 2.6-5.9) ve Mg# değerleri (54-66) dikkate alındığında, bazı cevherli ve az sayıda kısır porfir örnekleri Mg'ca zengin (ağ. % 2-6) adakitlere (Sr/Y >20) benzerlik gösterirler. Düşük-silikalı cevherli porfirlerin nispeten yüksek Mg# değerlerine (~48–64) sahip olması, onların manto-kökenli olduklarını işaret eder. Ayrıca, bunların düşük TiO_2/Yb (<0.5) ve Nb/Yb oranları (<5) sığ manto kaynağından türemeyi ima eder. Kızıltoprak Tepe Eosen porfirlerinin yay-benzeri jeokimyasal izleri, aynı zamanda düşük TaN/LaN (0.3-0.6), nispeten yüksek HfN/SmN (>1), Nb/Yb (3-5) ve yüksek Th/Yb (5-8) ve La/Yb (10-20) oranları, manto kaynağına önceki yitim-bileşenlerinin (yani, ergiyik-ilişkili metazomatizma) katkısını gösterir. Aynı zamanda, incelenen porfirlerin nispeten yüksek 87Sr/86Sr(i) (0.7067-0.7096) ve düşük 143Nd/144Nd(i) (0.5122-0.5126) oranları ile birlikte değişebilir tüm kaya ƐNd(i) değerleri (+0.2 ilâ -6.7) ve zirkon Hf-izotop oranları (+7.6 ilâ -8.6), manto- ve kabuk-türevli ergiyiklerin karışımını ve/veya kabuksal kontaminasyonu işaret eder. Farklılaşma trendleri ve jeobarometrik sonuçlar, kabuğun farklı derinliklerinde (sırasıyla kısır ve mineralize porfiriler için 7-5 ve <5 km) hem kalk-alkali hem de hafif adakitik afiniteye neden olan düşük basınç (<2 kbar) plajiyoklas- ve amfibol (±piroksen)-baskın ayrımlaşmaları güçlü bir şekilde desteklemektedir.

Tüm bu bulgular önceki verilerle birlikte değerlendirildiğinde, incelenen porfirlerin oluşumundan yitim-sonrası ekstansiyonel ortamda meydana gelen yiten levha kopması ve magma karışım süreçlerinin sorumlu olduğu sonucuna varılmıştır.

Bu çalışma KTU BAP 8795 ve 8797 nolu projeler ile TÜBİTAK 2214-A programı kapsamında desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Cevherleşme, Eosen, jeokimya, KD Türkiye, magmatizma, porfiri, zirkon tarihlemesi

Abstract

The Kızıltoprak Tepe mineralization (Yağmurdere, Gümüşhane) is located in the eastern Black Sea magmatic arc belt, eastern part of the Sakarya Zone, NE Türkiye. *Based on the field observations, petrographical studies and zircon U-Pb age data, multiple porphyries in the mineralization area can be classified into three main stages: (1) pre-mineralization early Eocene (~47 Ma) amphibole-bearing quartz diorite-diorite porphyries (Group I), (2) syn-mineralization middle Eocene (~45-43.5 Ma) pyroxene+amphibole±biotite-bearing diorite porphyries (Group II) and middle-late Eocene (~42-40 Ma) andesite-dacite to rhyolite porphyries (Group III), and (3) post-mineralization late Eocene? plagioclase-phyric andesitic porphyry dykes (Group IV).*

In contrast to the pre- and post-mineralization barren porphyries, mineralized felsic intrusives have a wide compositional range from basaltic andesite to rhyolite and are characterized by medium- to high-K calc-alkaline and metaluminous I-type affinity. Considering the relatively high Sr/Y (20-41) ratios, MgO contents (2.6-5.9 wt.%) and Mg# values (54-66), some mineralized and few barren porphyry samples are similar to Mg-rich (2-6 wt.%) adakites (Sr/Y >20). Low-silica mineralized porphyries have relatively high Mg# values (~48–64), indicating that they are of mantle origin.. Also, their low TiO_2/Yb (<0.5) and Nb/Yb ratios (<5) imply derivation from a shallow mantle source. The arc-like geochemical signatures of the Eocene porphyries, as well as low TaN/LaN (0.3-0.6), relatively high HfN/SmN ratios (>1), Nb/Yb ratios (3-5), and high Th/Yb (5-8) and La/Yb (10-20) ratios, suggest the contribution of previous subduction-related components (i.e., melt-related metasomatism) to the mantle source. In addition, the relatively high 87Sr/86Sr(i) (0.7067-0.7096) and low 143Nd/144Nd(i) (0.5122-0.5126) ratios, variable ƐNd*(i) values (+0.2 to -6.7) and zircon Hf-isotope compositions (7.6 to -8.6) of the studied porphyries indicate mixing of mantle- and crustal-derived melts and/or crustal contamination. Differentiation trends and geobarometric results strongly support low-pressure plagioclase- and amphibole (*±pyroxene)*-dominated fractionations, causing both calc-alkaline and slightly adakitic affinity, at different depths of the crust (7-5 and <5 km for the barren and mineralized porphyries, respectively).*

Considering all these findings together with previous data, it is concluded that slab breakoff and magma mixing processes in post-subduction extensional setting were responsible for the generation of the studied porphyries.

This study was supported by KTU BAP with the projects 8795 & 8797 and TUBITAK 2214-A programme.

Keywords: *Eocene, geochemistry, magmatism, mineralization, NE Türkiye, porphyry, zircon dating*

Volkanojenik Masif Sülfid Yatakların Keşfinde Yol Gösterici Olarak Zirkon Bileşimi: Doğu Sakarya Zonu, KD Türkiye

Zircon composition as a pathfinder for prospecting of volcanogenic massive sulfide deposits: Eastern Sakarya Zone, NE Türkiye

Serenay Bostan (1), Faruk Aydın (1), Hadi Shafaii Moghadam (1), Orhan Karslı (1)

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 61080, Trabzon
(serenayybostan@gmail.com)

Öz

KD Türkiye'de Doğu Sakarya Zonu (DSZ)'ndaki Geç Kretase yaşlı volkano-sedimanter seriler Kızılkaya, Lahanos, İsraildere ve Köprübaşı gibi önemli volkanojenik masif sülfid (VMS) yataklarına ev sahipliği yapmaktadır. Bu yataklar Neotetis levha geri çekilmesiyle tetiklenen açılmalı bir yay gerisi rejimi altında (~89–79 Ma) başlıca felsik volkanik birimler içinde oluşmuştur. Bu tektonik ortam, astenosfer yükselimi, juvenil magmatizma ve VMS mineralizasyonu için gerekli hidrotermal dolaşımı kolaylaştırmıştır. Jeokimyasal ve izotopik analizler, VMS yataklarını barındıran verimli felsik volkanik kayaçların, +8 ilâ +11 arasında değişen genç zirkon εHf(t) değerleri ve düşük Eu/Eu* oranları (<0.3) ile karakterize olduğunu göstermektedir. Bu durum, aşırı plajiyoklaz fraksiyonlaşmasını ve/veya indirgenmiş magmatik koşulları işaret etmektedir. İndirgenmiş koşullar (düşük oksijen fugasitesi) cevher oluşumu için kritik öneme sahiptir. Bu kayaçlar ayrıca yüksek iz element konsantrasyonları (ör. Nb/Ta> 15, NTE zenginleşmesi) gösterir ve bu durum, sınırlı kabuk kontaminasyonuna sahip manto kaynaklı bir kökeni yansıtmaktadır. Buna karşılık, daha düşük εHf(t) değerlerine (<+6) ve daha yüksek Eu/Eu* oranlarına (>0.4) sahip zirkonların bulunduğu kısır kayaçlar, daha fazla kabuk asimilasyonu ile ilişkilidir ve bu durum, VMS oluşumu için elverişsiz koşulları göstermektedir. Zirkon bileşimi, düşük Yb/Dy ve U/Yb oranlarına sahip verimli magmaları kısır magmalardan daha fazla ayırmakta ve magmanın evrimi ile redoks durumunun cevher potansiyelini artırmadaki rolünü vurgulamaktadır. Bu çalışma, hidrotermal sistemleri tetikleyen ve VMS oluşumuna elverişli olan yüksek zirkon εHf(t), düşük Eu/Eu* ve NTE zenginleşmesine sahip juvenil magmaların kritik rolünü ortaya koymaktadır. Buna karşın, kabukla kontamine olmuş, düşük zirkon εHf(t) ve yüksek Eu/Eu* oranlarına sahip volkanik kayaçlar büyük ölçüde kısırdır. DSZ'deki VMS yataklarının felsik magmatizma ile mekânsal ve zamansal uyumu, büyük ölçekli mineralize sistemlerin oluşumunda tektonik, magmatizma ve hidrotermal süreçlerin etkileşimini vurgulamaktadır. Bu bulgular, sadece DSZ'yi yay gerisi VMS yatakları için küresel boyutta önemli bir bölge olarak belirlemekle kalmıyor, aynı zamanda benzer jeolojik ortamlarda keşif için sağlam bir çerçeve de sağlıyor.

Anahtar Kelimeler: Doğu Sakarya Zonu, KD Türkiye, magmatizma, volkanojenik masif sülfid, yay-gerisi, zirkon bileşimi

Abstract

*The Late Cretaceous volcano-sedimentary series in the Eastern Sakarya Zone (ESZ), NE Türkiye, host significant volcanogenic massive sulfide (VMS) deposits, including Kızılkaya, Lahanos, **İsra**ildere and Köprübaşı. These deposits mainly formed within the felsic volcanic units (~89–79 Ma) under an extensional back-arc regime driven by Neotethyan slab rollback. This tectonic setting facilitated asthenospheric upwelling, juvenile magmatism, and hydrothermal circulation essential for VMS mineralization. Geochemical and isotopic analyses reveal that fertile felsic volcanic rocks hosting VMS deposits are characterized by juvenile zircon **εHf**(t) values ranging from +8 to +11 and low Eu/Eu* ratios (<0.3), indicating extreme plagioclase fractionation and/or reduced magmatic conditions. The reduced conditions (low oxygen fugacity) are critical for ore formation. These rocks also exhibit high trace element concentrations (e.g., Nb/Ta> 15, REE enrichment), reflecting a mantle-derived source with limited crustal contamination. In contrast, barren rocks are associated with zircons exhibiting lower **εHf**(t) values (<+6) and higher Eu/Eu* ratios (>0.4), indicative of greater crustal assimilation and less favorable conditions for VMS formation. Zircon composition, such as low Yb/Dy and U/Yb ratios, further differentiate fertile from barren magmas, emphasizing the role of magma evolution and redox state in enhancing ore-forming potential. This study underscores the critical role of juvenile magmas with high zircon **εHf**(t), low Eu/Eu*, and REE enrichment in triggering hydrothermal systems conductive to VMS formation. In contrast, volcanic rocks with assimilated crustal signatures, low zircon **εHf**(t), and high Eu/Eu* are largely barren. The spatial and temporal alignment of VMS deposits with felsic magmatism in the ESZ highlights the interplay of tectonics, magmatism, and hydrothermal processes in forming large-scale mineralized systems. These findings not only establish the ESZ as a globally significant region for back-arc VMS deposits but also provide a robust framework for exploration in similar geological settings.*

Keywords: *Back-arc, Eastern Sakarya Zone, magmatism, NE Türkiye, volcanogenic massive sulfide, zircon composition*

Çaltı Plütonu'nun Zirkon İz Element Jeokimyası ve Ti-Zirkon Termometresi (KB Kemaliye, Türkiye)

Zircon Trace Element Geochemistry and Ti-zircon Thermometry of the Çaltı Pluton (NW Kemaliye, Türkiye)

Mustafa Eren Rizeli (1), Abdullah Sar (1), Mehmet Ali Ertürk (1)

(1) Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Fırat Üniversitesi, 23119 Elazığ, Türkiye
(m.erenrizeli@gmail.com)

Öz

Eosen yaşlı Çaltı Plütonu Kemaliye (Erzincan)'nin kuzeybatısında Torid-Anatolid Platformu'nun doğu kesiminde yer almaktadır. Çaltı Plütonu kayaçları granodiyorit, granit, granodiyorit porfir ve monzogabrodan oluşmakta olup; diyorit, granodiyorit ve monzodiyorit litolojisinde mafik mikrogranüler anklavlar (MMA›lar) içermektedir.

Bu çalışmada, Çaltı Plütonu'nun petrojenezini yorumlamak için lazer ablasyonlu indüktif eşleştirilmiş plazma kütle spektrometrisi (LA-ICP-MS) kullanılarak elde edilen zirkonun eser element bileşimleri kullanılmıştır. Analiz edilen zirkon danelerinin ortalama Hf element konsantrasyonu, ana kayaçlardan olan granitte 9476 ppm ve granodiyoritte 9068 ppm'dir. Karşılaştırıldığında, MMA'lardan monzodiyoritte ise 8450 ppm'dir. Kayaçlar magmatik zirkonların karakteristiği olan yüksek Th/U oranları (>0.5) sergiler. Ana kayaçlardaki zirkonlar (670.53 ppm), MMA'lardaki zirkonlardan (566.33 ppm) daha yüksek bir toplam nadir toprak element (NTE) içeriğine sahiptir. Çaltı örneklerinin kondrite normalize edilmiş NTE diyagramı, hafif NTE'lere kıyasla ağır NTE'lerdeki belirgin zenginleşmeden kaynaklanan dik bir eğimle karakterize edilen benzer desenler göstermektedir. Tüm örneklerin zirkonlarında belirgin pozitif Ce ve negatif Eu anomalileri görülmektedir. Ti-zirkon termometresinin uygulanması ile magmatik kayaçların dar bir kristalleşme sıcaklığı aralığında oluştuğu ortaya çıkmaktadır. Bu hesaplamalara göre incelenen kayaçların Ti-zirkon sıcaklıkları sırasıyla granitte 662-712 ℃, granodiyoritte 660-796 ℃ ve monzodiyoritte (MMA) 680-725℃ değerleri arasında değişmektedir.

Bazı eser elementlerin (U, Hf, Zr, Ce, Th ve Nb) jeokimyasal davranışları ve Harker diyagramları birlikte değerlendirildiğinde, Çaltı Plütonu'nu oluşturan magmanın değişen oksidasyon koşulları altında kıtasal kabuk kökenli bir kaynaktan itibaren kristalleştiği ve magmatik yay ortamına yerleştiği düşünülmektedir.

Bu araştırma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma

Kurumu (TÜBİTAK) tarafından 123Y067 numaralı proje ile desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çaltı Plütonu, KB Kemaliye, MMA, Ti-zirkon termometresi, zirkon jeokimyası

Abstract

The Eocene Çaltı Pluton is located in the eastern part of the Tauride-Anatolide Platform, Northwestern part of Kemaliye (Erzincan). The Çaltı Plutonic rocks consist of granodiorite, granite, granodiorite porphyry and monzogabbro and contain mafic microgranular enclaves (MMEs) in the diorite, granodiorite and monzodiorite lithology.

This study used trace element compositions of zircon obtained using laser ablation inductively coupled plasma mass spectrometry to interpret the petrogenesis of the Çaltı Pluton. The average Hf element concentration of the analyzed zircon grains is 9476 ppm in granite and 9068 ppm in granodiorite from the host rocks. In comparison, it is 8450 ppm in monzodiorite from MME. They exhibit elevated Th/U ratios (>0.5), characteristic of magmatic zircons. Zircons in host rocks (670.53 ppm) have a higher total rare earth element (REE) content than zircons in MMEs (566.33 ppm). The chondrite-normalized REE diagram for the Çaltı samples exhibits almost identical patterns, characterized by a steeply increasing slope resulting from notable enrichment in heavy REEs compared to light REEs. Significant positive Ce and negative Eu anomalies are observed in the zircons of all samples. Applying a Ti-zircon thermometer reveals that magmatic rocks are formed in a narrow crystallization temperature range. According to these calculations, the Ti-zircon temperatures of the studied rocks vary between the values of 662-712 ℃ in granite, 660-796 ℃ in granodiorite and 680-725 ℃ in monzodiorite (MME), respectively.

The combined evaluation of the geochemical behaviors of selected trace elements (U, Hf, Zr, Ce, Th, and Nb) and Harker diagrams suggests that the magma forming the Çaltı Pluton crystallized from a continental crustal source under varying oxidation conditions and was emplaced in a magmatic arc environment.

This research was supported by The Scientific and

Technological Research Council of Turkey (TÜBİTAK) with project

#123Y067

Keywords: Çaltı Pluton, NW Kemaliye, MM*E, Ti-zircon thermometer, zircon geochemistry*

Makine Öğrenme Algoritmaları Kullanılarak Tüm Kayaç Jeokimyasından Oksijen İzotop Verilerinin Tahmini

Prediction of Oxygen Isotope Data from Whole-Rock Geochemistry Using Machine Learning Algorithms

Efe Akkaş (1, 3), Göksu Uslular (2), Chris Harris (3)

(1) Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Beytepe Kampüsü, 06800, Ankara, Türkiye
(2) Kutup Araştırmaları Enstitüsü, TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi, Gebze Kampüsü, Kocaeli, Türkiye
(3) University of Cape Town, Department of Geological Sciences, Rondebosch 7700, South Africa
(akkasefe@hacettepe.edu.tr)

Öz

Oksijen izotopu ($\delta^{18}O$), magmatik farklılaşma, kabuk asimilasyonu ve magmanın manto kaynak özelliklerini anlamak için paha biçilmez petrolojik bir göstergedir. Ancak tüm kayaç ve minerallerden oksijen izotopu analizleri, analitik sınırlamalar ve özütleme süreci nedeniyle zaman alıcı yoğun çalışmalar gerektirir. Ek olarak, izotopik fraksiyonlanma ve alterasyon süreçleri ilksel oksijen izotop değerlerini gizleyebilir. İzotop verilerinin verimliliğini ve erişilebilirliğini artırmak için, bu çalışma, bazalttan riyolite kadar geniş bir kompozisyondaki tüm kayaç jeokimyasını kullanarak $\delta^{18}O$ değerlerini tahmin edebilecek bir makine öğrenimi yaklaşımı sunmaktadır.

En Küçük Kareler Güçlendirme (LSBoost) ve Gauss İşlem Regresyonu (GPR) algoritmaları, tüm kayaç kompozisyonları ile magmatik kayaçların oksijen izotop değerleri arasındaki ilişkileri gözlemlemek için kullanılmıştır. Başlangıçta, literatürden 374 analiz, 7 katmanlı çapraz doğrulama tekniği yoluyla modelleri eğitmek için kullanılmıştır. Her iki regresyon modeli de 1,8'lik bir kök ortalama kare hatası ile makul bir tahmin doğruluğu (R^2 ~0,7) sağlamakla birlikte tüm kayaç jeokimyasından $\delta^{18}O$ değerlerini tahmin etmede etkili bir araç olabileceğini göstermiştir. Yüksek hassasiyetli izotop ölçümleri ile kapsamlı literatür derlemesinin bir kombinasyonu yoluyla, genişletilmiş bir $\delta^{18}O$ ve tüm kayaç jeokimyası veri seti oluşturulması, makine öğrenimi tekniklerinin kararlı izotop jeokimyasını tahmin etme kapasitesini ve yetkinliğini büyük ölçüde arttıracaktır. Bu çalışma 1059B192301145 numaralı TÜBİTAK BİDEB 2219 Yurt Dışı Doktora Sonrası Araştırma Burs kapsamında desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: $\delta^{18}O$ değerleri, En Küçük Kareler Güçlendirme, Gauss İşlem Regresyonu, Makine öğrenimi, Tüm kayaç jeokimyası

Abstract

Oxygen isotopes ($\delta^{18}O$) ***provide invaluable petrological insights into understanding magmatic differentiation, crustal assimilation, and mantle source characteristics of magma. However, direct analyses of oxygen isotope from whole rocks and minerals are often challenging due to analytical limitations, time consuming and labor-intensive extraction process. Additionally, isotopic fractionations and alteration processes might obscure primary oxygen isotope values. To enhance the efficiency and accessibility of isotope data, this study presents a machine learning (ML) approach by integrating whole-rock geochemistry across a broad compositional range from basalt to rhyolite to predict*** $\delta^{18}O$ ***values.***

Least Squares Boosting (LSBoost) and Gaussian Process Regression (GPR) algorithms were used to observe internal relationships between whole-rock compositional data and oxygen isotope compositions of the magmatic rocks. Initially, 374 analyses from literature were used to train the models via 7-fold cross-validation technique. Both regression models yielded a reasonable prediction accuracy (R^2 ~0.7) with a root mean square error of 1.8, demonstrating the capability of ML algorithms to estimate $\delta^{18}O$ values from whole-rock geochemistry effectively. Providing an expanded $\delta^{18}O$ and whole-rock geochemistry dataset in the future, through a combination of extensive literature compilation and high-precision isotope measurements will greatly advance the capacity and capabilities of ML techniques to estimate stable isotope geochemistry. This study was supported within the scope of the TÜBİTAK BİDEB 2219 International Postdoctoral Research Fellowship Program under the project number 1059B192301145.

Keywords: $\delta^{18}O$ *values, Gaussian Process Regression, Least Squares Boosting, Machine learning, Whole rock geochemistry*

Trakya Havzası Maykop Killerinin Jeokimyası: Paratetisin Paleoekolojisi, Petrol ve Manganez Yataklarının Oluşumu Üzerine Çıkarımlar

Geochemistry of the Maycop Clays of the Thrace Basin: Implications for the Oligocene Palaeoecology of Paratethys, and the Formation of Oil and Manganese Deposits

Zeynep Cansu (1), Hüseyin Öztürk (1)

(1) İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Büyükçekmece Kampüsü, İstanbul (zeynep.oru@iuc.edu.tr)

Öz

Trakya havzasında Binkılıç Mn yatağının ana kayaçların oluşturan alt Oligosen killeri, adını Gürcistan- Kafkasya bölgesinde yer alan Maykop killerinin yanal eşdeğeridir. Öte yandan Maykop killeri, Karadeniz ve Hazar Denizi petrol yataklarının kaynak kayacı olarak kabul edilmektedir. Binkılıç çevresindeki (Trakya Havzası) Oligosen yaşlı Maykop killeri 100-200 metre arasındaki kalınlıktadır. Killer laminalı, yeşilimsi kahve renklidir ve içinde birden çok Mn oksit ve Mn karbonat bantları ve konjeryalı kireçtaşı mercekleri bulunmaktadır. Bu Mn yatakları sadece Binkılıç Oligoseninde değil, Bulgaristan, Ukrayna, Kazakistan, Gürcistan bölgesinde de benzer sedimanter kayaçlar içinde yer alır ve rezervleri itibariyle jeolojik tarihte Prekambriyen bantlı Fe- Mn yataklarından sonra denizlerde çökelmiş 2. büyük Mn çökelim dönemini temsil eder.

Manganez yatağı içeren Oligosen killeri PAAS a göre Mn, Ni, U, Tl, Mo, Co, W, As, Hg, Cu, V, P ve Sr açısından sırasıyla 12.15, 10.86, 7.81, 3.30, 2.98, 2.93, 2.72, 2.33, 2.20, 1.80, 1.80, 1.54 ve 1.28 kat zenginleşme göstermektedir. Bu zenginleşme gösteren elementler organofil elementlerdir ve deniz ortamındaki aşırı biyolojik verimliliğe işaret etmektedir. Killerdeki yüksek P değeri de bu görüşü desteklemektedir. Gerek Binkılıç Mn yatağındaki karbonat cevherinin, gerekse konjeryalı kireçtaşlarının C ve O izotop değerleri ve Paratetis Havzasındaki diğer Mn yataklarının duraylı C ve O izotop değerleri, Oligosende ortamın az tuzlu bir deniz ortamı olduğuna işaret etmektedir. Oligosen killeri içindeki yüksek cıva (Hg) değeri bu dönemdeki volkanik aktivitenin bir kanıtı olmalıdır. Oligosenden Alt Oligosen sonlarına kadar Karadeniz kıyılarındaki volkanik aktivite ve asit yağışlarının neden olduğu karasal ayrışmayı ve erozyonu hızlandırmış, Karadeniz ve Hazar Havzasında birkaç bin km kalınlığa erişen kil çökelimi gerçekleşmiştir. Eosen sonu soğumasının ardından Alt Oligosen sonuna doğru yaşanan ısınma ve buzulların erimesi sonucu tüm Paratetis havzasında üstte tatlı, alta tuzlu olacak şekilde bir tabakalı su yapısı oluşmuştur. Bu tabaka; deniz suyunun orta ve alt kısmının oksijenlenmesini engellemiş ve bu su kolonundaki organik maddeler deniz tabanına inerek saprofelik sedimentleri oluşturmuş olmalıdır. Saprofellerin anoksik parçalanması sonucu bünyelerindeki Ni, U, Tl, Mo, Co, W, As, Hg, Cu, V, P ve Sr, W, Tl, As, Ba gibi iz elementler suya transfer olmuş olmalıdır. Organofilik elementlerce zengin anoksik dip suyu belli dönemlerde etkin olan akıntılarla derin ortamdan sığ ortama taşınmış ve burada organofilik iz elementlerce zengin Mn oksit çökelimi gerçekleşmiştir.

Anahtar Kelimeler: Binkılıç, iz element jeokimyası, Manganez, Maykop killeri, Paratetis,

Abstract

The early Oligocene clays forming the host rock of the Binkilic Mn deposit in the Thrace basin are the lateral equivalent of the Maikop clays named after the Georgian-Caucasus region. On the other hand, Maykop clays are recognised as the source rock of the oil deposits around the Black Sea and Caspian Sea. The Maykop clays around Binkilic (Thrace Basin) are between 100 and 200 metres thick. The clays are laminated, greenish brown in colour and contain many bands of Mn oxides and Mn carbonates and lenses of Congerian limestone. The Mn deposits are found not only in the Binkilic Oligocene, but also ocur in similar sedimentary rocks in Bulgaria, Ukraine, Kazakhistan, Georgia and represent the second largest marine manganese depositional period in geological history after the Precambrian banded Fe-Mn depositional period.

Mn-bearing Oligocene clays show 12.15, 10.86, 7.81, 3.30, 2.98, 2.93, 2.72, 2.33, 2.20, 1.80,1.80, 1.54 and 1.28 times enrichment for Mn, Ni, U, Tl, Mo, Co, W, As, Hg, Cu, V, P and Sr relative to PAAS. These enriched elements are organophile elements and indicate excessive biological productivity in the marine environment. The high P value in the clays also supports this approach. The C and O isotope values of both the carbonate ore in the Binkilic Mn deposit and the congerian limestones and the stable C and O isotope values of other deposits in the Paratethys Basin indicate that the environment in the Oligocene was a low saline marine environment. The high mercury (Hg) values in the Oligocene clays should also be evidence of volcanic activity during this period. From the Oligocene to the end of the Lower Oligocene, volcanic activity and acid precipitation along the Black Sea coast accelerated terrestrial weathering and erosion, resulting in clay deposits up to several kilometres thick in the Black Sea and Caspian Basin. Following the cooling at the end of the Eocene, the warming towards the end of the Lower Oligocene and the melting of the glaciers resulted in the formation of a stratified water structure in the entire Paratethis basin, with fresh water at the top and salty water at the bottom. This fresh water level prevented the oxygenation of the middle and lower part of the seawater and the organic materials in this water column must have dropt down to the seabed and formed sapropelic sediments. Elements such as W, Tl, As, Ba must have been transferred to the water as a result of anoxic decomposition of sapropels. The anoxic bottom water rich in organophilic elements was transported from the deep environment to the shallow environment by the currents that were active in certain periods and organophilic trace elements rich Mn oxides were deposited here.

Keywords: *Binkılıç, Trace element geochemistry, Manganese, Maycop Clays, Paratethys,*

Gaziantep-Kilis Arası Bölgede Yüzeylenen Volkanik Kayaçların Petrolojik ve Jeokimyasal Olarak İncelenmesi: Ön bulgular

Petrological and Geochemical Investigation of Volcanic Rocks Exposed in the Gaziantep-Kilis Region: Preliminary Results

Ebru Erdoğan (1), Elif Varol (2), Özgür Karaoğlu (3)

(1) erdoganeee@outlook.com
(2) elvarol@hacettepe.edu.tr
(3) ozgur.karaoglu@ogu.edu.tr

Öz

Bu çalışmada, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde, Gaziantep'in güneyinden Suriye sınırına kadar uzanan alanda yüzeylenen volkanik kayaçlar mineralojik ve jeokimyasal açıdan incelenmiştir. Arazi gözlemlerinde, bu masif kayaçların genellikle yuvarlaklaşmış bloklar halinde bulunduğu tespit edilmiştir. Koyu renkli bazaltik özellikteki bu kayaçlar, olivin, klinopiroksen, plajiyoklaz ve oksit minerallerinden oluşan bir mineral birlikteliğine sahiptir. Birçok örnekte belirgin olan veziküler dokulu kayaçlar içerisindeki boşlukların kalsit ile doldurulduğu gözlenmiştir. Genel olarak ince taneli hipokristalin porfirik doku yaygın olup, az sayıda örnekte afanitik doku da mevcuttur. Tüm örneklerde, prizmatik plajiyoklaz mineralleri arasını klinopiroksen minerallerinin doldurduğu intergranüler doku dikkat çekmektedir. Olivin minerallerinin tamamında iddingsitleşme gözlenmiş; prizmatik plajiyoklazlarda ise yoğun ikizlenme ve yer yer zonlanma tespit edilmiştir.

Jeokimyasal analizler sonucunda, örneklerin hem alkali hem de subalkali karakterde olduğu ve traki-bazalt, bazalt ile bazaltik andezit bileşimine sahip oldukları belirlenmiştir. Bu bulgular, bölgedeki volkanik kayaçların oluşum ortamı ve mekanizmasını anlamak için değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler, bazı örneklerin yay magmatizmasının etkilerini taşımasına rağmen, çoğunluğunun kıta içi bazalt özellikleri sergilediğini göstermektedir.

Doğu ve Güneydoğu Anadolu'daki Neojen ve Kuvaterner yaşlı volkanik kayaçların varlığı **literatürde belgelenmiştir.** Daha önce petrografik ve jeokimyasal açıdan incelenmemiş olan çalışma bölgesinde yüzeylenen volkanik kayaçlar, çalışma alanının genişletilmesiyle detaylandırılacak, petrografik, jeokimyasal ve jeokronolojik çalışmalarla desteklenerek bölgenin jeodinamik evrimi ve tektonik süreçleri konusunda daha kapsamlı bilgiler sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Gaziantep-Kilis, kıta içi bazalt, mineraloji-jeokimya, volkanik kayaç, yay volkanizması

Abstract

This study examines the mineralogical and geochemical characteristics of volcanic rocks in the area extending from the south of Gaziantep to the Syrian border in the Southeastern Anatolia Region. Field observations reveal that these massive rocks typically occur as rounded blocks. The dark-colored basaltic rocks are composed of a mineral assemblage including olivine, clinopyroxene, plagioclase, and oxide minerals. Numerous samples with a pronounced vesicular texture were found to have pores infilled with calcite. Fine-grained hypocrystalline porphyritic textures predominate, while aphanitic textures are observed in a limited number of samples. All samples exhibit intergranular textures, characterised by clino-pyroxene minerals occupying the spaces between prismatic plagioclase minerals. Iddingsitization is evident in all olivine minerals, while prismatic plagioclase minerals frequently display twinning, and in some cases, zoning.

Geochemical analyses reveal that the samples exhibit both alkaline and sub-alkaline affinities and are classified as trachybasalt, basalt, and basaltic andesite. These results have been evaluated to investigate the tectonic setting and origin of the volcanic rocks in the region. While some samples reflect the influence of arc magmatism, the majority display characteristics typical of intraplate basalts.

The existence of Neogene and Quaternary volcanic rocks in Eastern and Southeastern Anatolia has been documented in the literature. The volcanic rocks exposed in the study area, which have not been previously studied petrographically and geochemically, will be detailed by expanding the study area and will provide more comprehensive information on the geodynamic evolution and tectonic processes of the region, supported by petrographic, geochemical and geochronological studies.

Keywords: *Gaziantep-Kilis, within plate basalt, mineralogy-geochemistry, volcanic rocks, arc volcanism*

Yanışlı (Gülnar-Mersin) (FeOx)-Cu-(Au) Cevherleşmesinin Jeokimyasal Karakteristikleri

(Geochemical Characteristics of the Yanışlı (Gülnar-Mersin) (FeOx)-Cu-(Au) Mineralization)

Ali Uzumer (1), Deniz Tiringa (2), Güvenç Demirkiran (3), Sebahattin Ak (4), Utku Bağ (5)

(1) MTAIC, Ankara
(2) Şimşek Grup Müş. İnş. Pet. ve Mad. San. Tic. A.Ş., Çankaya, Ankara.
(3) Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA), Doğu Akdeniz Bölge Müdürlüğü, Adana
(4) Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA), Orta Anadolu II. Bölge Müdürlüğü, Konya
(5) Mersin Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Mersin
(ali.uzumer@hotmail.com)

Öz

Yanışlı (FeOx)-Cu-Au cevherleşmesi Orta Torosların güneyinde (Gülnar-Mersin) yer almakta olup yörede Geyikdağı birliğine özgü Emirgazi formasyonu (Geç Proterozoyik), Karayar formasyonu (Geç Silüriyen-Erken Devoniyen), Ayıtepesi formasyonu (Erken Devoniyen), Yanışlı formasyonu (Jura), Köroğlu Tepesi formasyonu (Jura–Kretase), ve Görbiyesdağı birliğine özgü Sağkaya formasyonuna (Jura–Kretase) ait litolojiler yüzeylemektedir.

Yanışlı FeOx-Cu-Au cevherleşmesi Jura yaşlı Yanışlı formasyonuna ait metakumtaşı, demirli kumtaşı ve kireçtaşı düzeylerini Prekambriyen yaşlı Emirgazi formasyonuna ait silttaşı, şeyl, ince dolomitik düzeylerinden ayıran doğuya doğru dalımlı, K-G doğrultulu tektonik bir hat boyunca gelişmiş olup hematit, limonit ve götitten oluşan orta tenörlü (% 40-45 Fe) bir cevherleşmedir. Cevher parajenezinde ayrıca pirit, kalkopirit, sfalerit, altın, dijenit, markazit ve yer yer de okside olmuş bakır (malakit-azurit) mineralleri izlenmektedir.

Çalışma alanından alınan 36 adet kayaç örneğinde yapılan jeokimyasal analizlerde, Fe_2O_3 (%23-73.3), Au (20-14800 ppb), Ag (1-32.4 ppm), Cu (110-3773 ppm), Pb (38-2141), Zn (70-538) ve As (610-6062 ppm) aralıklarında değişen değerler elde edilmiştir. Pirit minerallerinden yapılan 34S izotop analiz sonuçlarından elde edilen (δ34S ‰ VCDT) ‰12,4 ile ‰27,7 $\delta^{34}S$ izotop değerleri, sedimanter kökenli bir kaynağa işaret etmektedir. Bunun yanı sıra bazı ölçümlerde elde edilen görece düşük (‰2.2 34S) değerler, demirin dışındaki cevherleşmelerin oluşumunda hidrotermal veya magmatik süreçlerin etkin rol oynadığını göstermektedir. Kalsit örneklerinden yapılan izotop analizlerinde elde edilen yüksek $\delta^{18}O$ ve $\delta^{13}C$ değerleri de bu sonucu desteklemektedir.

Çalışmalarda elde edilen sonuçlara göre Yanışlı (FeOx)-Cu-Au cevherleşmesinin sedimanter kökenli bir demir cevherleşmesi olduğu, oluşum sonunda gelişen metamorfizma, tektonizma ve karstlaşmaya bağlı olan süreçlerin, birincil cevheri remobilize ederek bugünkü konumunu taşıdığı, ayrıca gelişen ilave bir hidrotermal sürecin baz metalleri ortama taşıyarak epijenetik cevherleşmeleri oluşturduğu ve demir cevherleşmesini de limonit-götite dönüştürerek zenginleştirdiği anlaşılmaktadır.

Bu araştırma (2022-1-TP3-4696) proje kapsamında Mersin Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi tarafından desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Orta Toroslar, Mersin, Demir, Altın, Bakır, Jeokimya, İzotop

Abstract

Yanışlı (FeOx)-Cu-Au mineralization is located in the south of the Central Taurus Mountains (Gülnar-Mersin), and lithologies belonging to the Emirgazi formation (Late Proterozoic) specific to the Geyikdağı unit, the Karayar formation (Late Silurian-Early Devonian), the Ayıtepesi formation (Early Devonian), the Yanışlı formation (Juras), the Köroğlu Tepesi formation (Juras–Cretaceous) and the Sağkaya formation (Juras–Cretaceous) specific to the Görbiyesdağı unit crop out in the region.

Yanışlı FeOx-Cu-Au mineralization is a medium-grade (40-45% Fe) mineralization consisting of hematite, limonite and goethite, developed along an eastward-dipping, N-S tectonic line separating the metasandstone, ferruginous sandstone and limestone levels of the Jurassic Yanışlı formation from the siltstone, shale and thin dolomitic levels of the Precambrian Emirgazi formation. Pyrite, chalcopyrite, sphalerite, gold, digenite, marcasite and occasionally oxidized copper (malachite-azurite) minerals are also observed in the ore paragenesis.

Geochemical analysis of 36 rock samples from the study area showed variations in Fe_2O_3 (%23-73.3), Au (20-14800 ppb), Ag (1-32.4 ppm), Cu (110-3773 ppm), Pb (38-2141 ppm), Zn (70-538 ppm), and As (610-6062 ppm) values. The results of sulfur isotope analysis (34S) of pyrite minerals ranged from (δ34S ‰ VCDT) ‰12.4 to ‰27.7, indicating a sedimentary source. Additionally, some measurements with relatively low (‰2.2 34S) values suggest that hydrothermal or magmatic processes played a significant role in the formation of the non-iron ore deposits. The high $\delta^{18}O$ and $\delta^{13}C$ values from the calcite samples also support this conclusion.

Based on the results obtained in the study, it is concluded that the Yanışlı (FeOx)-Cu-Au ore deposit is a sedimentary-origin iron ore deposit, and the metamorphism, tectonism, and karstification processes that developed at the end of the formation remobilized the primary ore, relocating it to its present position. Furthermore, an additional hydrothermal process transported base metals to the environment, forming epigenetic ores and enriching the iron ore by converting it into limonite-goethite.

This research is supported by the Mersin University Scientific Research Project (2022-1-TP3-4696).

Keywords: *Central Taurus Mountains, Mersin, İron, Gold, Copper, Geochemistry, Isotope*

JEOKİMYAOTURUMU

Geochemistry Session

Faruk AYDIN, Güllü Deniz DOĞAN-KÜLAHCI, Mehmet KESKİN, Vural OYAN

Poster Sunumlar/*Poster Presentations*

Çayağzı Siyenitoyidi'nden Yeni Jeokimyasal Veriler

New Geochemical Data from Çayağzı Syenitoid

Özgür Sapancı (1), Nezihi Köprübaşı (2)

(1) Kocaeli Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü
(2 Kocaeli Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü
(o.sapanci@gmail.com)

Öz

Üst Kretase yaşlı Çayağzı Siyenitoyidi çalışma alanının kuzeydoğusunda Çayağzı Kasabası çevresinde yüzeylenmekte olup, Kırşehir il merkezinin yaklaşık olarak 15 km kuzeyinde yer almaktadır. Çayağzı Syenitoidi Çayağzı kasabası ile Terziali köyleri arasında yüzeyleyerek yaklaşık 10 km$^{2'li}$k geniş bir alan kaplamaktadır. Syenitoid, apofiz, dayk ve silden oluşmakta ve sahadaki metamorfik birimlerin içine sokulmaktadır.

Çayağzı Syenitoidi KB-GD doğrultulu faylar ile kesilmiştir. Arazi gözlemleri sonucunda, syenitoyidin hem geç Permiyen yaşlı Bozçaldağ hem de geç Devoniyen yaşlı Kalkanlıdağ formasyonlarına sokulduğu; bu kapsamda Demirli Bindirme hattının hem tavan hem de taban bloğuna yerleştiği gözlenmiştir.

Siyenitoyidin, Bozçaldağ Formasyonu ile yaptığı kontaklarda mermerler içerisinde kalsit oluşumlarının geliştiği izlenirken, kontağın diğer tarafında zayıf endoskarn oluşumu ve seyrek granat oluşumları gözlenmektedir. Ayrıca makro gözlemlerde yer yer pirit ve florit oluşumları takip edilebilmektedir. Saha çalışmaları doğrultusunda birimi temsil edecek 5 adet petrografik ve jeokimyal analizler için örnek alınmıştır.

Polarizan mikroskop altında bazı örneklerde biyotit ve muskovit türü mikalar izlenirken, örneklerde baskın olarak ortoklaz ve mikroklin görülmüştür. İnce kesitte genel olarak holokristalen dokuya sahip kayaçlarda, kafes ikizlenmesi ile mikroklin karakteristik bir mineral olarak izlenmiştir.

Çayağzı Siyenitoyidi'nden alınan örnekler üzerinde yapılan jeokimyasal çalışmalarda, plütonun yüksek-K, kalk-alkalen ve peralümina karakterlerinde olduğu belirlenmiştir. Çarpışma ile ilişkili ve/veya yay magmatizması özelliklerini taşıyan Çayağzı Siyenitoyidi'nin, Eu/Eu* - SiO2, Ba - Eu, Ba - Sr ve Rb - Sr diyagramları ile plütonun fraksiyonel kristallenme, asimilasyon ile beraber fraksiyonel kristallenme ve magma karışımı süreçlerinden geçtiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çayağzı, Jeokimya, fraksiyonel kristallenme, magma karışması

Abstract

The Upper Cretaceous-aged Çayağzı Syenitoid is exposed in the northeastern part of the study area around Çayağzı Town, located approximately 15 km north of Kırşehir city center in Central Anatolia. The Çayağzı Syenitoid outcrops in an area of about 10 km², including apophyses, dykes, and sills, and is intruded into the surrounding metamorphic units.

The Syenitoid is cut by NE-SW oriented faults. Field observations indicate that the syenitoid is intruded into both the Late Permian-aged Bozçaldağ Formation and the Late Devonian-aged Kalkanlıdağ Formation. In this context, it has been observed that the syenitoid is inserted into both the hanging wall and footwall of the Demirli Thrust Fault.

At the contact between the syenitoid and the Bozçaldağ Formation, re-crystallization developed within marbles was observed, while on the other side of the contact, weak endoskarn formation and sparse garnet occurrences were examined. Additionally, in macro-observations, local pyrite and fluorite inclusions were also identified. Based on fieldwork, 5 geochemical and petrographic samples were collected.

Under a polarizing microscope, some samples showed two types of mica, biotite and muscovite, while orthoclase and microcline were predominantly observed in the samples. In thin sections, the holocrystalline texture was observed, with characteristic microcline showing cage twinning.

Geochemical studies conducted on the samples from the Çayağzı Syenitoid reveal that the pluton exhibits high-K, calc-alkaline, and peraluminous characteristics. The Çayağzı pluton, which shows collision-driven and/or extensional magmatism features, has undergone fractional crystallization, assimilation-fractional crystallization, and magma mixing processes, as determined through the ratios of trace elements and major element oxides, such as Eu/Eu - SiO2, Ba - Eu, Ba - Sr, and Rb - Sr.*

Keywords: *Çayağzı, Geochemistry, Fractional Crystallization, Magma Mixing*

Bartın ile Samsun-Ordu Arası Sahil Plaser Oluşumlarının Jeokimyasal *Özellikleri*: Detritik Ağır Minerallerin Kökenine Yönelik Kısıtlamalar

Geochemistry of Beach Sands from Bartın, Samsun and Ordu Coastal Placer Formations: Constraints on the Provenance of Detrital Heavy Minerals

Pelin Coşanay (1), Halim Mutlu (1)

(1) Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06830 Gölbaşı, Ankara, Türkiye (pelincsny@gmail.com)

Öz

Çalışma alanı, Kuzey Anadolu Dağları›nın (Pontidler) kıyı şeridine paralel uzandığı Karadeniz sahil bölgesinin doğu (Samsun ve Ordu) ve batı (Bartın) kesiminde yer almaktadır. Bartın (n=27) ve Samsun-Ordu illeri arası (n=49) kıyı şeridinin 11 farklı bölgesinden elde edilen sahil kumu sedimanları ve ana kayaların NTE (nadir toprak elementi) bileşimleri ve detritik opak ağır minerallerin iz element kimyası incelenmiştir. Karadeniz kıyılarının jeomorfolojisi ve farklı kıyı süreçleriyle oluşan akarsu deltaları ile alüvyon yelpazeleri, kıyı plaser alanlarının birikimi üzerinde önemli rol oynar. Sahil kumlarının jeokimyasal bileşimi, bölgede yüzeylenen kaynak kayaçlar, mevsimsel yağışlar, deniz seviyesindeki değişimler ve kıyı akıntılarına göre farklılıklar göstermektedir.

Petrografik gözlemler ve jeokimyasal analiz sonuçlarına göre, sahil kumlarında bulunan mineral topluluğu değişkenlik göstermektedir; manyetitler volkanik kayaç parçalarının matriksinde dağınık taneler, piroksen fenokristalleri içerisinde kapanımlar ve serbest taneler halinde bulunmaktadır. Sahil kumlarında toplam NTE+Y içerikleri 30.9 ile 162.1 ppm arasında değişmektedir. Kondrite göre normalize edilen NTE diyagramlarında, tüm lokasyonlardan incelenen plaj kumlarında, hafif NTE'lerde (HNTE) zenginleşme derecesi hem plaj kumları hem de kaynak kayaçlar için ağır nadir toprak elementlerinden (ANTE) yaklaşık 10 kat daha yüksektir. Örneklerin NTE desenleri, Samsun ve Ordu bölgelerindeki hem bazaltik hem de andezitik kayaçlarla uyumludur. Negatif Eu (Eu/Eu*) anomalileri (0.46 ila 0.83) esas olarak mafik tip kayaçların kaynaklık yaptığını göstermektedir.

Tüm kum fraksiyonunda, Ordu (Çarşamba)-Cuma Deresi ve Samsun-Terme örneklerinde manyetitin bolluğu ve Fe2O3 içeriği Samsun-Yeşilırmak-Miliç, Ordu-Ele-Akçaova-Turnasuyu dereleri ve Bartın örneklerinden çok daha yüksektir. Mineral kimyası çalışmaları manyetitlerin mafik plütonik ve volkanik kayaçlardan türediğini ortaya koymuştur. Ancak, plaj kumlarındaki manyetitin çözünme-yeniden birikme süreçlerinde stokiyometrik bileşiminde değişimler belirlenmiştir. Manyetitlerin iz element konsantrasyonları, andezitik kayaçlar içindeki manyetit fenokristalleri ve Bushveld Kompleksi (Fe-Ti-V yatakları) kökenli masif manyetitlerinin iz element konsantrasyonlarıyla karşılaştırılmıştır. İncelenen manyetitlerin iz element içerikleri benzer desenler sergilemektedir. Manyetit açısından uyumsuz davranan Si, Ca, P, Y, Zr ve Pb elementlerinde düzensiz değişimler ve düşük konsantrasyonlar gözlenmiştir. Manyetit ile uyumlu elementler (örn. Mg, Co, Ni, V ve Cr) Fe-Ti-V tipi yataklardaki masif manyetitlerde oldukça zengindir ancak incelenen manyetitlerdeki bu elementlerin konsantrasyonları oldukça düşüktür. Karadeniz bölgesindeki sahil kumlarındaki manyetitlerin Mn ve Ti (manyetit ile uyumlu elementler) desenleri, andezitik ve Fe-Ti-V yataklarında bulunan manyetitlerle uyumludur.

Bu çalışmada, Samsun ve Ordu plaj kumlarında petrografik ve jeokimyasal değişimlerin, Yeşilırmak ve Melet nehirleri tarafından taşınan sedimanlar tarafından kontrol edildiği belirlenmiştir. Buna karşılık, Bartın sahil bölgesi farklı kaynak alanlarından beslenmektedir. Bu nedenle, tane boyu dağılımı veya hidrolik etkiler, provenans çalışmalarında önemli bir etkiye sahip değildir.

Anahtar Kelimeler: Ağır mineral, Karadeniz, mineral kimyası, provenans, sahil kumu

Abstract

The study areas are located in the eastern (Samsun and Ordu) and western (Bartın) part of the Black Sea coastal region, where the Northern Anatolian Mountains (Pontides) extend parallel to the shoreline. In this study, bulk beach sand sediments and adjacent rocks sampled from 11 different locations along the shoreline between Bartın (n=27) and Samsun-Ordu (n=49) provinces were analyzed for their REEs (rare earth elements) compositions and trace elements contents of magnetites. The geomorphology of the Black Sea coasts, formed by various coastal processes, have an impact on the formation of fluvial deltas and alluvial fans, which facilitate the accumulation of coastal placer deposits. The geochemical composition of coastal sands varies based on the exposed source rocks, placer formation zones, seasonal precipitation, sea level changes, and coastal currents.

Petrographic observations and chemical analyses of the study area reveal variations in the mineral assemblages within the coastal sands. Magnetites are observed as dispersed grains within the matrix of volcanic rock fragments, inclusions within pyroxene phenocrysts, and as liberated grains. The total REE+Y contents of coastal sands range between 30.9 and 162.1 ppm. In chondrite normalized-REE diagrams, the degree of enrichment in light REEs (LREE) is approximately ten times higher than that of heavy REEs (HREE) for both beach sands and source rocks across all locations. The REE patterns of the samples align with basaltic and andesitic rocks from the Samsun and Ordu regions. Negative Eu anomalies (Eu/Eu= 0.46 to 0.83) indicate derivation from mafic-type source rocks.*

In the bulk sand fraction, the abundance of magnetite and Fe2O3 content in samples from Ordu-Cuma Stream and Samsun-Terme are higher than in samples from Samsun-Yeşilırmak-Miliç, Ordu-Ele-Akçaova-Turnasuyu streams, and Bartın. Mineralogical studies of magnetite indicate that its derivation from mafic plutonic and volcanic rocks. However, the results of this study suggest that dissolution-reprecipitation processes cause variations in the stoichiometric composition of magnetite. Trace element concentrations of magnetite were compared with those of magnetite phenocrysts in andesitic rocks and massive magnetite of orthomagmatic origin from the Bushveld Complex (Fe-Ti-V deposits). Incompatible elements for magnetite, such as Si, Ca, P, Y, Zr, and Pb, show irregular variations and low concentrations. Elements compatible with magnetite (e.g., Mg, Co, Ni, V, and Cr) are highly enriched in magnetites from Fe-Ti-V deposits, but their concentrations are notably low in the studied samples.

Our study also represents that the petrographic and geochemical changes in the Samsun and Ordu beach areas are largely controlled by the type of sediment transported by the Yeşilırmak and Melet rivers. In contrast, Bartın bays receive sediments from different source areas. Therefore, determining the geochemical composition of beach sand in provenance studies is likely more important than the mean grain size distribution or hydraulic sorting.

Keywords: *Beach sand, Black Sea, heavy mineral, mineral chemistry, provenance*

Geç Kretase Granitoyitleri: Doğu Sakarya Zonu'ndaki Yay Magmatizmasının Evrimi ve Mineralizasyon Üzerine Etkileri

Late Cretaceous Granitoids of the Eastern Sakarya Zone: Unraveling the Evolution of Arc Magmatism and its Implications for Mineralization

Farzaneh Bakhshizad (1), Orhan Karslı (1), Faruk Aydın (1)

(1) Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 61080, Trabzon (farzanehbakhshizad@gmail.com)

Öz

Geç Kretase granitoyitleri, Doğu Sakarya Zonu'nda (DSZ) oldukça yaygındırlar. Bu bölge, 92 ila 76 milyon yıl önce gelişmiş bir yay ve yay gerisi sistemi ile karakterize edilmektedir. Bu yay gerisi sistemi, tabanda Çatak bazaltları, üzerinde Kızılkaya dasit-riyolitleri, Çağlayan andezitleri ve üstte Tirebolu riyolitlerini içeren 3.500–5.500 m kalınlığında bir litolojik dizilimden oluşur. Volkanojen masif sülfit (VMS) yatakları ağırlıklı olarak Kızılkaya dasit-riyolitleri içinde yer almakta ve bunlar, yüksek εNd(t) ve εHf(t) değerleri gibi radyojenik izotopik bileşimleri ve radyojenik zirkon εHf(t) değerleri göstermektedirler. Buna karşılık, yay ile ilişkili volkanik ve plütonik kayaçlar, izotopik kompozisyon açısından geniş bir yelpazeye sahiptir ve bazıları Geç Kretase Cu-Mo porfiri ve epitermal sistemleri ile ilişkilidir. Bu çalışma, Doğu Sakarya Zonu'nda önemli bir porfiri Cu-Mo sistemi olarak tanımlanan Elbeyli bölgesindeki Geç Kretase granitoyitlerini kapsar. Potasyum feldispat granitlerden monzogranitlere ve gabrolara kadar değişen bu kayaçlar; kuvars, potasyum feldispat, zonlu plajiyoklaz, amfibol, biyotit ve allanit (felsik kayaçlar için) ile klinopiroksen, plajiyoklas ve amfibol (biyotit ile birlikte, mafik kayaçlar için) minerallerini içerirler. Zirkon U-Pb yaş verileri, felsik kayaçların 78.05 ± 0.67 Ma ile 82.43 ± 0.75 Ma arasında, gabroların ise 87.67 ± 0.38 Ma yaşlı olduğunu göstermiştir. Genç granitik dayklar 48.15 ± 0.34 Ma ile 47.80 ± 0.17 Ma yaş aralığındadır. Gabrolar, ağır nadir toprak elementlerine (HREE) göre hafif nadir toprak elementlerinde (LREE) hafif bir zenginleşme veya yay toleyitlerine benzer şekilde LREE tüketilmesi ve belirgin bir Eu zenginleşmesi göstermektedir. Granitler, LREE zenginleşmesi ile Eu tüketilmesi sergilemekte ve tüm kayaçlar Nb-Ta açısından tükenmiş, ancak Th, U, Pb ve K açısından zenginleşmiştir.İzotopik olarak, gabroların, εNd(t) değerleri +3.5 ila +4.7 ve εHf(t) değerleri +10.3 ila +11.3 olan radyojenik bileşimler sergilemekte ve NHRL üzerinde Δ7/4 (14.7–15.5) ve Δ8/4 (57.9–61.8) değerleri göstermektedir. Granitler, zenginleşmiş bir litosferik manto kaynağından türemiş olabilir ve εNd(t) değerleri +1.1 ila –3.6, εHf(t) değerleri +6.1 ila –1.6 arasında değişmektedir. Ayrıca, yüksek Δ7/4 (11.2–15.1) ve Δ8/4 (42.8–58.3) oranları, kaynağa sediman katkısını işaret etmektedir. Zirkon iz element oranları (ör. 10000×Eu/Eu*/Yb(n)), bu kayaçların mineralizasyon açısından "verimsiz" olduğunu ve saha gözlemleri ile tutarlı bir şekilde mineralizasyon içermediğini göstermektedir. Gabrolar için zirkon εHf(t) değerleri sürekli olarak +6'nın üzerinde, granitler için ise +5'ten –4'e kadar değişken, bazı örneklerde ise –10'a kadar düşmektedir. Bu durum, granitlerin kabuksal asimilasyondan etkilenmiş olduğunu göstermektedir. Bu bulgular, daha yaşlı gabroik kayaçların (~88 Ma) zenginleşmiş bir manto kamasından türediğini, granitik kayaçların (~82–78 Ma) ise litosferik mantodan türediğini ve önemli ölçüde kabuksal asimilasyon etkisine maruz kaldığını göstermektedir. Bu çift kaynaklı evrim, Doğu Sakarya Zonu magmatik sistemlerin jeokimyasal özelliklerini ve mineralizasyon potansiyelini şekillendiren manto süreçleri ve kabuksal katkıların etkileşimini vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Geç Kretase granitoyitleri, Doğu Sakarya Zonu, yay-yay gerisi magmatizması, zirkon jeokronolojisi.

Abstract

Late Cretaceous granitoids are abundant in the Eastern Sakarya Zone (ESZ) of North Türkiye, a region characterized by an arc and backarc system developed between 92 and 76 Ma. This backarc system comprises a 3,500–5,500 m thick sequence including the Çatak basalts, Kızılkaya dacites-rhyolites, Çağlayan andesites, and Tirebolu rhyolites. Volcanogenic massive sulfide (VMS) deposits are predominantly hosted within the Kızılkaya dacites-rhyolites, which exhibit radiogenic isotopic signatures (high εNd(t) and εHf(t) values) alongside radiogenic zircon εHf(t) values. In contrast, arc-related rocks, including volcanic and plutonic varieties, display a spectrum of isotopic compositions, with some linked to Late Cretaceous Cu-Mo porphyry and epithermal systems. This study examines the Late Cretaceous granitoids, ranging from potash feldspar granites to monzogranites and gabbros, in the Elbeyli area, identified as a key porphyry Cu-Mo system. The felsic rocks contain quartz, potash feldspar, zoned plagioclase, amphibole, biotite, and allanite, while the mafic rocks comprise clinopyroxene, plagioclase, amphibole, and minor biotite. Zircon U-Pb geochronology reveals felsic rocks aged between 78.05 ± 0.67 Ma to 82.43 ± 0.75 Ma, gabbros at 87.67 ± 0.38 Ma, and younger granitic dikes at 48.15±0.34 to 47.80±0.17 Ma. Gabbros exhibit a slight enrichment in light rare earth elements (LREE) relative to heavy rare earth elements (HREE), occasionally showing LREE depletion akin to arc tholeiites and marked Eu enrichment. Granites display LREE enrichment with Eu depletion, and all rocks are depleted in Nb-Ta while enriched in Th, U, Pb, and K. Isotopically, the gabbros exhibit radiogenic signatures with εNd(t) values of +3.5 to +4.7 and εHf(t) of +10.3 to +11.3, coupled with elevated Δ7/4 (14.7–15.5) and Δ8/4 (57.9–61.8) ratios above the NHRL. Granites, likely derived from an enriched lithospheric mantle source, show εNd(t) values of +1.1 to –3.6 and εHf(t) values of +6.1 to –1.6, along with similar high Δ7/4 (11.2–15.1) and Δ8/4 (42.8–58.3) ratios, suggesting sediment involvement. Zircon trace elements, such as 10000×Eu/Eu*/Yb(n) ratios, indicate barren characteristics, consistent with the lack of mineralization observed during fieldwork. Zircon εHf(t) values for gabbros are consistently above +6, whereas granites show a wide range from +5 to –4, with some as low as –10, indicative of crustal assimilation. We propose that the older gabbroic rocks originated from a subduction-related, enriched mantle wedge (~88 Ma), while the granitic rocks (~82–78 Ma) were produced from lithospheric mantle sources, significantly influenced by crustal assimilation. This dual source evolution highlights the interplay between mantle processes and crustal contamination, shaping the geochemical characteristics and mineralization potential of the ESZ magmatic systems.

Keywords: *Late Cretaceous granitoids, Eastern Sakarya Zone, arc-back arc magmatism, zircon geochronology.*

JEOTEKNOLOJİ OTURUMU

Geotechnology Session

Ziyadin ÇAKIR, Tolga GÖRÜM, Yazgan KIRKAYAK, Hakan Ahmet NEFESLİOĞLU, Esin ŞİŞMAN

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

Jeologlar İçin Hızlı, Etkili ve Kolay 3 Boyutlu Katı Modelleme ve Taslak Yazılımı - Rapid Geology

Fast, Efficient and Easy 3D Solid Modeling and Drafting Software for Geologists - Rapid Geology

Cengiz Doğangül (1), Daniel Patel (2)

(1)Target Geology,Prof.Dr.Ahmet Taner Kışlalı Mah. Banga Bandhu Blv. Özçelik İmaj İş Merkezi No:94/40, 06810 Çayyolu, Çankaya, Ankara
(2)Rapid Geology AS, Rinddalen 41, 5099 Bergen, Norway
(cd.cengiz.dogangonul@gmail.com)

Öz

Jeologların çizimler üretmek için malesef iyi araçlara sahip oldukları söylenemez. Bu nedenle, jeologların Adobe Illustrator veya PowerPoint'e yerleşik çizim işlevleri gibi genel 2B çizim programlarını kullanması alışılmadık bir durum değildir. Ancak, bu araçların dezavantajları vardır: kullanımı zaman alıcıdır, çizim becerileri gerektirir ve sonuçlar, biraz farklı bir bakış açısı kullanmak gibi değişiklikler için yeniden yapılması gereken 2B görüntülerdir. Buna bir çözüm sunuyoruz: jeoloji için özel olarak tasarlanmış 2B ve 3B çizim ve iletişim aracı. Yalnızca jeoloji için özel olarak çizim işlevini destekleyerek, birinin kolayca ve hızlı bir şekilde jeolojik çizimler oluşturabileceği bir araç geliştirebildik. Çalışmalarımız, Adobe Illustrator ile karşılaştırıldığında aracımızı kullanarak çizim süresinin saatlerden dakikalara indirilebileceğini gösteriyor.

Araç, Norveç Araştırma Konseyi, Equinor, UIB ve CMR (NORCE) arasındaki bir iş birliği olan Geoillustrator [geoill] araştırma projesinden kaynaklanmaktadır. O zamanki amaç da basit bir 3B jeolojik çizim programı oluşturmaktı, ancak bunun tahmin edilenden çok daha zor olduğu ortaya çıktı. NORCE'de daha fazla araştırma yapılması ve ardından son 3 yıldır çözümü hayata geçirmek için çalışan yan kuruluş Rapid Geology AS'nin takip etmesi, hedefe ulaşmamızı sağladı.

Kütle dengesini ve topolojik tutarlılığı koruyan düzenlemelere izin veren kapalı jeolojik gövdelerin yenilikçi bir matematiksel temsilini geliştirdik. Temsil, çizimleri iki şekilde oluşturmayı destekler: bunları bir kesitte görsel olarak göründükleri gibi doğrudan çizerek veya mevcut jeolojik yapıyı oluşturan jeolojik olayların dizisini (örneğin, katman oluşumu, sıkışma, fay oluşumu ve faylar boyunca kayma) çizerek. Esnek ve güçlü temsilimiz, jeolojik çizimlerin ötesinde uygulamalara da açıktır. Örnekler arasında blok diyagramlarının [vidar] ve heyelanların [gjerdrum] 3B animasyonlarının üretimi, jeolojik hikaye anlatımı (görsel hikaye anlatımı) [spe1], etkileşimli web siteleri [spe2], manzara modelleme, paleocoğrafik manzaraların fotogerçekçi işlenmesi ve kazı projelerinde kitlesel yeniden kullanımın planlanması [slab] yer alır. Bu uygulamalar kapsamında çeşitli endüstri aktörleri için verilen görevlerden elde edilen sonuçları ve çözdüğümüz zorlukları sunacağız. Araç 2025 yılında jeologların kullanımına sunulacaktır.

Anahtar Kelimeler: Jeolojik taslak, çizim, katı modelleme, katı blok diyagram, kesit, jeolojik animasyon ve modelleme

Abstract

There are no good tools for producing geological illustrations. Therefore, it is not uncommon for geologists to use general 2D drawing programs like Adobe Illustrator or the drawing functionality built into PowerPoint. However, these tools have disadvantages: they are time-consuming to use, require drawing skills, and the results are 2D images that needs to be remade for changes such as using a slightly different viewpoint. We present a solution to this: a 2D and 3D drawing and communication tool tailored for geology. By only supporting drawing functionality specifically for geology, we have been able to develop a tool where one can easily and quickly create geological illustrations. Our studies show that drawing time can be reduced from hours to minutes using our tool compared to Adobe Illustrator.

The tool originates from the research project Geoillustrator [geoill], which was a collaboration between the Research Council of Norway, Equinor, UIB, and CMR (NORCE). The goal then was also to create a simple 3D geological drawing program, but this turned out to be far more challenging than anticipated. Further research at NORCE, followed by the spin-off Rapid Geology AS, which has been working on realizing the solution for the past 3 years, has allowed us to achieve the goal.

We have developed an innovative mathematical representation of closed geological bodies that allows for edits that preserve mass balance and topological consistency. The representation supports creating illustrations in two ways: by drawing them directly as they appear visually on a cross section, or by sketching the sequence of geological events (e.g., layer formation, compaction, fault formation, and sliding along faults) that created the current geological structure. Our flexible and powerful representation opens up for applications beyond geological illustrations. Examples include the production of 3D animations of block diagrams [vidar] and landslides [gjerdrum], geological storytelling (visual storytelling) [spe1], interactive websites [spe2], landscape modeling, photorealistic rendering of paleogeographic landscapes, and planning of mass reuse in excavation projects [slab]. We will present results from assignments for various industry actors within these applications, as well as the challenges we have solved. The tool will be made available to geologists during 2025.

Keywords: *Geological sketch, drawing, solid modeling, solid block diagram, section, geological animation and modeling*

Türkiye Yerbilimleri Veri ve Karot Bilgi Bankası Çalışmaları ve Çok Sensörlü Karot Loglama Cihazının Madencilik Faaliyetlerinde Kullanımı

Studies on the Türkiye Earthsciences Data ana Core Info Bank and the Use of a Multi-Sensor Core Logging Device in Mining Industry

Engin Usta (1), Fatih Kızıltaş (1), Güliz Uğural (1), İbrahim Toprak (1)

(1) Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Çevre Araştırmaları Dairesi, Ankara, Türkiye (engin.usta@mta.gov.tr)

Öz

Türkiye'de Madenciliğin Milli Kütüphanesini oluşturmak amacıyla kurulan Türkiye Yerbilimleri Veri ve Karot Bilgi Bankası (TÜVEK), kamu ve özel sektörün yapmış oldukları sondajlardan saklanmaya değer görülen numunelerin arşivlenmesini, sondaj tekrarlarının önüne geçilmesini ve gerektiği durumlarda arşivlenen verilerin üçüncü şahıslarla paylaşılmasını hedeflemektedir. Bu hedefler doğrultusunda arşivlenmek üzere seçilen ve gönderilen karotlar, TÜVEK personeli tarafından teslim alınarak RFID karekod sistemiyle etiketlenerek arşivdeki yerini almaktadır. Arşivlenen karotlar incelenmek üzere Çok Sensörlü Karot Loglama (MSCL-XYZ Core Workstation) cihazına gönderilmektedir.

Çok Sensörlü Karot Loglama (MSCL-XYZ Core Workstation) cihazı, üzerinde bağlı bulunan XRF, renk spektrofotometresi ve manyetik duyarlılık sensörleri ile fiziksel ve kimyasal analiz, dahili fotoğraf makinası ile fotoğraflama yapmaktadır. Ultra hassasiyetle karot yüzeyinden ölçüm yapabilmemizi sağlayan sensörler, diğer yöntemlere göre yaptığı hızlı ve fiziksel tahribatsız analiz ile hem zaman hem enerji tasarrufu sağlamaktadır. Analiz sonuçları, ölçülen tüm parametreleri (element konsantrasyonları, dalga boyuna göre spektral yansıma verileri, manyetik duyarlılık) içeren bir veri çıktısı olarak sunulabilmektedir. Fotoğraflamayla ise fiziksel olarak sandığa sürekli ulaşım eforunun önüne geçilerek karotlar üzerinde ön inceleme yapılabilmesi büyük kolaylık sağlamaktadır. TÜVEK haricindeki numunelerde de analiz ve test hizmetleri, ücretli işler kategorisinde yürütülerek dış paydaşların kullanımına sunulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Karot loglama, Çok sensörlü karot loglama, Türkiye yerbilimleri veri ve karot bilgi bankası

Abstract

Türkiye Earthsciences Data ana Core Info Bank (TÜVEK), established with the goal of creating a National Library for Mining in Turkey, aims to archive samples deemed valuable from drilling activities conducted by both the public and private sectors, prevent unnecessary drilling repetitions, and share archived data with third parties when necessary. In line with these objectives, the cores selected for archiving are received by TÜVEK personnel, tagged with an RFID barcode system, and stored in the archive. The archived cores are then sent to the Multi-Sensor Core Logging (MSCL-XYZ Core Workstation) device for examination.

The Multi-Sensor Core Logging (MSCL-XYZ Core Workstation) device conducts physical and chemical analysis using its attached XRF, color spectrophotometer, and magnetic susceptibility sensors, as well as photographic imaging through an internal camera. The sensors, which enable ultra-precise measurements from the core surface, provide quick and non-destructive analyses compared to other methods, saving both time and energy. The analysis results can be presented as a data output containing all measured parameters, such as element concentrations, spectral reflectance data by wavelength, and magnetic susceptibility. The photographic imaging also prevents the need for constant physical access to the core, making preliminary examinations much easier. Analysis and testing services for samples other than those in TÜVEK's collection are provided to external stakeholders under a paid services category.

Keywords: *Core Logging, Multi-sensor core logging,Türkiye earthsciences data and core info bank*

Maden Sektörünün Dijital Yolculuğunda Mevcut Durum ve Başarılı Uygulamalar İçin Yol Haritası

Present Status of the Mining Sector's Digital Transformation and Strategy for Effective Implementations

Muhammet Mustafa Kahraman

İTÜ Maden Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, 34469 Maslak Sarıyer / İstanbul
(kahramanmm@itu.edu.tr)

Öz

Yer bilimleri ve maden sektörü geçmişte hiç olmadığı kadar teknolojik çözümleri gündemine almış durumda. Otonom teknolojiler, büyük Veri, Makine Öğrenmesi, Yapay Zekâ, Robotik, Dijital İkizler, Nesnelerin İnterneti gibi endüstri 4.0'ın sunduğu diğer birçok fırsat gibi yıkıcı teknolojiler son zamanlarda sektörü oldukça cezbediyor ve firmalar bu teknolojilerden faydalanmak için yatırım yapıyorlar. Sektörde işletmelerin ve kurumların ilgisini çeken birçok inovatif teknolojiye ve özellikle son dönemde yapılan yatırımlara rağmen sektör bu teknolojilerden ciddi bir verimlilik artışı henüz sağlayabilmiş değil.

Bu çalışmada maden sektörünün teknoloji ve dijitalleşme konularında dönüşüm süreci ele alınmış; özellikle son dönemde yapılan yatırımların işletmelerin verimlilik ve performansına etkisi irdelenecektir. Son kısımda ise maden sektörünün dijital dönüşümünde hedeflenen geri dönüşlerin sağlanabilmesi için başarılı örneklerden yola çıkarak bir perspektif sunulacaktır.

Anahtar Kelimeler: Dijital Dönüşüm Stratejisi, Endüstri 4.0, Maden Sektörü

Abstract

The geosciences and mining business is increasingly adopting technological solutions. Disruptive technologies, including autonomous systems, Big Data, Machine Learning, Artificial Intelligence, Robotics, Digital Twins, and the Internet of Things, many other opportunities offered by Industry 4.0 have recently attracted the sector and companies are investing to benefit from these technologies. Despite the plethora of technologies that captivate the attention of enterprises and organizations within the industry and investments, the sector has not yet been able to achieve significant productivity gains from these technologies.

This study will examine the transformation of the mining sector regarding technology and digitalization, as well as the sector's current productivity and performance status considering recent investments. In the last part, a perspective will be presented based on successful examples in order to achieve the targeted returns in the digital transformation of the mining sector.

Keywords: *Digital Transformation Strategy, Industry 4.0, Mining Sector*

Yer Bilimleri ve Maden Arama Faaliyetlerinde Yapay Zekâ Teknolojilerinin Kullanımına İlişkin Bir Araştırma

A Survey on the Use of Artificial Intelligence Technologies in Geosciences and Mining Exploration

F. Sümeyye Cebeloğlu (1), Bahunur İpek (2), Gültekin Erten (3), Çağrı Erbaşlı (4), Zehra Taş (5), Serdar Tosuner (6), Furkan H. Harputlugil (7)

sumeyye.cebeloglu@mta.gov.tr (1) furkanhamza.harputlugil@mta.gov.tr (2) gultekin.erten@mta.gov.tr (3) bahunur.ipek@mta.gov.tr (4) cagri.erbasli@mta.gov.tr (5) zehra.tas@mta.gov.tr (6) serdar.tosuner@mta.gov.tr (7)

Öz

Yer bilimlerinde maden arama faaliyetleri doğası gereği uzun zaman alan, karmaşık ve veri çeşitliliğine sahip bir süreçtir. Bu sebeple aramacılık faaliyetleri hem zaman hem de maliyet açısından yük oluşturmaktadır. Arama faaliyetleri yerbilimlerinin jeoloji, jeofizik, jeokimya, uzaktan algılama vb. birçok alanında elde edilen verilerin birlikte yorumlanmasını gerektirmektedir. Günümüzde "çağımızın petrolü" olarak nitelendirilen veri, iş ve iş süreçlerinde kolaylık sağlayabilmesi adına kullanımı hızla yaygınlaşan yapay zekâ teknolojileri için önemli bir kaynak sunmaktadır. Yapay zekâ teknolojileri, sağlık, finans ve ulaşım gibi kritik alanların yanı sıra birçok farklı iş sürecinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalar, yapay zekânın zaman, iş gücü ve maliyet açısından büyük bir verimlilik sağladığını göstermektedir. Yapay zekâ teknolojisinden faydalanılarak maden arama faaliyetlerine destek bir yapı oluşturulması ile bu alanda da büyük kazanımların elde edilmesi mümkündür.

Bu çalışmada, yerbilimleri ve maden aramada gerçekleştirilen uygulamalardan örnekler sunulmakta, yapay zekâ teknolojilerinin sağladığı katkılar ve karşılaşılan zorluklar tartışılmaktadır. Ayrıca, gelecekte yer bilimleri ve maden arama süreçlerinde yapay zekâ teknolojileri kullanılarak gerçekleştirilmesi hedeflenen projeler hakkında öngörülerde bulunulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yer Bilimleri, Maden Aramacılığı, Jeoloji, jeofizik, jeokimya, uzaktan algılama, Yapay Zekâ.

Abstract

Mineral exploration surveys in geosciences are inherently a process that takes a long time, complex and has a variety of data.. For this reason, exploration activities are a burden in terms of both time and cost. Exploration surveys require the interpretation of data obtained in many areas of geosciences, such as geology, geophysics, geochemistry, remote sensing, etc. together. Data, considered the "oil of our age" today, provides an essential resource for artificial intelligence technologies, the use of which is rapidly spreading to facilitate work and business processes. Artificial intelligence technologies are widely used in many different business processes, as well as in critical areas such as health, finance and transportation. Studies show that artificial intelligence provides great efficiency in terms of time, labor, and cost. It is possible to achieve great gains in this field by using artificial intelligence technology to create a support structure for mineral exploration activities.

In this study presents examples from applications carried out in geosciences and mineral exploration, and the contributions provided by artificial intelligence technologies and the difficulties encountered are discussed. In addition, predictions are made about future projects that are planned to be realized using artificial intelligence technologies in geosciences and mineral exploration processes.

Keywords: *Geosciences, Exploration, Geology, Geophysics, Geochemistry, Remote Sensing, Artificial Intelligence.*

Madencilikte Dijital Dönüşüm Kavramı

Concept of Digital Transformation in Mining

Lawrence Pires, Rafal Walecki

Datamine Software UK, 64 Queen Charlotte St, BS1 4EX, Bristol, United Kingdom
(lawrence.pires@dataminesoftware.com)
(rafal.walecki@dataminesoftware.com)

Öz

Madencilik operasyonları giderek daha karmaşık hale gelmekte ve bu durum, veri toplama ve analizden süreç optimizasyonu, kontrol ve yürütme sistemlerine kadar tüm değer zincirini kapsayan entegre dijital teknolojilere olan ihtiyacı artırmaktadır. Bir madencilik şirketini dijital çağa taşırken performans hedeflerine odaklanmaya devam etmek ve somut iş faydaları elde etmek, önemli bir zorluk teşkil etmektedir. Madencilik sektöründe, özellikle jeolojide dijital dönüşüm, tek başına yeni teknolojilerin benimsenmesinden ibaret değildir. Veri yönetimi, mekansal modelleme ve jeolojik yorumlamayı kapsayan bütüncül bir yaklaşımı gerektirir. Bu süreç, öngörüye dayalı analizler ve makine öğrenimi ile desteklenmelidir. Madencilik operasyonlarının temeli olan jeolojik veriler, keşif, kaynak tahmini ve maden planlamasını optimize etmek için dijital sistemlere sorunsuz bir şekilde entegre edilmelidir. Organizasyonlar öncelikle mevcut durumlarını değerlendirmeli ve dijitalleşme veya otomasyonun değer katabileceği alanları belirlemelidir. Dönüşüm sürecini yönlendirmek için açık hedefler ve detaylı bir yol haritası oluşturmak elzemdir. Jeolojik verilerin operasyonel sistemlerle entegre edilmesi için gerekli olan araçlar, iş akışları ve teknolojilerin değerlendirilmesi ve bunların stratejik hedeflerle uyumlu hale getirilmesi de buna dahildir. Sizi, dijital dönüşümün temel ilkelerini, mevcut ve hedeflenen durumların değerlendirilmesi için kullanılabilecek araçları, başarılı bir

uygulama ve gözetim için kritik bileşenleri keşfetmeye davet ediyoruz. Bu sunumda, dijital dönüşümün getirdiği zorluklar ve fırsatlar ile, jeolojik süreçler ve genel madencilik operasyonları üzerindeki etkisine özel bir vurgu yapılarak en iyi uygulamalar ve öngörüler bir araya getirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Dijitalleşme, dönüşüm, entegrasyon, madencilik, proses, yazılım

Abstract

Mining operations are becoming increasingly complex, driving the need for integrated digital technologies that encompass the entire value chain—from data acquisition and analysis to process optimization, control, and execution systems. Transitioning a mining company into the digital era while maintaining focus on performance targets and achieving tangible business benefits presents a significant challenge. Digital transformation in the mining sector, particularly in geology, involves more than simply adopting new technologies. It requires a comprehensive approach to data management, spatial modeling, and geological interpretation, supported by predictive analytics and machine learning. Geological data, as the foundation of mining operations must be seamlessly integrated into digital systems to optimize exploration, resource estimation, and mine planning. Organizations must first evaluate their current state, identifying areas where digitization or automation can add value. Establishing clear objectives and a detailed roadmap is essential to guide the transformation process. This includes assessing the tools, workflows, and technologies needed to integrate geological data with operational systems and ensuring that these align with strategic goals. We invite you to explore the core principles of digital transformation, the tools available for assessing current and target states, and the critical components for successful execution and monitoring. This presentation brings together best practices and insights into the challenges and opportunities of digital transformation, with special attention to its impact on geological processes and overall mining operations.

Keywords: *Digitalization, integration, mining, processes, software, transformation*

JEOTERMAL ENERJİ OTURUMU

Geothermal Energy Session

Hafize AKILLI, Alper BABA, Mehmet ŞENER, Elif YILMAZ TURALI, Ejder YAPICI

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

Türkiye'deki Jeotermal Enerji Kullanımının Gelişimi ve Gelecek Perspektifleri

Development of Geothermal Energy Use in Türkiye and Future Perspectives

Oktay Çelmen (1), Sanem Elidemir (1), Macit Karadağlar (1)

(1) MTA Genel Müdürlüğü, Enerji Hammadde Etüt ve Arama Dairesi
(oktay.celmen@mta.gov.tr)

Öz

Türkiye'nin jeolojik konumu nedeniyle, ülkenin yüksek jeotermal enerji potansiyeli ve kullanımı vardır. Jeotermal enerjinin kullanımının artırılması ve yeni kaynak keşfi, enerji güvenliğinin sağlanması, enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi ve dışa bağımlılığın azaltılması açısından kritik öneme sahiptir. Türkiye'deki jeotermal kaynak araştırmaları, Maden Tetkik ve Arama (MTA) Genel Müdürlüğü tarafından 1962 yılında başlatılmış ve yoğun keşif çalışmaları ve özel sektörün yatırımları sayesinde, ortaya çıkarılan jeotermal ısı kapasitesi 40000 MWt'i aşmıştır.

Jeotermal enerji Türkiye'de elektrik üretiminin yanı sıra alan ve sera ısıtmacılığında da yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak, Türkiye'de jeotermal enerjinin çeşitli kullanım verilerinin tek bir kaynakta bulunmaması, veri tabanı yetersizliği gibi sorunlar nedeniyle güncel kullanım ve veri detaylarına ulaşmak oldukça zordur. Bu durum, regülasyonlar ve daha az ilgili kamu kurumunun bulunması nedeniyle elektrik üretimi gibi dolaylı kullanımlarda daha rahat aşılabilirken, güncel doğrudan kullanım verilerinde birden fazla kamu kurumu ve regülasyon eksikliği gibi nedenlerle bu verilere ulaşmayı daha da güçleştirmektedir. Bu çalışmada 2024 yılında elde edilen güncel verilerle, Türkiye'de jeotermal enerji kullanımı geçmiş verilerle irdelenmiş ve jeotermal enerjinin gelişimi ve teknolojik yenilikler ile bu gelişimin gelecekte ulaşabileceği potansiyel değerlendirilmiştir.

2024 yılı itibarıyla elde edilen verilere göre, Türkiye'de 13 ilde ve 25 sahada toplam 170481 Konut Eşdeğeri (1704,8 MWt) alan ile 27 ilde ve 62 sahada toplam 6970158 m² (1394 MWt) seranın jeotermal enerjiyle ısıtıldığı tespit edilmiştir. Alan ısıtmasının %94'ü, sera ısıtmasının ise %81'i Batı Anadolu Bölgesi'nde gerçekleşmekte olup, Afyonkarahisar ili, toplamda en fazla alan ve sera ısıtmasının yapıldığı il olarak öne çıkmaktadır. Alan ısıtması yapılan sahaların büyük çoğunluğunda konutların yanı sıra çeşitli tesislerin (otel, okul vb.) de ısıtıldığı, yalnızca beş saha dışında tüm sahalarda konut ısıtmasının gerçekleştirildiği belirlenmiştir. Türkiye'de jeotermal kaynaktan elektrik üretimi ise 2024 yıl sonu itibariyle, 1726 MWe ulaşmıştır.

Türkiye'de jeotermal kaynaklı alan ve sera ısıtması 2007-2024 yılları arasında sırasıyla %210 ve %850 oranında, elektrik üretimi ise yaklaşık %7500 artmıştır. Türkiye'nin jeotermal potansiyeli göz önüne alındığında, başta Doğu Anadolu Bölgesi olmak üzere, yeni kaynak keşfi, mevcut sahaların geliştirilmesi ile bu gelişimin daha da fazla artacağı öngörülmektedir. Bunun yanında geleneksel jeotermal arama yöntemleri dışında, geliştirilmiş jeotermal sistemler (kızgın kuru kaya vb.) ile ısı pompası gibi gelişim **aşamasında olan çeşitli yöntemler**deki teknolojik gelişmelerle Türkiye'de yeni kaynak keşfi ve jeotermal enerji kullanımının artabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Jeotermal kaynak, Jeotermal enerji kullanımı, Jeotermal potansiyel

Abstract

Due to its geological location, Türkiye has a high potential for geothermal energy and its utilization. Increased utilization of geothermal energy and the discovery of new resources are crucial for ensuring energy security, diversifying energy sources and reducing external dependence. The exploration of geothermal resources in Türkiye began in 1962 under the leadership of the General Directorate of Mineral Research and Exploration (MTA). Owing to intensive exploration efforts and private sector investments, the proven geothermal heat capacity in Türkiye has exceeded 40000 MWt.

Geothermal energy is widely used in Türkiye for electricity generation and for space and greenhouse heating. However, problems such as lack of data and insufficient databases make it difficult to access up-to-date utilization statistics and detailed data on the use of geothermal energy. While these challenges are relatively easy to overcome for indirect use such as electricity generation due to sufficient regulations and the involvement of fewer related institutions, access to up-to-date data on direct use is much more difficult due to the involvement of several related institutions and some regulatory gaps. In this study, data from the year 2024 were analyzed to examine the use of geothermal energy in Türkiye in comparison with historical data. The development of geothermal energy as well as technological progress and its future potential were also assessed.

The collected data show that in 2024, geothermal energy is used for space heating in the amount of 170481 Residences Equivalence (1704,8 MWt) in 25 fields in 13 provinces and for greenhouse heating in the amount of 6970158 m² (1394 MWt) in 62 fields in 27 provinces. It is noted that 94% of space heating and 81% of greenhouse heating take place in Western Anatolia Region and Afyonkarahisar stands out as the province with the highest total consumption in both categories. It is determined that in most areas where space heating is used, various facilities (such as hotels, schools, etc.) are heated in addition to residential buildings. Residential heating is carried out in all geothermal fields except five fields where geothermal space heating is provided. By the end of 2024, geothermal power generation in Türkiye has reached 1726 MWe.

Between 2007 and 2024, geothermal space and greenhouse heating increased by 210% and 850%, respectively, while electricity generation increased by about 7500%. Considering Türkiye's geothermal potential, especially in regions such as Eastern Anatolia, it is expected that further development can be achieved through the discovery of new resources and the expansion of existing geothermal fields. In addition, technological advances in methods such as enhanced geothermal systems (e.g. hot dry rock) and heat pumps indicate that the use of geothermal energy and the discovery of new resources in Türkiye may increase significantly in the future.

Keywords: Geothermal resource, Geothermal energy usage, Geothermal potential

5686 Sayılı Kanun'a Tabi Olan Yeraltı Kaynaklarında ÇED Uygulaması

EIA Implementation in Underground Resources Within the Scope of Law No. 5686

Nusret Güngör (1), Ali Koray Özdoğan (2)

(1) Jeoloji Yük. Mühendisi, ETKB(Emekli)
(2) Kütahya Valiliği İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü
(nsrtgungor@hotmail.com)

Öz

Çevre mevzuatı, Dünya'da olduğu gibi ülkemizde de temelde bir "önleyicilik/koruyuculuk" prensibine dayanır. Bu prensibin itici gücü, Çevre Kanunu'nun 10. Maddesine dayanak olarak çıkarılan Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED)'dir.

ÇED, esas itibarıyla bir prosedürdür. Bir amaca ulaşmak için bir araçtır. Amaçlanan hedefin sonuçlanması için izlenen yol ve yöntemdir. Önerilen eylemle devam etme kararından önce, bir planın, politikanın veya projenin muhtemel çevresel etkisinin değerlendirilmesi ÇED aracılığı ile yapılır.

5686 sayılı Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanununa tabi olan yeraltı kaynakları; jeotermal kaynaklar, doğal mineralli sular ve jeotermal kökenli gazlar (doğal karbondioksit, metan, hidrojen sülfür vb. gazlar) başlığı altında toplanabilir. ÇED Yönetmeliğinin değişik maddelerinde bu üç ayrı yeraltı kaynağına dair arama, işletme/üretim, ilgili tesislere ait faaliyetler ile bu tesislerin kapasite durumu ve dikkate alınması gereken kriterler birlikte bir arada değerlendirilmiştir. Türkiye jeotermal kaynak potansiyeli açısından Dünyada 7. sırada yer almaktadır. Bunun yanında Türkiye genelinde 52 adet ruhsat düzenlenmiş doğal mineralli su işletmecisi faaliyetlerini yürütmektedir. Jeotermal kökenli gazlar ise Denizli, Kızılağaç bölgesi ile üretimin yoğun olduğu Niğde, Kemerhisar bölgesinde yer almaktadır.

Değişik tarihlerde yürürlüğe giren ÇED Yönetmeliklerinde jeotermal kaynaklara yönelik farklı faaliyetler kimi zaman Ek-1 listesi kimi zaman da Ek-2 listesinde ÇED'e tabi tutulmuştur. Yürürlükte olan ÇED Yönetmeliğine göre, jeotermal kaynaklarda arama faaliyetleri ÇED'den muaf tutulurken, üretim faaliyetleri ÇED prosedürüne tabidir. Jeotermal kaynaktan ısıtma için yararlanıldığı durumda ısıl gücü, ilgili tesislerde oda sayısı baz alınmıştır.

5686 sayılı Kanuna tabi olan doğal mineralli sulara ilişkin arama, üretim faaliyetleri ile ilgili tesislerin tamamı, herhangi bir kapasite aranmaksızın ÇED Yönetmeliğinden muaftır.

Kanuna tabi diğer bir yeraltı kaynağı olan jeotermal kökenli gazların, arama faaliyetleri ÇED kapsamı dışında iken, üretim faaliyetleri ile depolandığı veya işlendiği tesisler ÇED prosedürüne tabidir.

5686 sayılı Kanun'a tabi olan yeraltı kaynakları için ÇED prosedürü uygulamalarının teknik ve bilime dayanarak uygulanması önem arz etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Çevre, doğal mineralli sular, gazlar, jeotermal kaynaklar.

Abstract

Environmental legislation in Turkiye, as in the world, is basically based on the principle of 'preventive/protective'. The driving force of this principle is the Environmental Impact Assessment (EIA), which is based on Article 10 of the Environmental Law.

EIA is essentially a procedure. It is a means to achieve an end. It is the path and method followed to finalise the intended objective. It is through EIA that the likely environmental impact of a plan, policy or project is assessed before the decision to proceed with the proposed action.

No. 5686 on Geothermal Resources and Natural Mineral Waters Law can be categorised as geothermal resources, natural mineral waters and gases of geothermal origin (natural carbon dioxide, methane, hydrogen sulphide etc. gases). In different articles of the EIA Regulation, exploration, operation/production, activities of the related facilities, capacity status of these facilities and the criteria to be taken into consideration for these three different underground resources are evaluated together. Türkiye ranks 7th in the world in terms of geothermal resource potential. In addition, 52 licenced natural mineral water operators are carrying out their activities throughout Turkey. Gases of geothermal origin are located in Denizli, Kızılağaç region and Niğde, Kemerhisar region where production is intensive.

In the EIA Regulations that entered into force on different dates, different activities related to geothermal resources have been subjected to EIA, sometimes in the Annex-1 list and sometimes in the Annex-2 list. According to the current EIA Regulation, exploration activities in geothermal resources are exempted from EIA, while production activities are subject to EIA procedure. In case the geothermal resource is utilised for heating, its thermal power is based on the number of rooms in the relevant facilities.

Law No. 5686 exempts all facilities related to the exploration and production activities of natural mineral waters from the EIA Regulation without any capacity requirement.

While exploration activities of geothermal origin gases, another underground resource subject to the Law, are outside the scope of EIA, production activities and facilities where they are stored or processed are subject to the EIA procedure.

Law No. 5686, it is important to implement the EIA procedure for underground resources based on technical and scientific knowledge.

Keywords: *Environment, gases, geothermal resources, natural mineral waters.*

Jeotermal Arama Çalışmalarında Sondaj ÇED Çelişkisi ve Çözüm Önerileri

Drilling EIA Contradictions and Solution Suggestions in Geothermal Exploration Studies

Çetin Karahan (1), Caner Karahan (2)

(1) Çetin Karahan Mühendislik, İzmir-TÜRKİYE
(2) Çetin Karahan Mühendislik, İstanbul-TÜRKİYE
(cekarahan@hotmail.com)

Öz

Jeotermal arama çalışması için öncelikle hedeflenen bölgede 5686 sayılı Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu kapsamında Arama Ruhsat talebinde bulunulmalı. Ruhsat alındıktan sonra 3 yıl içinde tüm jeolojik, jeofizik çalışmaların bitirilip, izinlerin (arazi mülkiyeti ve ÇED gerekli değildir belgesi) alınması ve sondaj yapma aşamasına gelinmiş olması gerekir. Sondaj açma işlemi tamamlanmadan işletme ruhsatına başvuru yapılamamakta ve arama ruhsatı 3+1 yıl sonunda iptal olmaktadır. Jeotermal arama çalışmaları sürecini uzatan, bazen olumsuz sonuçlanmasına neden olan en büyük sorun, sondaj yapmak için alınan ÇED gerekli değildir belgesidir. Sondaj yapmak için ÇED gerekli değildir belgesi, ilgili kurum görüşlerinin alınmasından sonra verilmekte ve uzayan süreç batı illerinde yaklaşık bir yılı bulmaktadır. Ege bölgesinde çok zor alınan ÇED gerekli değildir belgesi, alınsa bile sondaj yapılmadan ÇED iptali için mahkemelere açılan davalarla işlem engellenmekte, dava sonuçlanıncaya kadar arama ruhsat süresi bitmekte ya da süre yetmediği için arama ruhsatları terk edilmektedir. Arama Ruhsat sahasında yapılan jeolojik ve jeofizik çalışmalar, Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) dosyasının hazırlanması, ÇED görüşleri sırasında ilgili kurumlardan istenilen ilave raporlar, harç bedelleri gibi masraflar ve harcanan zaman ile emekler boşa gitmektedir. Jeoloji mühendisi olarak en doğal hakkımız olan arama çalışmaları sonuçlanamamakta, ayrıca gecikmelere neden olarak jeotermal yatırımcıların artan risk nedeniyle sektörden uzaklaşmasına yol açmaktadır. Sonuçta yapılacak olan arama sondajı; açılma tekniği ÇED belgesi istenmeyen soğuk su sondajından farksız olup 2 ya da 3 ay sürecek geçici bir çalışmadır. Sondaj bittiğinde jeotermal su çıkmama ya da düşük sıcaklık ve mineralli su olma ihtimali bulunmakta ve herhangi bir çevre kirliliği yaratılmadan alan eski haline getirilmektedir.

Çözüm Önerileri: 2014 yılı öncesinde jeotermal arama projeleri için ÇED yönetmeliğinde herhangi bir belge istenmemekteydi. Bu sayede birçok jeotermal saha hızlı bir şekilde sondajlı çalışmalarla aranıp bulunarak ülke ekonomisine kazandırılmıştır. 25/11/2014 tarihinde yayınlanan ÇED yönetmeliği ile Jeotermal kaynak arama projeleri (jeofizik yöntemle yapılan aramalar hariç) EK-2 formatına alınmış ve ÇED gerekli değildir belgesi istenmeye başlanmıştır. ÇED yönetmeliğinde yapılacak bir değişiklikle EK-2 formatında jeofizik aramalar yanına " arama amaçlı sondajlar hariç" cümlesinin eklenmesi ile ÇED sorunu çözülebilecektir.

Anahtar Kelimeler: ÇED, izinler, sondaj, yönetmelik

Abstract

For geothermal exploration, a request for an exploration license must first be made within the scope of Law No. 5686 on Geothermal Resources and Natural Mineral Waters in the targeted area. After obtaining the license, all geological and geophysical studies must be completed within 3 years, and the necessary permits (land ownership, Environmental Impact Assessment (EIA) exemption certificate) must be obtained to proceed with drilling. Without completing the drilling operation, an application for an operating license cannot be submitted, and the exploration license will be canceled after the 3+1 year period. The biggest issue that delays geothermal exploration work, sometimes resulting in negative outcomes, is the EIA exemption certificate required for drilling. This certificate is issued after obtaining the opinions of the relevant institutions, and the prolonged process can take nearly a year in western provinces. In the Aegean region, the EIA exemption certificate, which is very difficult to obtain, can still face legal challenges aimed at canceling the EIA before drilling is done. These cases prevent progress, and by the time the legal proceedings are concluded, the exploration license expires, or it is abandoned due to insufficient time. Geological and geophysical studies conducted in the exploration license area, preparation of the Environmental Impact Assessment (EIA) file, additional reports requested from relevant institutions during the EIA review, fees, and the time and effort spent all result in wasted resources. As geological engineers, it is our natural right to ensure that exploration work is not left incomplete. However, these delays also lead to investors shying away from the sector due to the increased risk. Ultimately, the planned exploration drilling becomes a temporary operation with duration of 2 or 3 months, similar to cold water drilling where no EIA certificate is required. When the drilling is completed, there is a possibility that geothermal water may not be found or that the water may be of low temperature or mineral content, and the area can be returned to its original state without causing any environmental pollution.

Proposed Solutions: *Before 2014, no document was required in the EIA regulation for geothermal exploration projects, which allowed many geothermal fields to be quickly explored through drilling and contributed to the country's economy. However, with the publication of the EIA regulation on 25/11/2014, geothermal resource exploration projects (excluding geophysical methods) were included in the Annex-2 format, and the EIA exemption certificate started being requested. By amending the EIA regulation to add the phrase "excluding exploration drilling" next to geophysical surveys in the Annex-2 format, the EIA issue could be resolved.*

Keywords: *Drilling, EIA, permits, regulation.*

Jeotermal Kaynakları Koruma ve Jeotermal Kaynaktan Korunma Alanları

Areas of Protectıon of Geothermal Resources and Protectıon from Geothermal Resources

Mehmet Şener (1), İsmail Hakkı Karamanderesi (2)

(1) JKB Arge Danışmanlık Ltd. Şti. Niğde Teknopark-Niğde
(2) İkiçeşmelik Mahallesi Güneş Sokak No 23/E Blok Daire 6 Kuşadası-AYDIN
(mehmetsenerburdur@gmail.com)

Öz

5686 sayılı Kanun, 3 Haziran 2007 tarihinde; ilgili Uygulama Yönetmeliği ise 11 Aralık 2007 tarihinde T.C. Resmî Gazetede yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Bu kanunun yürürlüğe girmesiyle başlayan uygulamalar gerek jeolojik gerekse sosyolojik açıdan bir dizi yenilik ve sorunu beraberinde getirmiştir. Jeolojik anlamda getirilen yeniliklerin başında, kaynak koruma alanlarının tespiti ve yönetimi gelmektedir. Sosyolojik açıdan ise yöre insanının bu kaynaklardan korunmasının gerekli olup olmadığı sorunsalı bulunmaktadır. Yasa çıkmadan önce yürürlükte olan 167 Sayılı Yeraltı Suları Kanunu, yöre insanına çevresel olarak herhangi bir sorun getirmediği için, düşük sıcaklıklı bir fosil jeotermal sistem olan kaplıca ve maden suları için de uygulanmıştır.

Bu sistemlerin dışında 200-300°C aralığındaki yüksek basınç ve sıcaklığa sahip jeotermal sistemlerin, çok özel durumlar dışında, jeolojik anlamda korunmalarının yanı sıra üretim aşamasında tesislerde çalışanlar ile yöre insanının korunması için jeotermal sosyolojik tedbirlerin alınması elzemdir.

Milyonlarca yıllık bir oluşum sürecine sahip Jeotermal sistemlerin soğuk su sistemleri ile birlikte kullanılması ve hatalı sondaj uygulamaları tüm sisteme zarar vermektedir. Geçmişte olduğu gibi bu hataların yinelenmesi yakın gelecekte yeni sorunları beraberinde getirecektir.

Bu sorunların önlenebilmesi için öncelikle yüksek entalpili sahalarda jeotermal sondajların açılmasında ve denetlenmesinde uluslararası standartların getirilmesi ve bu standartların ilgili kanuna mutlaka konulması gerekmektedir. Bu gereklilik jeotermal sistemlerin işletme bölgelerinde çalışacak personellerin özel eğitimli olmalarını beraberinde getirmektedir.

Bu gerekliliğin yerine getirilmesi için, jeotermal enerji kuyu standartlarının yasa ve yönetmeliklerde açık bir şekilde belirlenmesi ve bu standartlara uygun olmayan kuyularda korunma alanlarına dair etüt ve testlerin yapılması öncelikli olmalıdır. Bu bağlamda geçmişte yaşanan olumlu ya da olumsuz tüm gelişmelerden alınan derslerle, yenilenebilir ve çevre dostu olarak bilinen jeotermal enerji kaynaklarımızın tüm ülke sathında sorunsuz bir şekilde yeni sahalarla ülke ekonomisine kazandırılması sağlanmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Jeotermal kaynak, koruma alanı, sosyoloji.

Abstract

Law No. 5686 was enacted on June 3, 2007; and the relevant Implementation Regulation was enacted on December 11, 2007, upon publication in the Official Gazette of the Republic of Turkey. The practices that began with the enactment of this law brought about a series of innovations and problems in both geological and sociological terms. The most important innovation in geological terms is the determination and management of resource protection areas. In sociological terms, there is the question of whether the local people should be protected from these resources. Since the Groundwater Law No. 167, which was in force before the enactment of the law, did not cause any environmental problems for the local people, it was also applied to thermal springs and mineral waters, which are low-temperature fossil geothermal systems.

Apart from these systems, in addition to the geological protection of geothermal systems with high pressure and temperature in the range of 200-300°C, except for very special cases, it is essential to take geothermal sociological measures for the protection of the workers in the facilities and the local people during the production phase.

The use of geothermal systems, which have a formation process of millions of years, together with cold water systems and incorrect drilling practices damage the entire system. As in the past, the repetition of these mistakes will bring new problems in the near future.

In order to prevent these problems, international standards must first be established in the opening and inspection of geothermal drilling in high enthalpy areas and these standards must be included in the relevant law. This requirement brings with it the special training of the personnel who will work in the operation areas of geothermal systems.

In order to fulfill this requirement, it should be a priority to clearly determine the geothermal energy well standards in the laws and regulations and to conduct studies and tests on the protection areas in wells that do not comply with these standards. In this context, with the lessons learned from all the positive or negative developments experienced in the past, it should be ensured that our renewable and environmentally friendly geothermal energy resources, known as renewable and environmentally friendly, are brought to the national economy in new fields throughout the country without any problems.

Keywords: *Geothermal resource, protection area, sociology.*

Türkiye'de Sığ Jeotermal Enerji: Yasal Düzenlemelerde Geliştirilmesi Gerekenler ve Sürdürülebilirlik Perspektifi

Shallow Geothermal Energy in Turkey: Developments in Legal Regulations and Sustainability Perspective

Ali Samet Öngen (1), Ersel Göz (1)

(1)Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kütahya, Türkiye (alisamet.ongen@dpu.edu.tr)

Öz

Küresel ısınma ve iklim değişikliği gibi çevresel sorunlar, yenilenebilir enerji kaynaklarını popüler hale getirmektedir. Özellikle enerji krizleri nedeniyle, gelişmiş ülkeler yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmektedir. Bu durum, Avrupa Birliği (AB) Yeşil Mutabakat politikaları açısından da önem arz etmektedir. Sığ jeotermal enerji, önemli, güvenli ve çevre dostu yeşil enerji kaynaklarından biridir. Bu sistemler, düşük sıcaklıklı jeotermal kaynakların ısıtma ve soğutma amaçlı kullanımını içermektedir. Türkiye, büyük bir sığ jeotermal enerji potansiyeline sahip olmasına rağmen, mevcut yasal çerçeve ağırlıklı olarak derin jeotermal kaynaklara odaklanmaktadır. Sığ jeotermal kaynakların kullanımı özel olarak ele alınmamış olup, bu durum çeşitli zorluklara yol açmaktadır. Ayrıca, sığ jeotermal enerji sistemlerinde zamanla çevresel etkiler de ortaya çıkabilmektedir. Isı pompalarının kullanıldığı ısıtma veya soğutma uygulamalarında, sıcak veya soğuk termal yayılım anomalileri meydana gelebilir ve bu durum sistem performansını ve biyolojik çeşitliliği etkileyebilir. Bunun yanı sıra, yeraltı suyunun içme suyu olarak kullanıldığı ülkelerde, su kaynaklı ısı pompalarının çevresel etkileri kritik bir öneme sahiptir. Ancak Türkiye'de bu enerji türünü düzenleyen bir yasal çerçevenin bulunmaması, projelerin sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesini zorlaştırmakta ve olumsuz etkileri artırmaktadır. Avrupa ülkeleri ise sığ jeotermal enerjiyi yasal olarak etkin bir şekilde düzenlemekte ve kullanımını teşvik etmektedir. Örneğin, Almanya ve İsveç, sığ jeotermal enerji sistemlerinin kurulumu için net kurallar ve teşvik mekanizmaları sunmaktadır. Bu düzenlemeler, projelerin çevreye uyumlu olmasını sağlamaktadır. Türkiye'nin de bu alanda etkili bir yasal çerçeve oluşturması gerekmektedir. Bu çerçeve, çevresel etki değerlendirmelerini zorunlu kılmalı ve sığ jeotermal projeler için standartlar ve lisanslama süreçleri belirlemelidir. Ayrıca, yerel yönetimler bu projelerde daha aktif rol almalı ve denetim mekanizmaları güçlendirilmelidir. Bu çalışma, sığ jeotermal sistemler için yasal düzenlemeler önermekte ve sistem verimliliği ile sürdürülebilirlik için temel faktörlere odaklanmaktadır. Türkiye'de sığ jeotermal enerji için yasal bir çerçevenin oluşturulması, çevresel sürdürülebilirlik ve ekonomik kalkınma açısından kritik öneme sahiptir. Bu alandaki yasal düzenlemelerin, Türkiye'nin enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji hedeflerine önemli katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sığ Jeotermal Enerji, Yasal Durum, Toprak Kaynaklı Isı Pompaları (GSHP), Yeraltısuyu Kaynaklı Isı Pompaları (GWHP).

Abstract

Environmental problems such as global warming and climate change are making renewable energy sources popular. Due to the energy crisis, especially in industrialised countries, people are turning to renewable energy sources. They are also important for the European Union's (EU) Green Deal policy. Shallow geothermal energy is one of the most important, safest and most environmentally friendly green energy sources. These systems utilise low-temperature geothermal resources for heating and cooling purposes. Turkey has a large potential for shallow geothermal energy, but the existing legal framework focuses primarily on deep geothermal resources. The utilisation of shallow geothermal resources is not specifically addressed, which leads to some challenges. Near-surface geothermal energy systems can also have environmental impacts over time. Heating or cooling applications with heat pumps may experience anomalies in heat or cold dispersion that affect system performance and biodiversity. Furthermore, in countries where groundwater is used as drinking water, the environmental impact of water source heat pumps is particularly critical. However, the lack of a legal framework in Turkey regulating this type of energy makes it difficult to manage projects sustainably and increases the negative impacts. European countries effectively regulate and promote the use of shallow geothermal energy. In Germany and Sweden, for example, there are clear rules and incentive mechanisms for the installation of near-surface geothermal energy systems. These regulations ensure that the projects are environmentally compatible. Turkey also needs to create an effective legal framework in this area. This framework should make environmental impact assessments mandatory and set standards and approval procedures for shallow geothermal projects. In addition, local governments should play a more active role in these projects and control mechanisms should be strengthened. This study proposes legal regulations for shallow geothermal systems and focuses on key factors for the efficiency and sustainability of the systems. Establishing a legal framework for shallow geothermal energy in Turkey is essential for environmental sustainability and economic development. Legislation in this area will contribute significantly to Turkey's energy efficiency and renewable energy goals.

Keywords: *Ground Source Heat Pumps (GSHP), Groundwater Heat Pumps (GWHP), Legal Status, Shallow Geothermal Energy.*

Türkiye Jeotermal Enerji Arama Çalışmalarının Envanterinin ve Bilgi Sistemleri için Veri Tabanlarının Oluşturulması Faaliyetleri

Activities for the Creation of Inventory of Türkiye's Geothermal Energy Exploration Studies and Databases for Information Systems

Macit Karadağlar (1), Umut Taha Çapanoğlu (1), Tuba Duygulu (1)

(1) MTA Genel Müdürlüğü, Enerji Hammadde Etüt ve Arama Dairesi
(taha.capanoglu@mta.gov.tr)

Öz

Maden Tetkik ve Arama (MTA) Genel Müdürlüğü öncülüğünde yapılan çalışmalarla görünür hale getirilen jeotermal ısı kapasitesinin 2004 yılına göre %50 oranında arttırılması ile Türkiye jeotermal kullanımında önemli bir yol kat etmiştir. MTA Genel Müdürlüğü tarafından 2005 yılından sonra ivmelenerek artan jeotermal enerji arama çalışmalarının sonuçlarını tüm ülke bazında ortaya konması, yapılan çalışmalar ile ortaya çıkan sonuçların tek elde toplanması ve bu sayede bundan sonra yapılacak tüm arama-araştırma projeleri için bir kılavuz kılavuz hazırlanması ile özel sektörün ve kamu kurumlarının yatırım için ihtiyaç duyduğu temel bilgilere kolay erişimin sağlanması hedeflenmektedir.".

Bu amaçla 2023-2024 yılları içerisinde, Genel Müdürlüğümüz tarafından 1963 yılından bu yana iş programı kapsamında yapılan jeotermal enerji arama çalışmalarının sonuçları taranmış, 5686 Sayılı Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu yürürlüğe girdikten sonra MTA Genel Müdürlüğü tarafından alınan tüm jeotermal kaynak arama ruhsatları sınıflandırılmış, sahalara ait raporlar ve bilgi notları irdelenerek bu bilgilerin bir envanteri çıkarılmıştır. Enerji Hammaddeleri Etüt ve Arama Dairesi koordinatörlüğünde yapılan tüm etüt (jeoloji, jeofizik, jeotermal) ve sondaj bitirme raporları, sadece MTA kampüs içinden ulaşılabilen ve yetkilendirilen kişilerin erişebildiği MTA Bulut Dosya Sisteminde tutulmaya başlanmıştır. Söz konusu raporlardan edinilen bilgiler ve tüm ruhsatların konumsal verileri ilişkilendirilmiş, SQLite tabanlı (gpkg) dosyalarda depolanmaya ve veri tabanları oluşturulmaya başlanmıştır.

Bu kapsamda MTA Genel Müdürlüğü tarafından tescil edilen 663 adet jeotermal kaynak arama ruhsat sahasının konumu ve durumları veri tabanına girilmiştir. Jeotermal amaçlı yapılan 672 adet sondajın raporlarına derleme servisi ve proje başkanlarından ulaşılarak, kuyu bilgileri (yıl, sıcaklık, debi, derinlik, koordinat vb.) ile litolojik kuyu logları, akışkana ulaşıldı ise hidrojeokimyası ve kuyu bitirme raporları veri tabanına işlenmiştir. Bununla birlikte ücretli işler kapsamında çalışılan 118 adet sahada yapılan etüt çalışmalarının detayları ve raporlarının veri tabanı oluşturulmuş ve tüm bu veri girişlerinin doğruluğuna yönelik hata denetimleri yapılmıştır.

Oluşturulan veri tabanları MTA Bulut Dosya Sistemine aktarılmış ve dosya erişim yetkisi olan yöneticilerin QGIS programı ile verilere ulaşabilmesi sağlanmıştır. Ayrıca tüm iller için yapılan jeotermal enerji arama çalışmalarının görüntülenebileceği özet detay bilgilerin bulunduğu haritalar hazırlanmış ve yetkili birimlere sunulmuştur.

Bundan sonraki aşamada 5686 Sayılı Kanun gereği MTA Genel Müdürlüğüne gönderilen arama ve işletme faaliyet raporları ile özel ve kamu sektörü tarafından yapılan tüm jeotermal sondajlar için bir CBS tabanlı veri yönetim sistemi oluşturularak verilerin veri tabanına işlenmesi, bu işlemin düzenli olarak tekrarlanması sağlanacaktır. Oluşturulan diğer veri tabanlarında da eksik verilerin girişine devam edilmesi planlanmaktadır. Elde edilen bu veri setlerinin, CBS standartlarında, ilk önce MTA araştırmacılarının daha sonra ise tüm araştırmacıların ve kamunun hizmetine sunulması hedeflenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Jeotermal, Veri Tabanı, Envanter, QGIS

Abstract

Through studies led by General Directorate of Mineral Exploration and Research (MTA), Turkey's geothermal heat capacity has increased by 50% compared to 2004, marking a significant step forward in the country's use of geothermal energy. MTA General Directorate aims to present the results of geothermal exploration studies, which have accelerated since 2005, on a nationwide scale. These efforts seek to compile study results, create a guide for future research and exploration projects, and provide accessible and basic information needed by the private sector and public institutions for investment.

To this end, the geothermal energy exploration activities conducted by the MTA General Directorate since 1963 were reviewed in 2023-2024. After the implementation of the Geothermal Resources and Natural Mineral Waters Law No. 5686, all geothermal resource exploration licenses issued by the MTA General Directorate were classified. Reports and memorandums related to these fields were examined, and an inventory was created. Under the coordination of the Energy Raw Materials Research and Exploration Department, all related reports (geology, geophysics, geothermal) and drilling reports were stored in the MTA Cloud File System, accessible only to authorized personnel within the MTA campus. Information from these reports and spatial data for all licenses were linked and stored in SQLite-based (gpkg) files, initiating the creation of databases.

As part of this process, the location and status of 663 geothermal resource exploration license areas registered by the MTA General Directorate were entered into the database. Data from 672 geothermal drilling reports were collected by contacting the compilation service and project leaders. Information such as well data (year, temperature, flow rate, depth, coordinates, etc.), lithological well logs, hydrogeochemistry (if fluid was encountered), and well completion reports were incorporated into the database. Furthermore, details from studies conducted at 118 sites under paid services were compiled, contributing to the creation of a comprehensive database. Error checks were carried out to ensure data accuracy.

The completed databases were transferred to the MTA Cloud File System, with file access privileges granted to administrators, enabling them to access the data via the QGIS program. Additionally, maps summarizing geothermal energy exploration activities in all provinces were created and presented to the relevant units.

In the next phase, a GIS-based data management system will be implemented to process exploration and operational activity reports, as required under Law No. 5686. This system will be regularly updated with data from geothermal drilling activities conducted by both private and public sectors. Efforts will continue to fill in missing data in the existing databases. These datasets, compliant with GIS standards, will initially be available to the institution's researchers and later to all researchers and the public.

Keywords: *Geothermal, Database, Inventory, QGIS*

Orta Anadolu Kristalen Kompleksi'nde Geliştirilmiş Jeotermal Sistemlerin Potansiyeli, Türkiye

Potential for Enhanced Geothermal Systems in the Central Anatolian Crystalline Complex, Türkiye

Mehmet Furkan Şener (1), Dornadula Chandrasekharam (2), Alper Baba (2)

(1) İzmir Bakırçay Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Coğrafya Bölümü, İzmir, Türkiye1
(2) İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Uluslararası Su Kaynakları Bölümü, İzmir, Türkiye2
(furkan.sener@bakircay.edu.tr)

Öz

Türkiye'nin merkezinde yer alan Orta Anadolu Kristalen Kompleksi (OAKK), geliştirilmiş jeotermal sistemlerin (GJS) geliştirilmesi için uygun bir alandır. Radyojenik granitler gibi Geç Kretase ve Paleosen kristal kayaçlar bölgenin jeolojik ayırt edici özellikleridir ve burada kaydedilen termal anomalilerde önemli bir role sahiptir. Bu araştırma, ısı akısını, yeraltı geçirgenliğini ve termal iletkenliği etkileyen jeolojik ve jeotermal faktörleri değerlendirerek, CACC'nin GJS kullanımı için potansiyelini araştırmaktadır. Türkiye'de jeotermal enerji sürdürülebilir bir kaynak olarak giderek daha fazla kabul görmektedir ve şu anda faaliyet gösteren çok sayıda jeotermal saha bulunmaktadır. Ancak bu alanlar sıklıkla rezervuar sürdürülebilirliği, termal tükenme ve su temini gibi sorunlarla uğraşmaktadır. Öte yandan GJS, derin, sıcak ve genellikle geçirimsiz kaya oluşumlarından yararlanarak daha esnek bir alternatif sunmaktadır. Uygun kaya oluşumlarında GJS, yapay kırıklar oluşturarak veya geçirgenliği artırarak jeotermal enerji çıkarma potansiyelini büyük ölçüde artırabilir. Şu anda dünya çapında GJS'den enerji üreten ülkeler arasında Fransa, Almanya, Birleşik Krallık ve Amerika Birleşik Devletleri yer almaktadır ve toplam kapasiteleri sırasıyla 1,5 MWe, 4 MWe, 3 MWe ve 6,7 MWe'dir. Türkiye'de GJS ile enerji üretimi yapılan saha olmamasına karşın Batı Anadolu ve Orta Anadolu jeolojik ve yapısal özellikleri ile GJS potansiyeli barındıran bölgelerdir. Orta Anadolu 3045,78 km^2 radyojenik granit alanına sahiptir ve GJS'nin geliştirilmesi için Türkiye adına yüksek potansiyeli işaret etmektedir. Orta Anadolu'da bulunan radyojenik granitler için iki ayrı oluşum dönemi vardır: Geç Kretase ve Paleosen. Paleosen plütonlarının ortalama uranyum (U), toryum (Th) ve potasyum-40 (40K) konsantrasyonları sırasıyla 5,54 ppm, 38,11 ppm ve ağırlıkça yüzde 5,50 iken, Geç Kretase plütonlarının ortalama değerleri 6,27 ppm, 42,48 ppm ve ağırlıkça yüzde 5,22'dir. Bu verilere göre, Isı akısı 55,72 ila 210,33 mW/m2 arasında değişirken, radyojenik radyojenik ısı üretimi 1,05 ila 13,10 µW/m3 arasında değişmektedir. İncelenen plütonlar, ısı üretimi için yüksek kapasiteye sahip orta-yüksek dereceli granitoyidler olarak sınıflandırılmıştır. Sonuç olarak, güçlü sıcaklık gradyanları, radyojenik granit oluşumları ve tektonik olarak aktif yeraltı ortamı nedeniyle, Orta Anadolu Kristalin Kompleksi GJS'nin geliştirilmesi için büyük bir potansiyele sahiptir. Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynaklarını çeşitlendirme ve fosil yakıtlara olan bağımlılığını azaltma hedefini destekleyen bu araştırma, bölgede gelecekte yapılacak jeotermal enerji arama ve geliştirme çalışmalarına zemin hazırlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: GJS, Jeotermal Enerji, Radyojenik Granitler, Orta Anadolu, Türkiye.

Abstract

In the center of Turkey, the Central Anatolian Crystalline Complex (CACC) is a suitable area for the development of enhanced geothermal systems (EGS). Late Cretaceous and Paleocene crystalline rocks, such as radiogenic granites, are the region's geological hallmarks and have a major role in the thermal anomalies that have been noted there. By assessing the geological, and geothermal factors that influence heat flow, subsurface permeability, and thermal conductivity, this research investigates the CACC's potential for the use of EGS. In Turkey, geothermal energy is becoming more and more acknowledged as a sustainable resource, and there are now a number of geothermal sites operating. But these areas frequently deal with issues including reservoir sustainability, thermal depletion, and water supply. By taking use of deep, hot, and usually impermeable rock formations, EGS, on the other hand, provides a more flexible alternative. In appropriate rock formations, EGS may greatly expand the potential for geothermal energy extraction by generating artificial fractures or enhancing permeability. The countries currently generating energy from EGS worldwide include France, Germany, the United Kingdom and the United States, with a total capacity of 1.5 MWe, 4 MWe, 3 MWe and 6.7 MWe, respectively. Due to their geological and structural features, Western Anatolia and Central Anatolia have the potential to produce GJS energy, despite the fact that Turkey does not have any GJS energy producing sites. The 3045.78 km^2 of radiogenic granite in Central Anatolia suggests that GJS development in Turkey has a significant potential. There are two separate formation eras for the radiogenic granites found in Central Anatolia: the Late Cretaceous and the Paleocene. The Paleocene plutons have mean concentrations of uranium (U), thorium (Th), and potassium-40 (40K) of 5.54 ppm, 38.11 ppm, and 5.50 weight percent, respectively, whereas the Late Cretaceous plutons have mean values of 6.27 ppm, 42.48 ppm, and 5.22 weight percent. Heat flow rates range from 55.72 to 210.33 mW/m2*, while radiogenic heat production rates range from 1.05 to 13.10 µW/m^3. The investigated plutons were classified as medium-high grade granitoids with a high capability for heat generation. In conclusion, because of its strong temperature gradients, radiogenic granite formations, and tectonically active subsurface environment, the Central Anatolian Crystalline Complex has great potential for the development of EGS. In support of Turkey's aim to diversify its renewable energy sources and lessen its dependency on fossil fuels, this research lays the groundwork for future geothermal energy exploration and development in the area.*

Keywords: *EGS, Geothermal Energy, Radiogenic Granites, Central Anatolia, Türkiye*

Jeotermal Enerji Üretiminde Re-Enjeksiyon Stratejilerinin Çoklu Disiplin Yaklaşımlarıyla İncelenmesi

Investigation of Re-injection Strategies in Geothermal Energy Production with Multi-disciplinary Approaches

Raziye Şengün Çetin (1), İnci Selcen Görgülü (1), Emre Cem Emiroğlu (1), Öncü Demircioğlu (1), Uğur Kaygısız (1), Sanem Kılınçarslan (1) Seray Işık Tezel (1), Hakan Canbaz (1), Füsun Servin Tut Haklıdır (1), Fatih Sevim (2), Cem Açıkgöz (2), Adil Tarancıoğlu (2), Ahmet Ökeler (2), M. Cengiz Tapırdamaz (2), Ekrem Zor (2)

(1) Zorlu Enerji Elektrik Üretimi A.Ş., Levent 199 Şişli, İstanbul

(2) TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi, İklim ve Yaşam Bilimleri Başkan Yardımcılığı, Yer Bilimleri Araştırma Grubu, 41470, Gebze, KOCAELİ

(raziye.sengun@zorlu.com)

Öz

Jeotermal enerji üretimi, rezervuardan kuyular vasıtasıyla elde edilen sıcak akışkanın kullanıldıktan sonra tekrar yeryüzüne enjekte edilmesini gerektiren, döngüsel ısı transferi ile sürekliliğini sağlayan bir enerji üretim yöntemidir. Jeotermal sahalarda reenjeksiyon uygulaması, enerji üretiminin sürdürülebilirliğinin yanı sıra mineralce zengin akışkanın yüzeye deşarjının engellenmesi gibi çevresel unsurların korunması açısından da büyük önem taşımaktadır. Jeotermal enerji üretiminde re-enjeksiyon stratejileri, üretim stratejileri tasarlanırken göz önünde bulundurulan ve enerji üretimi için hazırlanan projenin fizibilitesini etkileyen yüksek öneme sahip parametrelerden biridir. Re-enjeksiyon stratejileri tasarlanırken kütle ve basınç gibi alıcı ortamın yapısal özellikleri ile doğrudan ilişkili parametrelerin yanı sıra akışkan kimyasal bileşimi de re-enjeksiyon sıcaklığını belirleyen bir parametredir. Akışkan kimyasının dikkate alınmadığı koşullarda, kırık ve fay yapılarında oluşan mineral birikintileri re-enjekte edilecek akışkan miktarını ve dolayısıyla üretilen akışkan miktarını doğrudan etkileyebilmektedir.

Uzun vadeli enerji üretim stratejileri için hem jeotermal akışkan üretimi hem de re-enjeksiyon süreci yakından izlenmelidir. Üretimin sürdürülebilirliği doğrultusunda yeniden enjekte edilen akışkanın akış debisi ve basınç dengesini optimize etmek için rezervuar tepkisinin doğru bir şekilde analiz edilmesi gerekir. Süreç sırasında yaşanan sorunlar, operasyon sırasında karşılaşılan zorlukları çözmek için yeni stratejiler uygulamak üzere uygun mühendislik teknikleri kullanılarak tanımlanabilir. Reenjeksiyon işlemi sırasında üretilen ve enjekte edilen akışkan arasındaki etkileşimi değerlendirmek için jeokimyasal ve jeofiziksel yöntemler birlikte kullanıma adapte edilebilir. Örneğin jeotermal sahanın etrafına yerel bir deprem gözlem istasyonu ağı kurularak re-enjeksiyon faaliyetleriyle mikro deprem aktivitesi arasındaki ilişki izlenebilir. Bu sayede re-enjeksiyon operasyonlarının hedefine ulaşıp ulaşmadığı hakkında yorum yapılarak gerekli operasyonel değişiklikler yapılabilir. Bununla birlikte jeotermal sahada tekrarlı manyetotellürik (MT) ölçümleri yapılarak yer altı iletkenlik yapısının zaman içerisindeki değişimi ve re-enjeksiyon faaliyetleriyle ilişkisi gözlemlenebilir.

Anahtar Kelimeler: Re-enjeksiyon, Jeokimya, Jeofizik, Sürdürülebilir Enerji Üretimi

Abstract

Geothermal energy production is an energy production method in which the hot fluid extracted from the reservoir by drilling is reinjected into the earth after use and its continuity is ensured by cyclic heat transfer. The use of reinjection in geothermal fields is of great importance for the sustainability of energy production as well as for environmental aspects such as preventing the escape of mineral-containing fluid to the surface. In geothermal power generation, reinjection strategies have a major impact on the feasibility of power generation projects as they are directly linked to production strategies. When developing reinjection strategies, in addition to parameters directly related to the physical properties of the reservoir, such as mass and pressure, the chemical composition of the fluid is another critical parameter that determines the reinjection temperature. If the chemical composition of the fluid is not carefully considered, mineral deposits that have formed in fracture and fault zones can directly influence the amount of fluid to be reinjected and thus the amount of fluid produced.

For long-term energy production strategies, both geothermal fluid production and the reinjection process should be closely monitored. The reservoir response must be closely analyzed to optimize the flow rate and pressure balance of the re-injected fluid towards sustainability of production. Geochemical and geophysical methods can be used to evaluate the interaction between the produced and injected fluid during the reinjection process. Problems that occur during the process can be identified by using appropriate engineering techniques to implement new strategies to solve the challenges during operation. For example, a local network of earthquake monitoring stations can be established around the geothermal field to monitor the relationship between reinjection activities and micro-earthquake activity. In this way, necessary operational changes can be made by determining whether the reinjection measures are achieving their objectives. In addition, repeated magneto telluric (MT) measurements can be made in the geothermal field to monitor the change in the conductivity structure of the subsurface over time and its relationship to reinjection activity.

Keywords: *Re-injection, Geochemistry, Geophysics, Sustainable Energy Production*

Jeotermal Sistemler için Pilot Test Cihazı ve Kabuklaşma Çalışmaları

Pilot Test Device and Scaling Studies for Geothermal Systems

Mustafa Yasin Özbek (1), Emrah Vaydoğan (1), Engin Helvacı (1), Baran Alp (1)

GREEN Chemicals A.Ş TAYSAD OSB 2. Cadde No: 7 41420 Çayırova / Kocaeli
(mustafa.ozbek@green-chemicals.com)

Öz

Jeotermal enerji santrallerinde meydana gelen kabuklaşma işletmelerde ciddi üretim kayıplarına ve yüksek bakım maliyetlerine neden olmaktadır. Bu kaybın giderilmesi ve oluşan kabuklaşmanın önlenmesi için uygulanabilecek yöntemlerden biri kabuklaşma önleyici ürün kullanmaktır.

Jeotermal enerji santrallerinde oluşan kabuklaşma, işletmenin üretim kapasitesini ve servis ömrünü kısaltmasını en az maliyetle önleyebilmek için GREEN Chemicals® A.Ş. tarafından ürünler geliştirilmektedir. Kabuklaşma önleyici ürünlerin pek çok çeşidinin olması ve ürünlerin uygulanması gereken işletme koşullarının değişkenlik göstermesi nedeniyle sahada yapılacak denemelerin öncesinde pilot ölçekte çeşitli eleme çalışmalarının yapılabilmesi için GREEN Chemicals® A.Ş. tarafından bir cihaz yatırımı yapılmıştır. Yatırımı yapılan pilot test cihazı ile Aydın bölgesinde bulunan bir özel sektör enerji firmasında çalışma başlatılmıştır. Enerji santraline giren jeotermal su ile Pilot Test cihazı ısıtılmış ardından enerji santralinden çıkan jeotermal su ısısına yakın olacak şekilde Pilot Test cihazına giren jeotermal su soğutulmuştur. Bunun sonucu olarak Pilot Test cihazı içerisinde oluşan kabuk türleri belirlenmiş ve bu kabuklaşmayı önleyici çalışmalar başlatılmıştır. Cihazın kullanımı ve yapılan testlerin detayları bu bildiride sunulacaktır.

Anahtar Kelimeler: Kabuklaşma, Isıtma, Soğutma, Jeotermal Enerji.

Abstract

Scaling in geothermal power plants causes significant production losses and high maintenance costs. One of the methods that can be applied to mitigate this loss and prevent scaling formation is the use of anti-scaling products.

Scaling formation in geothermal power plants can shorten the production capacity and service life of the operation. To prevent this with minimal cost, products are being developed by GREEN Chemicals® A.Ş. Due to the variety of anti-scaling products and the varying operational conditions under which these products must be applied, a device investment has been made by GREEN Chemicals® A.Ş. to conduct preliminary screening studies at the pilot scale before field trials. The pilot test device, which has been invested in, has commenced operations at a private sector energy company located in the Aydın region. The pilot test device was heated using geothermal water entering the power plant, and then the geothermal water entering the pilot test device was cooled to a temperature close to that of the geothermal water exiting the power plant. As a result, the types of scaling formed inside the pilot test device were identified, and studies to prevent this scaling have been initiated. The use of the device and the details of the tests performed are examined in this article.

Keywords: *Scaling, Heating, Cooling, Geothermal Energy.*

Jeoloji, Jeofizik, Su ve Gaz Jeokimyası Verileri Işığında Diyadin Jeotermal Sahasının Karakteristik Özellikleri, Ağrı, Doğu Anadolu, Türkiye

Characteristic Features of Diyadin Geothermal Field Based on Geology, Geophysics, Water and Gas Geochemistry Data, Ağrı, Eastern Anatolia, Türkiye

Orhan Kılınç (1), Aydın Çiçek (1), Hasan Yıldız (1), Naim Erdoğan (1), Murat Akar (1), Gökhan Atıcı (1), Yunus Duran (1), Sinan Keleş (1), Mustafa Destur (1), Ali Rıza Kılıç (1), Ekrem Berkin (1), Uğur Balcı (2), Lütfi Taşkıran (1)

(1) General Directorate of Mineral Research and Exploration (MTA), Dumlupınar Caddesi No: 33/A 06530 Çankaya, Ankara, Türkiye.
(2) Scottish Universities Environmental Research Centre (SUERC), Rankine Avenue, East Kilbride, UK
(orhan.kilinc@mta.gov.tr)

Öz

Diyadin Jeotermal Sahası (DJS) Doğu Anadolu Yığışım Kompleksi içerisinde yer almaktadır. Kuzeyde BKB-doğrultulu sağ-yanal doğrultu atımlı Ağrı Fay Zonu, KD'da KB-doğrultulu sağ-yanal doğrultu atımlı Balıkgöl Fay Zonu, güneyde BKB-doğrultulu sağ-yanal doğrultu atımlı Çaldıran ve Erciş Fay Zonları ile sınırlanmıştır.

Bölgede jeotermal akışkanların mevcut yüzey jeolojisi ve kuyu verilerine bakıldığında Paleozoyik yaşlı Tepedamı metamorfitlerinin mermer seviyeleri (derin rezervuar) ile Neojen-Kuvaterner yaşlı Saray formasyonuna ait karbonatlı ve kırıntılılar (sığ rezervuar) içerisine yataklandığı görülmektedir. Bu akışkanların debileri 5-100 l/s, sıcaklıkları ise 20-74 ºC arasında değişmektedir. Ancak Diyadin Jeotermal Sahasının sırasıyla 30-65 km DKD'sunda iki farklı lokal alanda mostra veren adlanmamış Devoniyen-Karbonifer yaşlı rekristalize kireçtaşları ve dolomitlerden oluşan birimin bölgedeki jeotermal sistemin en derin rezervuar kayasını oluşturabileceği düşünülmektedir. Söz konusu birim çalışma sahasında MTA Genel Müdürlüğü tarafından açılan 2.750 m derinliğindeki jeotermal kuyuda 2.690-2.750 metreler arasında kesilmiştir. Fakat birim bütünü ile test edilememiştir. Kuyuda 2.739 m'de ~ 123 °C sıcaklık ölçülmüştür. Ancak bu seviyelerden üretim yapılamamıştır.

Çalışmalar kapsamında 300 adet DES ve 441 adet 3D MT çalışması yapılmıştır. Bunların yanı sıra sahadaki jeotermal kaynaklardan 7 adet gaz izotop numunesi de alınmıştır. Gaz örneklerinin (Rc/Ra; atmosferik 3He/4He oranına göre normalize edilmiş) oranları hava benzeri değerler ile daha manto benzer değerler arasında değişen geniş bir aralık (0,71 - 5,60 Ra) göstermektedir. Ayrıca bu değerler kabuk değerlerinden (örn. 0,02 Ra) önemli ölçüde daha yüksektir. Öte yandan δ13CCO2 değerleri daha dar bir aralık (-0,8 - 0,4 ‰) göstermektedir. Söz konusu değerler tipik manto karbonundan daha farklı bir kökene işaret etmektedir. CO_2/3He oranları 7,69 x 1010 ile 1,16 x 1013 arasında değişmektedir. Bu değerler ise kanonik magmatik CO_2 aralığından daha yüksek olup kabuk CO_2 değerleriyle örtüşmektedir.

Anahtar Kelimeler: Jeotermal, Jeoloji, Jeofizik, Gaz Jeokimyası, Ağrı, Doğu Anadolu

Abstract

Diyadin Geothermal Field (DJS) is located within the Eastern Anatolian Accretionary Complex. It is bounded by the WNW-trending dextral strike-slip Ağrı Fault Zone to the north, the NW-trending dextral strike-slip Balıkgöl Fault Zone to the NE, and the WNW-trending dextral strike-slip Çaldıran *and Erciş Fault Zones to the south.*

Based on the existing surface geology and borehole data, marble levels of the Paleozoic Tepedamı metamorphics constitutes the deep geothermal reservoir. On the other hand, the carbonates and clastics of the Neogene-Quaternary Saray formation constitutes shallow reservoir in the region. The production flow rates vary between 5-100 l/s and their temperatures vary between 20-74 ºC. However, it is suggested here that unnamed Devonian-Carboniferous recrystallized limestones and dolomites, which crop out in two different localities in 30 and 65 km ENE of the Diyadin Geothermal Field, may constitute the deepest reservoir rock of the geothermal system in the region. The possible reservoir unit was accessed between 2,690-2,750 meters in the 2,750 m deep geothermal well in the study area. However, the reservoir performance of the unit has not been tested entirely. In addition, ~123 °C bottom hole temperature was measured at 2,739 m in the well inside the Devonian-Carboniferous units. Further studies are required to test the reservoir potential of the unit.

Within the scope of the studies, we performed 300 geophysical VES and 441 3D geophysical MT measurements on different locations. In addition to these, we also collected 7 gas isotope samples from the field. 3He/4He (Rc/Ra; normalized to the atmospheric 3He/4He ratio) ratios of the gas samples show a wide range (0.71 - 5.60 Ra) from air-like values to a more mantle values and are considerable higher than the crustal values (e.g. 0.02 Ra). $\delta 13CCO_2$ values, on the other hand, display a narrower range (-0.8 – 0.4 ‰), indicating a different origin than typical mantle carbon. CO_2/3He ratios vary from 7.69 x 1010 to 1.16 x 1013. These values are higher than the canonical magmatic CO_2 range and overlap with crustal CO_2 values.

Keywords: *Geothermal, Geology, Geophysics, Gas Geochemistry, Ağrı, Eastern Anatolia*

Sıyrılma Faylarıyla İlişkili Jeotermal Ortamların Tektonik Özellikleri: Büyük Menderes Grabeni'nden Örnek Bir Çalışma

Tectonic Features of Geothermal Play Related with Detachment Faults: A Case Study from Büyük Menderes Graben

Nükte Aşkay (1), Hasan Sözbilir (2)

(1) Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Buca-İzmir
(2) Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü. Buca-İzmir
(3) Dokuz Eylül Üniversitesi, Deprem Araştırma ve Uygulama Merkezi. Buca-İzmir
(nukteaskay@gmail.com)

Öz

Türkiye'de jeotermal enerji üretimine olan ilgi ve yatırımlar artarken, sürdürülebilir kaynak yönetimi daha fazla önem kazanmaya başlamıştır. Bu bağlamda, sağlıklı bir jeotermal kaynak yönetiminin yapılabilmesi için jeotermal ortamların oluşumunu sağlayan tüm elemanların doğru bir şekilde tanımlanması gereklidir.

Son yıllarda yapılan yerbilimsel çalışmalar, Büyük Menderes Grabeni (BMG)'nin hem paleotektonik, ve hem de Neotektonik dönem yapılarını üst üste barındıran bir jeolojik evrime sahip olduğunu göstermektedir. Miyosen döneminde gelişen grabenleşme sırasında sıyrılma faylarıyla kontrol edilen bir evrenin gelişim gösterdiği ve bu evrenin yüksek açılı faylarla kontrol edilen Pliyo-Kuvaterner evresiyle izlendiği kabul edilmektedir. Batı Anadolu Genişlemeli Tektonik Sistemi içinde evrimleşme süreci devam eden Büyük Menderes Grabeni'nde, günümüze kadar 60'lı yılların başından beri jeotermal potansiyel değerlendirme çalışmaları ve işletmeye alma çalışmaları devam etmektedir.

Bu çalışmada, graben boyunca bugüne kadar yapılan jeolojik, jeofizik ve sondaj verilerinden hareketle, Büyük Menderes Grabeni'nin jeolojik yapısıyla jeotermal potansiyel arasındaki ilişki ortaya konmaya çalışılmıştır.

Eldeki veriler Büyük Menderes Grabeni'ndeki Jeotermal ortamın,

1-Aktif kabuksal genişlemeli tektonik ortamı

2-İnce kıtasal kabuk,

3-2000 metrelere varan örtü kalınlığı,

4-Genişlemeyle eş yaşlı granitik ve volkanik sokulumlar,

5-Mermer baskın metamorfik kayalardan oluşan rezervuar sistemlerin sığ (100-500m), orta (1000-1500m) ve derin (>2000m) şeklinde en az 3 farklı seviyede yer aldığı,

6-Yüzeye yakın ısı akısı,

7-Sıyrılma Fayı, transfer fayları ve yüksek açılı fay kontrollü akışkan göçü ve ısı transferi gibi özelliklere sahip olduğunu göstermektedir.

Bu kapsamda, Büyük Menderes Grabeni, (1) batı kesiminde Büyük Menderes Sıyrılma Fayının tavan bloğundaki metamorfik birimlerin rezervuarı oluşturduğu, (2) orta ve doğu kesimindeki bölümde ise rezervuar birimlerin taban bloğuna karşılık geldiği, (3) yüksek açılı normal/doğrultu atımlı fayların jeotermal sistem döngüsünde önemli rol oynadığı değerlendirilmektedir. Bu Kurultay'da söz konusu görüşler, jeolojik veriler, sismik yansıma kesitleri ve MT çalışmaları ile desteklenerek sunulacaktır.

Anahtar Kelimeler: Jeotermal ortamlar, Büyük Menderes Sıyrılma Fayı, Genişleme tektoniği, Yüksek açılı/ doğrultu atımlı fay, Menderes Masifi.

Abstract

The increasing interest to geothermal investments in Türkiye brings more attention to the sustainable resource management. In this perspective, it is significant to identify all the geothermal play types that enable the forming of geothermal elements accurately in order to perform a healthy geothermal resource management.

Recent geoscientific studies show that the Büyük Menderes Graben (BMG) has a geologic evolution that includes the features of both Paleotectonic and Neotectonic period. It is accepted that a process controlled by detachment faults developed during the Miocene graben formation and this process was followed by the Plio-Quaternary period controlled by high angle faults. In the Büyük Menderes Graben, which continues to evolve within the Western Anatolian Extensional Tectonic System, geothermal potential evaluation studies and commissioning studies have been continuing since the early 60s.

In this study, the relationship between the geological structure of the Büyük Menderes Graben and the geothermal potential has been tried to be revealed based on the geological, geophysical and drilling data so far carried out through the graben.

Available data show that the geothermal play in the Büyük Menderes Graben has the following features:

1-Active continental extensional tectonic setting

2-Thinned continental crust

3-Cap rock thickness up to 2000 meters

4-Granitic and volcanic intrusions coeval with the extension

5-Reservoir systems at 3 different levels consisting of marble-dominated metamorphic rocks shallow (100-500m), middle (1000-1500m) and deeper (>2000m)

6-Heat flux near the surface

7- Fluid migration and heat transfer are controlled by detachment fault, transfer fault and high angle fault.

In this content, it is evaluated that (1) in the western part of the Büyük Menderes Graben, the metamorphic units in the hanging block of the Büyük Menderes detachment Fault formed the reservoir, while (2) in the central and eastern part of the Büyük Menderes graben, the reservoir units correspond to the footwall, and (3) high angle normal/ strike slip faults play an important role in the cycle of geothermal system. These opinions will be presented at this Congress, supported by geological data, seismic reflection sections and MT studies.

Keywords: *Geothermal plays, Büyük Menderes Detachment Fault, Extensional tectonics, High angle/ strike slip fault, Menderes Massif.*

Foça (İzmir) Jeotermal Sahasının Tektonizma ve Volkanizma ile İlişkisinin Araştırılması

The Research on the Relationship Between Tectonism and Volcanism of Foça (Izmir) Geothermal Field

Engin Bülbül (1), Didem Yasin (2), Murat Akar (1), Galip Yüce (3), Hüseyin Sendir (2), Serkan Kayacan (1)

(1) Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Enerji Hammadde Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığı, Ankara, Türkiye
(2) Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Eskişehir, Türkiye
(3) Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Hidrojeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye
(engin.bulbul@mta.gov.tr)

Öz

Foça (İzmir) jeotermal sahası, coğrafi olarak İzmir ilinin yaklaşık 35 km kuzeyinde, jeolojik olarak ise Menderes Masifi Paleo-otoktonu ile bunu tektonik olarak üzerleyen Mesozoyik yaşlı kayaçlardan oluşan allokton birimler arasında gelişen İzmir-Ankara Zonu Kenet Kuşağı'nın KB'sında olup, Ege Denizi'ne doğru basamaklaşan KD-GB doğrultulu geniş bir grabenin oluştuğu tektonik alan içerisinde yer almaktadır. Çalışma alanında Erken Miyosen-Kuvaterner yaş aralığında çökelmiş sedimanter ve volkanik kayaçlardan oluşan birimler yüzeylenmektedir.

Foça Jeotermal Sistemi'nin oluşumunda tektonizma ve volkanizmanın etkili olduğu görülmektedir. Bu bağlamda sahanın batısında Foça Kalderası'na bağlı olarak gelişen farklı doğrultudaki ışınsal faylar jeotermal sistemin gelişmesinde etkili iken, sahanın doğusundaki jeotermal sistemin MTA Diri Fay Haritası'nda Kuvaterner fayı olarak nitelendirilen K-G genel doğrultulu Yeni Foça Fayı'na bağlı olarak geliştiği öngörülmektedir.

Çalışma alanının batısında yer alan Foça Kalderası içinde, derinlikleri 378 ve 800 m olan jeotermal kuyulardan sıcaklık değerleri sırasıyla 41 °C ve 53 °C olan yaklaşık 15 l/s debide akışkan elde edilmiştir. Ayrıca kaldera içinde açılan sığ sulama kuyusunda yaklaşık 30 °C akışkan sıcaklığı ölçülmüştür.

Çalışma alanının doğusunda K-G uzanımlı Yeni Foça Fayı'na bağlı olarak gelişen jeotermal sistemde ise; kuzeyde Horozgediği'den güneyde Ilıpınar mevkiine kadar akışkan sıcaklıkları 36 °C ile 56.5 °C arasında değişen çok sayıda sığ kuyu (yaklaşık 120-150 m derinliğinde) bulunmaktadır. Sahada MTA Genel Müdürlüğü tarafından 1300 m derinliğinde açılmış olan jeotermal araştırma kuyusundan pompaj ile 6 l/s debide sıcaklığı 63.4 °C olan akışkan elde edilmiştir. Üretim testleri sırasında kuyuda maksimum statik sıcaklık 89.56 °C (1245 m derinlikte) olarak ölçülmüştür.

Gelecekte yapılacak çalışmalarda, Foça Jeotermal Sahası'nın volkanizma ve tektonizma ile ilişkisinin detaylı şekilde incelenmesi sonucu elde edilecek veriler, su ve gaz jeokimyası çalışmalarıyla birlikte değerlendirilecek, böylelikle sahanın jeotermal enerji potansiyelinin belirlenmesine yönelik önemli veriler elde edilecektir.

Anahtar Kelimeler: Foça, jeotermal, tektonizma, volkanizma, su ve gaz jeokimyası

Abstract

The Foça (İzmir) geothermal field is located appr*oximately 35 km north of İzmir province geographically, and geologically lies within the İzmir-Ankara Suture Zone, which developed between the Paleo-autochthonous Menderes Massif and the allochthonous units comprising Mesozoic-aged rocks tectonically overlying it. This field is situated in a tectonic area where a broad graben trending NE-SW has formed, stepping down towards the Aegean Sea. In the study area, sedimentary and volcanic units, deposited during the Early Miocene to Quaternary period, outcrop at the surface.*

Tectonism and volcanism have been observed to play a significant role in the formation of the Foça Geothermal System. In this context, the radial faults of different orientations, developed in connection with the Foça Caldera located in the west of the area, have been influential in the development of the geothermal system. Meanwhile, the geothermal system in the eastern part of the area is thought to have formed in relation to the N-S general trending Yeni Foça Fault, which is considered a Quaternary fault on MTA Active Fault Map.

Within the Foça Caldera in the western part of the study area, from geothermal wells with depths 378 and 800 m have yielded temperatures of 41 °C *and 53* °C*, respectively and a flow rate of approximately 15 l/s. Additionally, a shallow irrigation well drilled within the caldera has measured a fluid temperature of around 30* °C.

In the geothermal system developed in connection with the N-S trending Yeni Foça Fault in the eastern part of the study area, numerous shallow wells (around 120-150 m depth) with fluid temperatures ranging from 36 °C to 56.5 °C have been identified, extending from *Horozgediği in the north to Ilıpınar in the south. Furthermore, the General Directorate of Mineral Research and Exploration (MTA) obtained a fluid with a temperature of 63.4* °C and a flow rate of 6 l/s through pumping from a geothermal exploration well with a depth of 1300 m. During production tests, the maximum static temperature recorded in the well was 89.56 °C (at a depth of 1245 m).

In future studies, the data obtained as a result of detailed examination of the Foça Geothermal Field's relationship with volcanism and tectonism will be evaluated together with water and gas geochemistry studies, thus important data will be obtained for determining the geothermal energy potential of the field.

Keywords: *Foça, geothermal, tectonism, volcanism, water and gas geochemistry*

Sürdürülebilir Jeotermal Sera Projesi Fizibilite Çalışması (Menemen Örneği)

Sustainable Geothermal Greenhouse Project Feasibility Study (Menemen Example)

Anıl Alkan (1), Ece Yıldırım (1), Özlem Özben (1)

(1) Şehit Kemal Caddesi. Camiikebir Mahallesi. No:1 Menemen Belediyesi. İmar ve Şehircilik Müdürlüğü Menemen/İzmir (alkan_anl@yahoo.com.tr)

Öz

Küresel ısınma ve iklim değişikliği konuları günümüzde dünyamızın geleceği adına en çok endişe duyulan konular arasında sıralanmaktadırlar. Küresel dünyanın her bir yerinde birçok sektörde, özellikle üretim sektörlerinde, doğanın insan kaynaklı kirletilmesi bu ısınmanın ve iklim değişikliğinin maalesef ki en büyük sebeplerindendir. Bu üretim sektörlerinden biri de tarım sektörüdür. Dünya nüfusunun hızla artması tarımsal üretim için kullanılan birim alandan daha fazla ürün elde edilmesini gerekli kılmaktadır. Diğer taraftan artan nüfus ekonomik gelişmelere bağlı olarak gıda talebinde de hızlı bir değişimi beraberinde getirmekte ve günümüzde tarımsal üretimin planlanmasında önemli bir faktör olarak kabul edilmektedir. Seracılığın dünyada önemli bir sektör haline gelmesinde en önemli etkenlerden biri de yetiştirme ortamının kontrol edilebilir olması nedeniyle kalite ve verimin en üst düzeylere çıkarılabilmesi avantajına sahip olmasıdır. Seracılığın bu avantajları ve anılan sebepler seracılık sektörünün gelişimine ivme kazandırmaktadır. Hem geleneksel tarım yöntemi hem de seracılıkta temel unsurlar olan; fosil yakıtlar, kimyasal gübre, zirai ilaçlama gibi unsurlar başta küresel ısınma olmak üzere hava kirliliği, su kirliliği, toprağın bozulması ve toprak kayıpları gibi olaylarla sonuçlanmaktadır. Özellikle sera gazlarının etkileri bu küresel çaptaki ısınmayı ve iklim değişikliği hareketlerini hızlandırmakta ve olumsuz yönde etkilemektedir. Tarımsal üretim kaynaklı sera gazı salınımı diğer sektörler ile kıyaslandığında ihmal edilemeyecek seviyelerdedir. Ülkemiz jeotermal kaynak potansiyeli açısından Avrupa'da birinci, dünyada yedinci sırada yer almakla birlikte, bu potansiyelini tarım sektörüne yönlendirmeye başlamıştır. Jeotermal enerjinin tarımsal üretim alanlarında kullanılması, bitkinin ihtiyaç duyduğu sıcaklığı sağlamasının yanında, aşırı sıcak dönemler hariç üretimin kesintiye uğramadan yılın her döneminde yapılabilmesine imkan tanımaktadır. Jeotermal kaynakla çalışan seralarda yaz kış ürün alınabilmesi, dekar başına ürün miktarının diğer seralara göre 2-3 kat daha fazla elde edilebilmesi büyük bir verimlilik artışı sağlamaktadır.

Avrupa Birliği ve Dış İlişkiler Genel Müdürlüğü, Avrupa Birliği Yatırımları Dairesi Başkanlığı, AB-Türkiye İklim Değişikliği Hibe Programı kapsamında Menemen Belediyesi tarafından hazırlanan ve ön onay sürecinde olan bu proje ile 15 dönümlük bir alanda jeotermal enerji kullanılarak sürdürülebilir seracılık yapılması amaçlanmaktadır. Sera uygulamalarında ısıtma sistemi temiz enerji kaynağı olarak uygulanacak olmakla birlikte, modern tarım teknikleri ön plana çıkarılarak, araştırma laboratuarları ve üniversite işbirlikleri ile bilimsel literatüre sürdürülebilir şekilde sürekli katkı koyan bir yapı oluşturulması projenin önemli hedefleri arasındadır. Kurulacak olan kompost tesisi, güneş enerjisi panelleri, yeşil çatı uygulamaları, yağmur hasadı çalışmaları ile enerji tasarrufu, su verimliliği ve çevresel sürdürülebilirlik hedeflenmektedir. Temel olarak iklim değişikliğinin önlenmesine sunacağı katkının ön plana çıkarıldığı bu çalışmada yenilenebilir ve sürdürülebilir enerji kaynaklarının saha içerisine eklemlendirilmiş bir şekilde görünür kılınması ve kente öncülük etmesi projenin ana hedefidir.

Anahtar Kelimeler: Jeotermal,Sera, Tarım, İklim

Abstract

Global warming and climate change are among the most worrying issues for the future of our world today. Unfortunately, man-made pollution of nature is one of the main causes of this warming and climate change in many areas around the world, especially in the production sectors. One of these production sectors is agriculture. The rapid increase in the world's population makes it necessary to obtain more products from the land used for agricultural production. On the other hand, the growing population due to economic development is leading to a rapid change in demand for food and is now considered an important factor in planning agricultural production. One of the most important factors for greenhouse cultivation to become an important sector in the world is that it has the advantage of maximizing quality and yield due to the controllability of the growing environment. These advantages and the aforementioned reasons are accelerating the development of the greenhouse sector. Factors such as fossil fuels, chemical fertilizers and pesticides, which are the main ingredients in both traditional agriculture and greenhouse cultivation, lead to events such as air pollution, water pollution, soil degradation and soil loss, especially global warming. In particular, the effects of greenhouse gasses accelerate and negatively impact this global warming and climate change. Greenhouse gas emissions from agricultural production are not negligible compared to other sectors. Although our country ranks first in Europe and seventh in the world in terms of the potential of geothermal resources, it has started to direct this potential to the agricultural sector. The use of geothermal energy in agricultural production areas not only provides the temperature required by the plants, but also allows production to continue uninterrupted at any time of the year, with the exception of extremely hot periods. In geothermal greenhouses it is possible to produce both in summer and winter, and the amount of product per decare can be 2-3 times higher than in other greenhouses, which means a great increase in productivity.

This project, which was prepared by Menemen Municipality within the framework of the EU-Türkiye Climate Change Grant Program of the Directorate General of European Union and Foreign Relations, European Union Investment Department, aims to establish sustainable greenhouse cultivation on an area of 15 decares by using geothermal energy. While the heating system will be used as a clean energy source in greenhouses, emphasis will be placed on modern agricultural techniques. The creation of a structure that continuously and sustainably contributes to the scientific literature through research laboratories and college cooperation is one of the important goals of the project. Energy saving, water efficiency and ecological sustainability are targeted with the composting system, solar cells, green roofs and rainwater harvesting. In this study, which emphasizes the contribution to preventing climate change, the main objective of the project is to make renewable and sustainable energy sources visible in practice and to lead the city.

Keywords:*Geothermal, Greenhouse, Agriculture, Climate*

JEOTERMAL ENERJİ OTURUMU

Geothermal Energy Session

Hafize AKILLI, Alper BABA, Mehmet ŞENER, Elif YILMAZ TURALI, Ejder YAPICI

Poster Sunumlar/*Poster Presentations*

Reşadiye (Sandıklı-Afyonkarahisar) Jeotermal Sahasının Jeolojisi ve Petrografik Özellikleri

Geology and Petrographic Characteristic of the Reşadiye (Sandıklı-Afyonkarahisar) Geothermal Field

Elif Şimşek (1), Muhammed Mahmud Kerim (1), Doğacan Özcan (1), Murat Beren (1), Hakan Hoşgörmez (1)

(1) İstanbul Üniversitesi-Cerrahpasa, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Büyükçekmece, İstanbul (simsekelif0558@gmail.com)

Öz

Bu çalışmada Batı Anadolu Jeotermal sistemine ait Afyon-Akşehir grabeninde bulunun Reşadiye Jeotermal Sahası'nın jeolojisi ve petrografik özelliklerinin ortaya konması amaçlanmıştır. Bunun için sahanın jeoloji haritası ve jeoloji enine kesitleri hazırlanarak jeotermal sistemi oluşturan unsurlara ait kayaçların el örnekleri ve sondaj kesintileri üzerinde ince kesit incelemeleri yapılmıştır. Çalışma sahasında en altta, Paleozoyik yaşlı Koçgazi Fillatı yer almaktadır. Bu belirgin foliasyonlu fillatlar ve metasilttaşları, kuvars, biyotit, klorit ve kayaç parçası bileşimi sunarlar. Bu seviyede bulunan metabazitler yönlü mikalar ve mikrokristalen doku ile karakteristik olup, bileşenlerin yönlenmesi izlenebilmektedir. Fillatların üzerine stratigrafik olarak uyumlu olarak Hüdai Kuvarsitleri gelmektedir. Bu birim gronablastik dokulu kuvars şist-kuvarsitlerden oluşur ve az miktarda biyotit içerir. Mesozoyik yaşlı şist, silttaşı ve konglomera ardalanmasından oluşan Karatepe Verrucano birimi stratigrafik olarak Hüdai Kuvarsitleri'ni üzerlemektedir. Karatepe Verrucano birimi, Akdağ Kireçtaşı ile örtülmektedir. Akdağ Kireçtaşı'nın üzerine ise Soğucak Tüfü uyumsuzlukla gelmektedir. Veziküler boşlukları ile karakteristik bu birimin ince kesit incelemesinde tamamen plajiyoklazlardan oluşan taneler gözlenmiş, yer yer biyotit minerallerine rastlanmış plojioklazların ileri derecede kil alterasyonuna maruz kaldığı belirlenmiştir. Soğucak Tüfü'nün üzerinde, killi kireçtaşı, kumtaşı ve marn ardalanmasından oluşan Sandıklı (Kaplıca) Formasyonu uyumlu olarak yer alır. İstifin en üst seviyesinde Sandıklı (Kaplıca) Formasyonu'nu uyumsuzlukla örten Kuvaterner yaşlı alüvyon ve traverten birimleri bulunmaktadır. Çalışma sahasında Hüdai Kuvarsiti, yoğun kırık çatlak içeriği nedeniyle rezervuar kayaç olarak değerlendirilmektedir. Bununla birlikte, Miyosen yaşlı Soğucak Tüfü ve Sandıklı (Kaplıca) Formasyonu örtü kaya iken sistemin ısı kaynağı ise havzanın doğusunda yüzlek veren Oligosen yaşlı volkanitleri oluşturan volkanizmadır. Reşadiye sahasında açılan jeotermal sondajının kesinti analizleri sonucunda, 90m kalınlığında Kaplıca Üyesi kesilmiştir ve bu birim açık gri, bej ve sarımsı renklerde kil, kireçtaşı ve silttaşı ardalanmasından oluşmaktadır. İnce kesitlerde kalsit tanelerinde demirli alterasyon izlenmiş ve bu seviyede kuvarsit parçaları da tespit edilmiştir. 90-210 metreler arasında beyaz renkli, masif yapılı ve oldukça dayanıklı Hüdai Kuvarsiti bulunmakta olup, bol kırık ve çatlak içeriği sayesinde önemli bir rezervuar kayaç niteliği taşımaktadır. Mikroskop altında kuvars minerallerinin belirgin yönlenmeleri tespit edilmiş ve mineraller arasında klorit mineralleri gözlenmiştir. Bu aralıkta muskovit şist olarak tanımlanan kesintiler de bulunmaktadır. 210-380 metreler arasında yer alan metabazit birimi koyu gri, yeşil ve siyah tonlarda gözlenmiş, kristalin yapılı bazik metamorfik kayaçlardan oluştuğu ve yoğun yapısal deformasyon izleri barındırdığı belirlenmiştir. İnce kesitlerde metabazitler volkanik matriksi belirgin afanitik doku sunmaktadır. 380-900 metreler arasında tekrar Hüdai Kuvarsiti gözlenmiştir. Beyaz renkli, sert ve dayanıklı ve petrografik olarak kuvars-şist olarak tanımlanan birim, rezervuar kayaç potansiyeline sahiptir. Kuyunun en alt seviyesinde, 900-1250 metreler arasında yer alan Koçgazi Fillatı, kurşuni, boz ve koyu renk tonlarında olup, belirgin yapraklanma dokusu ile düşük geçirgenliği nedeniyle geçirimsiz birim olarak değerlendirilmektedir. Bu kayaların mineral bileşimi kuvars+muskovit+klorit olarak belirlenmiştir. Bu veriler, sahadaki jeotermal rezervuar özelliklerinin anlaşılmasına katkıda bulunurken, sondaj planlaması ve jeotermal enerjinin sürdürülebilir kullanımını desteklemek için önemli bir temel oluşturmuştur.

Anahtar Kelimeler: Reşadiye Jeotermal Sahası, Afyon-Akşehir Graben, Jeotermal Sistem, Hüdai Kuvarsiti, Petrografi

Abstract

This study aims to reveal the geology and petrographic characteristics of the Reşadiye Geothermal Field located in the Afyon-Akşehir graben of the Western Anatolian Geothermal System. For this purpose, geological map and cross-sections of the field were prepared and thin- section studies were carried out on hand samples of rocks belonging to the constituents of the geothermal system and on drill cuttings. The bottom of the study area is composed of the Paleozoic aged Koçgazi Fillat. These prominent foliated phyllates and metasiltstones are composed of quartz, biotite, chlorite and rock fragments. The metabasites at this level are characterized by directional micas and microcrystalline texture and the orientation of the components can be traced. The phyllites are overlain by the stratigraphically coherent Hüdai *Quartzites. This unit consists of quartz schist-quartzites with gronablastic texture and contains small amounts of biotite. The Karatepe Verrucano unit, which consists of Mesozoic aged shale, siltstone and conglomerate succession, stratigraphically overlies the* Hüdai *Quartzites. The Karatepe Verrucano unit is overlain by the Akdağ Limestone. The Akdag Limestone is unconformably overlain by Sogucak Tuff. In the thin section examination of this unit, which is characterized by vesicular cavities, grains consisting entirely of plagioclasts were observed, biotite minerals were found in places and it was determined that the plagioclasts were subjected to advanced clay alteration. Sandıklı (Kaplıca) Formation consisting of clayey limestone, sandstone and marl succession is conformably overlying the Soğucak Tuff. At the uppermost level of the stack, there are Quaternary aged alluvium and travertine units covering the Sandıklı (Kaplıca) Formation unconformably. In the study area, Hüdai Quartzite is considered as a reservoir rock due to its intense fracture fracture content. However, while the Miocene-aged Soğucak Tuff and Sandıklı (Kaplıca) Formation are the cover rocks, the heat source of the system is the Oligocene-aged volcanites surfacing in the east of the basin. As a result of the cuttings analysis of the geothermal well, a 90 m thick Kaplıca Member was cut and this unit consists of light grey, beige and yellowish colored clay, limestone and siltstone succession. Ferrous alteration was observed in calcite grains in thin sections and quartzite fragments were also detected at this level. Between 90-210 meters, white colored, massive and very durable* Hüdai *Quartzite is found and it is an important reservoir rock thanks to its abundant fracture and fracture content. Under the microscope, distinct orientations of quartz minerals were detected and chlorite minerals were observed among the minerals. There are also interruptions defined as muscovite shales in this interval. The metabasite unit between 210-380 meters was observed in dark grey, green and black tones and it was determined that it consists of basic metamorphic rocks with crystalline structure and contains intense structural deformation traces. Hüdai Quartzite was observed again between 380-900 meters. The unit, which is white, hard and durable and petrographically defined as quartz-schist, has reservoir rock potential. Koçgazi Phyllite, which is located at the lowest level of the well between 900-1250 meters, has lead, taupe and dark tones and is considered as an impermeable unit due to its prominent foliation texture and low permeability. Mineral composition of these rocks. It was determined as quartz + muscovite + chlorite. This data contributes to the understanding of the geothermal reservoir characteristics in the field and provides an important basis for drilling planning and to supporting the sustainable use of geothermal energy.*

Keywords: *Reşadiye Geothermal Field, Afyon-Akşehir Graben, Geothermal System, Hüdai Quartzite, Petrography*

Sandıklı (Afyonkarahisar) Jeotermal Sahasının Jeolojisi ve Petrografik Özellikleri

Geology and Petrographic Characteristic of the Sandıklı (Afyonkarahisar) Geothermal Field

Muhammed Mahmud Kerim (1), Elif Şimşek (1), Doğacan Özcan (1), Murat Beren (1), Hakan Hoşgörmez (1)

(1) İstanbul Üniversitesi-Cerrahpasa, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Büyükçekmece, İstanbul (kerim.muhammed63@gmail.com)

Öz

Anadolu, Alp-Himalaya dağ oluşum kuşağında yer almakta olup, Geç Miyosen döneminde, Neo-Tetis Okyanusu'nun güney kolunun kapanmasıyla başlayan neotektonik süreçte, Arap Levhası'nın kuzeye hareketi Doğu Anadolu'nun yükselmesine ve kabuğun kalınlaşmasına yol açmıştır. Pliyosen'den itibaren Anadolu Bloğu batıya kayarken, Batı Anadolu genişlemiş ve horst-graben sistemleri meydana gelmiştir. Afyonkarahisar volkanizması da bu tektonik hareketlerin bir sonucu olarak meydana gelmiştir. Bu volkanizma Sandıklı jeotermal sahasının ısıtıcı unsurunu oluşturmaktadır. Çalışma alanı olan Sandıklı'nın (Afyon) tabanında Sandıklı merkezin batısında bulunan Paleozoyik yaşlı Koçgazi Fillit Üyesi bulunur. Bu birim kırıklı çatlaklı yapısı ile rezervuar kayaç özelliği kazanmıştır. Bu birim üzerine Sandıklı merkez civarında yer alan Miyosen'de Soğucak Tüf Breşi formasyonu gelir. Bu birim vesiküler boşluklarıyla karakteristik proklastik yapı sunar. Bu formasyonun üzerine ise Selçik'in kuzeybatısında bulunan Pliyosen yaşlı birimler olan; lav domu bazaltik birim, Sandıklı'nın kuzeybatısında yer alan üst lav- andezitik birim Sandıklı- Selçik ve Yeniçay ile sınırlandırılmış, ayrıca çalışma alanının güneybatısında yer almış olan aglomera ve Sandıklı Hamamçay Üyesi konglomera gelir. Volkanik kayaların mikroskop incelemelerinde afanitik dokulu bazalt, andazitik bazalt bileşimde oldukları ve mineralojik bileşimlerin plajiyoklaz, piroksen, hornblend, sfen olduğu belirlenmiştir. Son olarak ise Yeniçay'ın güneyinde konumlanmış olan Kuvaterner yaşlı alüvyon birimler çökelmektedir. Bahsedilen birimler arasında uyumlu bir geçiş olup, Sandıklı içerisinde bulunan Miyosen yaşlı Soğucak Tüf Üyesi tüf breşi biriminde sahada yapılan ölçümler sonucu eğim yönlerinin güneydoğuya doğru olduğu tespit edilmiştir, çalışma alanının güneyinde yer alan yaklaşık olarak Yeniçay Selçik arasında kalmış olan aynı birimde ise ölçümler sonucu kuzeydoğu ve güneydoğu olmak üzere iki farklı eğim yönü olduğu saptanmıştır. Çalışma alanının kuzeydoğusunda yer alan üst lav- andeziti birimi ve çalışma alanının güneybatısında yer alan aglomera birimlerinin eğimlerinin de kuzeydoğu olduğu ortaya konulmuş ve son olarak çalışma alanının kuzeybatısında yer alan Hamamçay Üyesi konglomera biriminin eğiminin kuzeybatı olduğu belirlenmiştir. Sahada bulunan jeotermal sondajların kesinti analizlerine göre, ilk 270 metrede tane boyu 0.3 mm ila 1.5 cm arasında değişen polijenik köşeli çakıllar gözlemlenmiş olup 270 m ile 1300 m arasında fillit seviyeleri tespit edilmiştir. Yapılmış olan sondaj çalışmalarının neticesinde, kuyulardan elde edilen verilere göre çalışma alanının alt tabakalarında fillit biriminin yer aldığı ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Afyon-Akşehir Graben, Jeotermal Sistem, Petrografi, Sandıklı Jeotermal Sahası

Abstract

Anatolia is located within the Alp-Himalayan orogenic belt, and during the neotectonic process that began in the Late Miocene with the closure of the southern branch of the Neo-Tethys Ocean, the northward movement of the Arabian Plate caused the uplift of Eastern Anatolia and thickening of the crust. Since the Pliocene, while the Anatolian Block has been moving westward, Western Anatolia has undergone extensional tectonics, resulting in the formation of horst-graben systems. The Afyonkarahisar volcanism is also a consequence of these tectonic movements. This volcanism constitutes the heating element of the Sandıklı geothermal field.

The study area, Sandıklı (Afyon), has the Paleozoic-aged Koçgazi Phyllite Member at its base, located west of Sandıklı center. Due to its fractured and cracked structure, this unit has acquired reservoir rock characteristics. Overlying this unit in the vicinity of Sandıklı center is the Miocene-aged Soğucak Tuff Breccia Formation. This unit exhibits a characteristic pyroclastic structure with vesicular voids. Above this formation, Pliocene-aged units are present in the northwest of Selçik, including the Lava Dome Basaltic unit and the Upper Lava-Andesitic unit, which is bounded by Sandıklı-Selçik and Yeniçay. Additionally, in the southwest of the study area, the Agglomerate and the Sandıklı Hamamçay Member Conglomerate are observed.

Microscopic examinations of volcanic rocks indicate that they have an aphanitic texture and a basaltic to andesitic basalt composition. Mineralogical analyses have identified plagioclase, pyroxene, hornblende, and sphene. Lastly, Quaternary-aged alluvium is deposited in the south of Yeniçay.

There is a conformable transition between the mentioned units. Measurements conducted in the Miocene-aged Soğucak Tuff Breccia Member within Sandıklı have determined that the dip directions are towards the southeast. In the same unit, located between Yeniçay and Selçik in the south of the study area, two different dip directions, northeast and southeast, were identified. The dip of the Upper Lava-Andesite unit in the northeast of the study area and the Agglomerate unit in the southwest was found to be towards the northeast, while the dip of the Hamamçay Member Conglomerate unit in the northwest of the study area was determined to be towards the northwest.

According to cuttings analyses from geothermal drillings conducted in the field, polygenic angular gravels with grain sizes ranging from 0.3 mm to 1.5 cm were observed in the first 270 meters, while phyllite levels were identified between 270 meters and 1300 meters. Based on data obtained from drilling studies, it has been revealed that the lower layers of the study area contain a phyllite unit.

Keywords: *Afyon-Akşehir Graben, Geothermal System, Petrography, Sandıklı Geothermal Field*

KENTSEL JEOLOJİ VE JEOLOJİK TEHLİKELER OTURUMU

Urban Geology and Geological Hazards Session

Mutluhan AKIN, Ayşe ÇAĞLAYAN, Hasan ELMACI, Hakan ERSOY, Candan GÖKÇEOĞLU, Mustafa Kerem KOÇKAR, Ahmet ŞİRİN, Okan TÜYSÜZ

Poster Sunumlar/*Poster Presentations*

Kentsel Alanda Kaya Düşmesi Olayında Durum Tespiti ve Önleme Tasarımı: Molla Murat Suyu Mevkii (Sarıyer-İstanbul) Örneği

Assessment and Prevention Design for Rockfall in Urban Areas: The Case in Molla Murat Suyu (Sarıyer - İstanbul)

Mert Demirel (1), Osman Cengizhan Çağlayan (1), Mehmet Mert Doğu (1), Ömer Ündül (1)

(1) İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Maslak, İstanbul, Türkiye (demirelm20@itu.edu.tr)

Öz

Kütle hareketleri, yoğun kentleşmenin olduğu alanlarda önemli derecede can kaybına ve maddi hasarlara yol açabilmektedir. Özellikle İstanbul gibi büyük metropollerde giderek artan nüfus yapılaşmanın doğal yamaçlar ile şevler civarında artmasını zorunlu kılmaktadır. Bu durum, uygun mühendislik hizmeti almamış yamaç ve şevlerde, özellikle şiddetli yağışlarından sonra kayma, akma ve devrilme tipi kütle hareketlerinin meydana gelmesini kaçınılmaz kılmaktadır. Bu çalışmada, İstanbul Sarıyer ilçesi Molla Murat Suyu Mevkii alt kotlarında yaya ve araç trafiği olan Paleozoyik yaşlı Yayalar Formasyonundan oluşan bir kaya yamacında meydana gelen kaya düşmesi problemi analiz edilmiş ve kent dokusuna uygun çözüm tasarımları önerilmiştir.

Çalışma alanının mühendislik jeolojisi özelliklerini ortaya koymak amacıyla saha çalışmaları yürütülmüştür. Bu kapsamda tabaka, fay, çatlak gibi süreksizliklerin özellikleri tespit edilmiş ve ölçümleri yapılmıştır. Buna göre çalışma alanında tabakaların eğim açısı/eğim yönleri 48-85°/16-230° arasında eklemlerin eğim/eğim yönleri ise 10-85/65-340 arasında değişmektedir. Laminalı seviyeler dışında nispeten hacimli blokları serbetleyebilecek etken süreksizliklerin ara mesafesi (süreksizlik aralığı) ortalama 20-35cm arasındadır. Tabakalanmaya bağlı süreksizlik açıklıkları tabaka kalınlığına bağlı olmaksızın büyük çoğunluğu kapalıdır. Yer yer milimetre ile birkaç santimetre mertebesinde (1mm-8cm) açık süreksizlikler bulunmaktadır. Sahada süreksizlik unsurlarından dolayı kinematik olarak serbestlik kazanabilecek pek çok kaya bloğu gelişmiştir. Bunun sonucunda farklı boyutlarda (20x20x35cm – 1x1.5x2m) kaya düşmeleri gelişmiştir. Schmidt çekici kullanılarak süreksizlik yüzeylerinin geri sıçrama değerleri bulunmuştur. Arazi gözlemleri, arazi ölçümleri ve laboratuvar çalışmaları neticesinde kayaçların fiziko-mekanik parametreleri belirlenmiştir. Yamaç yüzeyinden alınan örneklere göre birim hacim ağırlıklar 24.1 ile 26.2 kN/m^3 arasında değişmektedir. Alınan örneklerin dayanımları ise nokta yük değerlerine göre 0.66 MPa ile 5.90 MPa arasında değişmektedir. Yamacın farklı kesimlerinden alınan örneklerin tek eksenli basınç dayanımı değerleri ise 10 MPa ile 31 MPa arasında değişmektedir. Sonuç olarak, bölgedeki kaya düşmeleri zayıf-orta dayanımlı kumtaşlarında meydana gelmektedir.

İnceleme alanındaki süreksizlik özellikleri gözetilerek yapılan kinematik analiz çalışmaları saha gözlemleri ile uyumlu olarak kama tipi kayması riskli blokların olduğunu göstermiştir. Elde edilen bulgular ve parametreler ışığında RSData programı kullanılarak GSI, D, mb, s ve a değerleri bulunmuştur. RS2 yazılımıyla sonlu elemanlar analizi gerçekleştirilerek toplam yer değiştirme değerleri hesaplanmıştır. Ardından, RocFall2 programında kaya düşmesi simülasyonları gerçekleştirilmiştir. Bu analizlerde yamaçtan kopan farklı geometrilerdeki kaya parçalarının alt kotta bulunan yaya yolu, asfalt yol ve yaklaşık 10m mesafede daha alt kottaki yamaç ve şevlere ulaşabileceği ortaya konmuştur.

Analizler neticesinde çalışma alanındaki kaya yamacındaki duraysızlıkları önlemek amacıyla, kent dokusuna uygun bir şekilde, düşme potansiyeli olan blokları yerinde tutacak güçlendirilmiş kaya bulonu ile desteklenmiş ağ sistemi önerilmiştir. Tehlikenin en aza indirgenmesi için gerek yamaç yüzeyinin farklı kesimlerinde gerekse farklı ayrışmış kesimlerde tutucu kaya bariyerleri de İstanbul Boğazı görünümüne uygun bir şekilde çözüm önerisi olarak sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Mühendislik Jeolojisi, Kaya Düşmesi, Sonlu Elemanlar Analizi, Süreksizlik.

Abstract

Mass movements can cause significant loss of life and financial damages in areas of dense urbanization. Especially in large metropolitan areas such as İstanbul, the increasing population necessitates an increase in construction around slopes. This situation makes it inevitable that mass movements such as sliding, flowing and toppling occur on slopes and slopes that have not received appropriate engineering services, especially after heavy rainfall. In this study, the rockfall problem occurring on a rock slope composed of Paleozoic aged Yayalar Formation with pedestrian and vehicle traffic at the lower elevations of Molla Murat Suyu Mevkii in Sarıyer district of İstanbul was analyzed and solution designs suitable for the urban fabric were proposed.

Field studies were carried out to reveal the engineering geology characteristics of the study area. In this context, the properties of discontinuities such as bedding, faults and joints were determined and measured. Accordingly, the dip angle/dip directions of the bedding in the study area vary between 48-85°/16-230° and the slope dip angle/slope dip directions of the joints vary between 10-85°/65-340°. Except for the laminated levels, the spacing of the active discontinuities (discontinuity spacing) that can release relatively large blocks is between 20-35 cm on average. The discontinuity openings due to bedding are mostly closed regardless of the layer thickness. There are open discontinuities ranging from millimeters to a few centimeters (1mm-8cm) in places. Due to the discontinuity elements in the site, many rock blocks that can gain kinematic freedom have developed. As a result, rockfalls of different sizes (20x20x35cm - 1x1.5x2m) have developed. Using Schmidt hammer, the rebound values of the discontinuity surfaces were found. As a result of field observations, field measurements and laboratory studies, physico-mechanical parameters of the rocks were determined. According to the samples taken from the slope surface, the unit volume weights vary between 24.1 and 26.2 kN/m3. The strength of the samples taken varied between 0.66 MPa and 5.90 MPa according to the point load values. Uniaxial compressive strength values of the samples taken from different parts of the slope vary between 10 MPa and 31 MPa. In conclusion, rockfalls in the region occur in weak to medium strength sandstones.

Kinematic analysis studies conducted by considering the discontinuity characteristics in the study area showed that there are blocks with wedge-type slip risk in accordance with the field observations. In the light of the findings and parameters obtained, GSI, D, mb, s and a values were found using RSData software. Finite element analysis was performed with RS2 software and total displacement values were calculated. Then, rockfall simulations were performed in RocFall2 program. In these analyses, it was revealed that rock fragments of different geometries breaking off from the slope can reach the pedestrian road, asphalt road and lower slopes and slopes at a distance of approximately 10 meters.

As a result of the analyses, in order to prevent instabilities on the rock slope in the study area, a net system supported by reinforced rock bolts that will hold the blocks with the potential to fall in place in accordance with the urban texture is proposed. In order to minimize the hazard, retaining rock barriers at different parts of the slope surface and at different weathered sections are also proposed as a solution in accordance with the Bosphorus view.

Keywords: *Geomechanics, Rockfall, Finite Element Analysis*

KIYI, DENİZ VE GÖL JEOLOJİSİ OTURUMU

Marine, Coastal, and Lake Geology Session

Kerem ÖZKAP, Erol SARI, Nazım Özgür SİPAHİOĞLU, Bulut TORTOPOĞLU, Tuğrul Şükrü YURTSEVER

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

Gökova Körfezi Yüzey Çökellerinde Ağır Metal Kirliliğinin Sedimentolojik, Jeokimyasal ve Çevresel Değerlendirmesi

Sedimentological, Geochemical, and Environmental Assessment of Heavy Metal Contamination in Surficial Sediments Along the Gulf of Gökova Coast, Aegean Sea

Muhammet Duman (1), Atilla Hüsnü Eronat (1), Ezgi Talas (1)

(1) Dokuz Eylül Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü, İzmir.
(muhammet.duman@deu.edu.tr)

Öz

Bu çalışmada Gökova Körfezi kıyı bölgesinin sedimentolojik, jeokimyasal ve çevresel özellikleri incelenerek, yüzeysel sedimanlarda ağır metal kirliliğinin etkisi değerlendirilmeye çalışılmıştır. Çalışmada, sediman örneklerinin litolojik ve jeokimyasal analizlerini yüksek çözünürlüklü batimetrik ve sığ sismik verilerle birleştiren kapsamlı bir yaklaşım kullanılmıştır. Çalışma, potansiyel jeokimyasal ilişkileri belirlemek için yüzey sedimanlarındaki tane boyu dağılımına, organik karbon (Corg) içeriğine, karbonat seviyelerine ve majör ve minör elementlerin konsantrasyonlarına odaklanmıştır. Veriler, Körfez'deki sedimantasyon modellerinin öncelikle dip morfolojisi, hidrodinamik varyasyonlar ve biyojenik verimlilik gibi faktörlerden etkilendiğini ortaya koymaktadır. Körfez genelindeki sedimanter yapı, güney kıyı bölgesinde iri taneli sedimanların (kumdan siltli kuma) baskın olduğu, kuzey bölgesinde ise ince taneli sedimanların (kumlu siltten silte) daha yoğun olduğu önemli bir değişkenlik göstermiştir. Corg ve karbonat içerikleri de belirgin mekansal değişkenlik göstermiş olup Corg yüksek konsantrasyonları körfez›in kuzey bölümünde gözlenirken karbonat ise ağırlıklı olarak güney kısımlarında odaklanmıştır. Temel bileşen analizinde ortak jeokimyasal davranışlara sahip beş ana değişken grubu tanımlanmıştır: (1) jeojenik faktörler, (2) biyojenik etkiler, (3) antropojenik girdiler, (4) deniz trafiği ve (5) atık su katkıları. Zenginleşme faktörü (EF), jeoakümülasyon indeksi (Igeo) ve kontaminasyon faktörü (CF) dahil olmak üzere jeokimyasal indeksler, potansiyel kirliliği değerlendirmek için kullanılmıştır. Sonuçlar, ağır metallerin çoğunun (As, Cr, Cu, Ni, Pb ve Zn) dünya referans değerlerine göre minimal zenginleşme gösteren Cu ve Zn haricinde orta ile önemli ve son derece yüksek zenginleşme gösterdiğini ortaya koymuştur. Benzer şekilde, kontaminasyon faktörleri genel olarak orta düzeyde kontaminasyon göstermiştir. Bulgular, Gökova Körfezi'nin özellikle insan etkisinin daha belirgin olduğu geçiş bölgelerinde çeşitli antropojenik faaliyetlerden etkilendiğini göstermektedir. Bu çalışma, özellikle ağır metal kirliliği ve bunun potansiyel ekolojik etkileri açısından bölgede gelecekte yapılacak çevresel izleme ve yönetim çalışmaları için önemli bir temel oluşturmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Metaller, Sediment Kirliliği, Kirlilik İndeksi, Gökova Körfezi.

Abstract

This study investigates the sedimentological, geochemical, and environmental characteristics of the coastal zone of Gökova Gulf, aiming to assess the impact of heavy metal contamination in surficial sediments. To achieve this, a comprehensive approach was employed, combining lithological and geochemical analyses of sediment samples with high-resolution bathymetric and shallow seismic surveys. The study focused on the grain size distribution, organic carbon (Corg) content, carbonate levels, and concentrations of major and minor elements in the surface sediments to identify potential geochemical relationships. The study reveals that sedimentation patterns in the Gulf are primarily influenced by factors such as bottom morphology, hydrodynamic variations, and biogenic productivity. Sediment texture exhibited significant variability, with coarse sediments (sand to silty sand) predominating in the southern coastal zone, while fine sediments (sandy silt to silt) were more abundant in the northern region. Corg and carbonate contents also showed significant spatial variation, with high concentrations of Corg observed in the northern part of the Gulf, while carbonate was mainly concentrated in the southern parts. Principal component analysis identified five main groups of variables with common geochemical behaviors: (1) geogenic factors, (2) biogenic influences, (3) anthropogenic inputs, (4) marine traffic, and (5) wastewater contributions. Geochemical indices, including enrichment factors (EF), the geoaccumulation index (Igeo), and contamination factors (CF), were used to assess potential pollution. The results showed that most of the heavy metals (As, Cr, Cu, Ni, Pb, and Zn) exhibited moderate to significant, or even extremely high, enrichment relative to world reference values, except for Cu and Zn, which displayed minimal enrichment. Similarly, the contamination factors indicated moderate levels of contamination overall. The findings suggest that the Gulf of Gökova has been impacted by various anthropogenic activities, particularly in transitional zones where human influence is more pronounced. This study provides a crucial baseline for future environmental monitoring and management efforts in the region, particularly in terms of heavy metal contamination and its potential ecological impacts.

***Keywords**: Metals, Sediment Contamination, Pollution Index, Gulf of Gökova.*

Kocasu Nehri'nin Marmara Denizi Karot Çökellerine olan Mikroplastik Kirlilik Etkisi

The Effect of the Kocasu River on Microplastic Pollution in the Core Sediment of the Marmara Sea

Zeynep Çetin (1), Tuğçe Nagihan Arslan Kaya (1), Erol Sari (1), Narin Sezer (2), Murat Gül (3), Yusuf Can Gerçek (4)

(1) İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, Fatih, 34134 İstanbul, Türkiye
(2) İstanbul Arel Üniversitesi, 34010, Meslek Yüksekokulu, Zeytinburnu, İstanbul - Türkiye
(3) Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kötekli,48000 Muğla, Türkiye
(4) İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, 34134 Fatih/İstanbul, Türkiye
(zeynepsj@gmail.com)

Öz

Günümüzde plastik kirliliği deniz ekosistemleri için ciddi tehditler oluşturmaktadır. Mikroplastikler sucul ortamları etkileyerek biyojeokimyasal döngüleri bozar. Bu çalışmada Marmara Denizi Güneyi, Kocasu Nehri önü -32 m su derinliğinden alınan karot çökellerinde mikroplastik kirliliği incelenmiştir.

Radyokarbon tarihleme, tane boyu analizi, toplam organik karbon tayini ve mikroskobik inceleme yapılmıştır. Mikroplastikler renk, şekil ve boyutlarına göre sınıflandırılmıştır. Mikroplastiklerin kilogram başına bolluğu, stereomikroskop altında 800 ile 6600 arasında değişirken, floresan mikroskopla 400 ile 17.800 arasında değişmiştir. Ortalama mikroplastik bolluğu kilogram başına 5400 adet olup, mikroplastik içeriği karotta 50 cm derinlikten sonra keskin bir şekilde azalmıştır. Sediment kolonunun üst tabakasında (0-50 cm) daha fazla mikroplastik bulunmuştur. Karot sedimentinde 50-200 µm boyutundaki mikroplastikler baskın boyutta olup, en çok siyah renk gözlenmiştir. Parçacıkların (%69) baskın tip olduğu belirlenmiştir.

Mikroplastiklerin mekansal dağılımı, daha genç birikintilerin bulunduğu nehir ağızlarına yakın alanlarda daha yoğun olduklarını göstermektedir. Bu durum, kara kökenli kirliliğin deniz tabanında mikroplastik birikimine neden olduğunu ortaya koymaktadır. Bu çalışma, bölgedeki mikroplastik kirliliği hakkında ilk verileri sunarak Kocasu Nehri'nin mikroplastik taşıyıcı rolüne dikkat çekmektedir. Bulgular, deniz ekosistemleri üzerindeki etkileri anlamak ve çevre yönetim stratejileri geliştirmek için önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Marmara Denizi, Kocasu Nehri, mikroplastik, kirlilik, karot sedimenti.

Abstract

Today, plastic pollution poses a serious threats to marine ecosystems. Microplastics disrupt biogeochemical cycles by affecting aquatic environments. This study examined microplastic pollution in core sediment from the mouth of the Kocasu River at a depth of -32 m, south of the Marmara Sea.

Radiocarbon dating, grain size analysis, total organic carbon measurement, and microscopic examination were performed. Microplastics were classified in terms of their color, shape, and size. The abundance of microplastics per kilogram ranged from 800 to 6600 under the stereomicroscope, while it ranged from 400 to 17,800 using the fluorescent microscope. The average microplastic abundance was 5400 items per kilogram, and the microplastic content sharply decreased after a core depth of 50 cm. The majority of microplastics were found in the upper layer (0-50 cm) of the sediment column. Microplastics sized 200-50 µm were the dominant size, with black being the most common color in the core sediment. It was determined that fragments (69%) were the dominant type.

The spatial distribution of microplastics showed higher concentrations near river mouths, where younger deposits were located. This indicates that land-based pollution is responsible for microplastic accumulation on the seabed. This study provides the first data on microplastic pollution in the region, highlighting the role of the Kocasu River as a carrier of microplastics. The findings are important for understanding the impacts on marine ecosystems and for developing environmental management strategies.

Keywords: *Marmara Sea, Kocasu River, microplastic, pollution, core sediment.*

İzmir Körfezi'nde Kirleticilerin Dağılımını Belirleyen Hidrodinamik ve Antropojenik Parametreler

Hydrodynamic and Anthropogenic Influences on Pollutant Distribution in Izmir Gulf

Ezgi Talas (1), Muhammet Duman (1,2)

(1) Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, Türkiye
(2) Dokuz Eylül Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü, İzmir, Türkiye
(ezgitalas@hotmail.com)

Öz

Bu çalışma, İzmir Körfezinde etkili olan antropojenik ve hidrodinamik faktörlerin etkilerini ve bunların kaynaklarını tespit ederek alanın daha iyi anlaşılabilmesini amaçlamaktadır. Bu bağlamda; jeoistatistik (sediment trend analizi-GSTA), sığ sismik, oşinografik (CTD, ADCP) ve jeokimyasal (kirlilik indeksleri: TOCN, Cf, Cdeg, mCd, PLI, PINem, EF, MPI, Igeo, SQG ve PCA) yöntemler kullanılarak farklı data setleri toplanmış ve bu veriler birbirleri ile karşılaştırılarak multidisipliner bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Çalışma sırasında deniz tabanından alınan 202 yüzeyi sediment örneğinde; sediment tane boyu analizleri, inorganik karbon (CaCO3), toplam organik karbon (TOC) ve ağır metaller (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb ve Zn) dahil olmak üzere toplamda 46 elementin sediment örneklerinde konsantrasyon miktarları tespit edilmiştir. Toplanan bu veriler değerlendirilerek; İzmir Körfezini etkileyen dört ana faktör; antropojenik (%31,7), litojenik (%20,1), endüstriyel kaynaklı antropojenik (%11,3) ve biyojenik faktörler (%5,8) olarak belirlenmiştir. Kirleticilerin ana kaynağı tabakhane (deri) endüstrisi (krom), deniz trafiği/liman faaliyetleri (bakır ve çinko), karayolu trafik akışları (kurşun ve çinko), işlenmemiş evsel atık deşarjları (toplam organik karbon ve kükürt) ve diğer kentleşme sonucu gelişen antropojenik girdiler olarak tespit edilmiştir. Çalışma alanında, bentik organizmalar için risk oluşturan en önemli elementler İzmir Körfezi'nde çinko ve krom olarak belirlenmiştir. Çalışma sırasında incelenen kirlilik indekslerine göre İzmir İç Körfezinde yüksek derecede, Orta Körfezinde ise düşük derecede bir kirlilik mevcuttur. Ayrıca sediment taşınma yönelimlerinden yola çıkarak çalışma alanında antropojenik etkilere maruz olan en riskli bölgeler belirlenmiş ve çalışma alanında mikro gelgit koşullarında gelişen hidrodinamik süreçler tespit edilmiştir. Çalışma alanında, ağır metal konsantrasyonları ve kirlilik indekslerinin dağılımları incelendiğinde en belirgin özellik hemen hemen tüm metal dağılımlarında yüksek konsantrasyonların İzmir İç Körfezinin doğusunda, Çiğli Atıksu Arıtma Tesisi ve Süzbeyli drenaj kanalı denize döküldüğü bölgelerde ve yakınlarında yer alan istasyonlarla ilişkili olduğu görülmektedir. Tüm kirlilik dağılım modellerinde en belirgin özellik kirleticilerin, sediman taşınım yönelimlerini takiben büyük oranda iç körfezden orta körfeze doğru bir yayılma trendi gösterdiği ve depolanma zonlarında birikme eğilimlerinin yüksek olduğudur.

Anahtar Kelimeler: Ağır metaller, kirlilik indeksleri, temel bileşen analizi, sediment trend analizi, İzmir Körfezi, Ege Denizi.

Abstract

*This study aims to explore the anthropogenic and hydrodynamic effects in Izmir Gulf by using a multidisciplinary method of comparing/combining the geo-statistical (sediment trend analysis-GSTA), shallow seismic, oceanographic (CTD, ADCP) and geochemical [pollution indexes (TOC**N**, C**f**, Cd**eg**, mC**d**, PLI, PI**Nem**, EF, MPI, I**geo**, SQG and PCA)] analyses to understand better the sources of the natural and anthropogenic processes in the area. The 202 surface sea bottom sediment samples were taken from the study area and examined for sediment grain size, carbonate (CaCO**3**), total organic carbon (TOC) concentration, and concentrations of 46 elements including heavy metals (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb and Zn). The collected data were evaluated to determine the parameters and levels of pollutants that cause the pollution. The four main factors that were affecting the study area were identified as anthropogenic factor (31.7 %), lithogenic factor (20.1 %), anthropogenic factor caused by industry discharges (11.3 %) and biogenic factor (5.8 % of the total variance). The main source of metals in the study area were determined as tannery industry (chromium), maritime traffic and shipyard/harbour activities (copper and zinc), road traffic run-offs (lead and zinc), untreated domestic waste discharges (total organic carbon and sulfur) and discharges of other wastes caused by urbanization. The main metal element that poses the most significant risk for benthic organisms was determined as Zn and Cr in the İzmir Gulf. All environmental indices showed high pollution existing in the Inner Gulf and, moderate pollution was observed in the Central Gulf. Additionally, based on sediment transport pathways, the most vulnerable areas to anthropogenic effects were identified, and hydrodynamic processes developing under micro-tidal conditions in the study area were detected. It has been determined that the high concentrations in almost all heavy metal (caused by urbanization and industrial wastes) distributions were associated with the three zones; the inner side of Izmir Gulf where urbanization is denser, the through the front of the north coastline where the drainage channel of* Çiğli *Wastewater Treatment Plant exits to the sea, and the northwest part of the study area where the Süzbeyli drainage channel-mouth met with the sea. The most prominent feature in all pollution distribution models was that the pollutants shows a spreading trend from the inner bay to the central bay, following the sediment transport directions, and their tendency to accumulate in the deposition zones was very high.*

Keywords: *Heavy metals, pollution indices, principle component analysis, sediment trend analysis, Gulf of Izmir, Aegean Sea.*

Depremsel Türbiditlerin Göl Çökellerinde Sedimentolojik Özellikleri: Hazar Gölü'nden (Elazığ) Karot Verileri ile Örnekleri

Sedimentologic Properties of Seismo-turbidites: Example from Lake Hazar (Elazığ) with sediment cores

Kürşad Kadir Eriş (1), Gülsen Uçarkuş (1), Nurettin Yakuopoğlu (1), Cerennaz Yakupoğlu (1), Erdem Kırkan (1), Ahmet Şaşmaz (2), Mehmet Köküm (2)

(1) İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Doğu Akdeniz Oşinografi ve Limnoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi, Sarıyer, İstanbul
(2) Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü
(erisku@itu.edu.tr)

Öz

TÜBİTAK-ÇAYDAG tarafından destelenen 119Y251 nolu proje ile gerçekleştirilen bu çalışmada Hazar Gölü'nden alınan sediman karotlarında sedimantolojik ve jeokimyasal analizler ışığında Doğu Anadolu Fay Sistemine ait ve gölü çevreleyen Hazar-Sincik ve Palu-Hazar segmentleri üzerinde aletsel depremlerden 2020-Sivrice, 1971-Bingöl, 1905-Pütürge depremlerinin sedimanter kayıtlarının ortaya ***çıkarılması*** amaçlanmıştır. Gölden alınan karotların 11 adetinde yapılan detaylı litolojik ve sedimantolojik çalışmalar sonucunda depremsel-türbiditlerin varlığı saptanmıştır. Hazar Gölü'nde depremsel-türbiditlerin jeokimyasal bileşimlerinden yola çıkarak bu çökellerin beslendiği kaynak alanların tespiti de yapılmaya çalışılmıştır. Bu proje ile toplanan Hazar Gölü'ne ait hassas multi-beam batimeteri verisi ile gölden daha önce alınmış sığ-sismik ve sparker sismik yansıma verileri de kullanılarak gölün farklı alanlarındaki şelf ve yamaçlarda kütle akmaları ile depremsel-türbiditleri oluşturabilecek gölün hidrografik yapısı da incelenmiştir. Depremsel-türbiditlerin göl tabanında çökelme koşulları ve süreçlerinin belirlenmesi bu çökellerde detaylı sedimantolojik ve jeokimyasal analizler ile gerçekleştirilmiştir. Karotlarda belirlenen depremsel-türbiditlerde gözle yapılan litolojik çalışmalar sonucunda bu çökellerin masif, dereceli ve laminalı fasiyeslerde geliştikleri gözlenirken, detaylı tane boyu analizleri sayesinde ise tane boyu salınımı gösteren fasiyesin varlığı da ortaya çıkarılmışıtır. Depremsel türbiditler genel olarak 35 mikronun üzerinde ortalama tane boyuna sahip olup, tane boyu aralığı olarak %65 silt, %35 kum ve %40 kil içermektedirler. Masif fasiyeste çökelen depremsel-türbiditlerin önemli bir kısmının gölün yamaçlarına yakın ve hemen önlerindeki düzlük alanlarda vizkozitesi çok düşük akışı temsil eden yüksek yoğunlukta türbidit çökelleri oldukları belirlenmiştir. Daha az sayıdaki masif seviyeler ise yüksek kil içerikleri nedeni ile daha viskoz davranış sergileyen düşük yoğunluklu türbidit akışın ürünleri olarak yorumlanmıştır. Dereceli fasiyeste çökelen depremsel-türbiditler normal, ters ve her ikisinin birlikte gözlendiği seviyelerden oluşmaktadır. Laminalı fasiyesteki depremsel-türbiditlerin depremler sırasında meydana gelen su kolonu çalkalanması (seiche effect) sonucunda gölün nispeten daha derin bölgelerinde gelişen dip akıntıları ile çökeldikleri belirlenmiştir. Göldeki ritmik şekildeki su kolonu çalkalanmaları aynı zamanda gölün yamaçlarında kütle akmaları meydana getirerek daha sığ ve düzlük alanlarda tane boyu salınımı gösteren fasiyesteki depremsel-türbiditleri oluşturmuştur

Anahtar Kelimeler: Hazar Gölü, Depremsel türbidit, Sedimentoloji, Çökel karotu.

Abstract

In this study, carried out with the project number 119Y251 and supported by TÜBİTAK-ÇAYDAG, the sedimentary records of instrumental eartquakes such as 2020-Sivrice, 1971-Bingöl and 1905-Pütürge along the Hazar-Sincik and Palu-Hazar segments of the East Anatolian Faults System that surround the Lake Hazar was aimed to be extracted from the sediment cores using sedimentologic and geochemical analyses. The presence of seismic-turbidites wasdetected by the help of detailed lithologic and sedimentologic studies carried out on 11 core samples retrieved from the lake. Based on the geochemical compositions of seismic-turbidites in Lake Hazar, the source areas of these sediments were also attempted to be determined. The hydrographic structure of the lake, which can create seismic-turbidites with mass flows on the shelf and slopes in different areas of the lake, was also investigated by using the sensitive multi-beam bathymetry data of Hazar Lake acquired for this project and the pre-existing shallow-seismic and sparker seismic reflection data. The determination of the depositional conditions and processes of the seismic-turbidites on the lake floor, which is one of the important objectives of the project, was carried out by detailed sedimentological and geochemical analysis of these deposits. As a result of visual lithological studies in the seismic-turbidites identified in the cores, it was observed that these sediments developed in massive, graded and laminated facies, while detailed grain size analyses revealed the presence of facies showing grain size oscillation. Seismic turbidites generally have an average grain size of over 35 microns and contain 65% silt, 35% sand and 40% clay in the grain size range. It was determined that a significant part of the seismic-turbidites deposited in massive facies were high density turbidite sediments representing flow with very low viscosity in flat areas close to the lake's slopes. On the other hand, less massive levels indicate that they are a product of low-density turbidite flow, which exhibits a more viscous behavior due to its high clay content. Seismic-turbidites deposited in graded facies consist of normal, reverse and mixture of both of them. It was determined that seismic-turbidites in laminated facies were deposited by undercurrents developed in the relatively deeper regions of the lake as a result of the seiche effect that occurred during earthquakes. The rhythmic water column fluctuations also created mass flows on the slopes of the lake and formed different seismic-turbidite facies that shows grain size oscillation in shallower and flatter areas of the lake.

Keywords: *Hazar Lake, Seismoturbidite, Sedimentology, Sediment cores.*

Saros Körfezi Geç Pleyistosen-Holosen Paleoşinografisi ve Çökel Stratigrafisi

Late Pleistocene-Holocene Paleoceanography and Sediment Stratigraphy in the Gulf of Saros

Kürşad Kadir Eriş (1), Nurettin Yakuopoğlu (1), Cerennaz Yakupoğlu (1), Asen Sabuncu (1)

(1) İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Doğu Akdeniz Oşinografi ve Limnoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi, Sarıyer, İstanbul
(erisku@itu.edu.tr)

Öz

Geç Pleyistosen'den Holosen'e kadar Saroz ***Körfezi›ndeki deniz seviyesi değişimleri ve iklim salınımlarının ayrıntılı bir kaydı, yüksek çözünürlüklü sismik yansıma*** *profillerinin değerlendirilmesi ve bir tortu çekirdeğinin analizi ile gösterilmiştir. Sismik stratigrafi, yüksek deniz seviyesi değişimlerini yansıtan belirgin yansıma yüzeyleriyle sınırlanmış dört ana tortul biriminin oluşumunu ortaya koymaktadır. Körfezdeki Son Buzul Maksimum dönemi, -148 m'de en derin deniz terasını oluşturan düşük deniz seviyesiyle ilişkilidir. Buzul sonrası ısınmadan kaynaklanan artan deniz seviyesine, yerel kanal dolgularıyla birlikte kıyı aşmaları (onlap) ile karakterize edilen transgresif birimlerin birikimi eşlik etmiştir. Bu transgresif faz, 17 cal ka BP, 14.6 cal ka BP ve 13.6 cal ka BP'deki üç kısa durağan deniz seviyesi tarafından modüle edilmiş ve sırasıyla -135 m, -112 m ve -90 m'de körfezdeki daha genç deniz teraslarını üretmiştir. Derinliklerinin küresel deniz seviyesi eğrisi ile karşılaştırılması, daha eski yaşlardan daha genç yaşlara doğru azalan çökme oranlarıyla birlikte yükseklik farklarını ortaya koymaktadır; bu da körfez tabanı boyunca tektonik çökmeyi ima etmektedir. Körfezdeki tortul çekirdeğinden alınan çoklu-temsilci verilerinin Kuzey Ege ve Anadolu verileriyle yakın korelasyonu, geçmiş iklim olaylarının zamanlamalarının genel olarak küresel ve bölgesel iklim modelleriyle uyuştuğunu güçlü bir şekilde göstermektedir. Bølling/Allerød'un geç evresinde (13.3–12.6 cal ka BP) körfez etrafındaki sıcak iklim, yüksek deniz biyolojik verimliliği ve daha sonraki transgresyon nedeniyle daha derin sularda iyileştirilmiş havalandırma ile temsil edilmektedir. Soğuk ve kuru Genç Dryas* ***döneminde (12.6–11.7 cal*** *ka BP) havza alanında permafrost oluşumu, toprak erozyonunun ve körfeze gelen tortu girişinin azalmasıyla sonuçlanmıştır. Erken Holosen döneminde 11.2 cal ka BP ile 9.4 cal ka BP arasında belirgin bir ısınma, artan deniz biyolojik üretkenliğinin zayıf oksijenli derin su sütununun üzerinde meydana geldiği zaman, çekirdeğin çoklu-vekil verileri tarafından kaydedilmiştir. Erken ila Orta Holosen geçişi sırasında (9.4–7.8 cal ka BP) daha soğuk ve daha kuru bir faza doğru iklimsel bozulma, yoğun fiziksel aşınma ve erozyona neden olmuş ve körfezdeki en yüksek sedimantasyon* ***hızına*** *yol açmıştır. Holosen'in sonraki dönemi, körfez çevresinde sıcak ve nemli iklimlerin eşlik ettiği 7.8 cal ka BP ve 5.4 cal ka BP'de iki ayrı sapropelin oluşumu ile ilişkilidir.*

Anahtar Kelimeler: Saroz Körfezi, Deniz Seviyesi, Paleoşinografi, karot, eski iklim

Abstract

A detailed record of sea level changes and climate oscillations in the Gulf of Saros during the late Pleistocene to the Holocene is demonstrated by interpretation of high-resolution seismic reflection profiles and analysis of a sediment core. The seismic stratigraphy reveals the formation of four main depositional units bounded by prominent reflection surfaces, reflecting high sea level variations. The Last Glacial Maximum period in the gulf is associated with the lowstand sea level, forming the deepest marine terrace at -148 m. The increasing sea level due to post-glacial warming was accompanied by the deposition of transgressive units characterized by coastal onlaps together with local channel-fills. This transgressive phase was modulated by three brief still-stands sea levels at 17 cal ka BP, 14.6 cal ka BP and 13.6 cal ka BP, producing the younger marine terraces in the gulf at -135 m, -112 m and -90 m, respectively. A comparison of their depths with the global sea level curve reveals elevation differences with decreasing subsidence rates from the older to younger ages, implying tectonic subsidence along the gulf floor. The close correlation of multi-proxy data from sediment core in the gulf with the northern Aegean and Anatolia data strongly indicates that the timings of the past climate events generally agree with the global and regional climate patterns. The warm climate around the gulf during the late phase of Bølling/Allerød (13.3–12.6 cal ka BP) is represented by high marine biological productivity and improved ventilation in the deeper water due to subsequent transgression. Permafrost formation in the catchment area during the following cold and dry Younger Dryas period (12.6–11.7 cal ka BP) resulted in reduced soil erosion and sediment input to the gulf. Noticeable warming during the Early Holocene between 11.2 cal ka BP and 9.4 cal ka BP is recorded by the multi-proxy data of the core when the enhanced marine biological productivity occurred above the poorly oxygenated deep-water column. The climatic deterioration to a cooler and drier phase during the Early to Middle Holocene transition (9.4–7.8 cal ka BP) resulted in intense physical weathering and erosion, causing the highest sedimentation rate in the gulf. The later period of the Holocene is associated with the formation of two discrete sapropels at 7.8 cal ka BP and 5.4 cal ka BP that were accompanied by warm and wet climates around the gulf.

Keywords: *Saroz Körfezi, Sealevel, Paleoceanogrphy, core, past climate*

Küresel İklim Değişikliği ve Deniz Seviyesi Yükselmesinin Kıyılar Üzerindeki Olası Etkileri: Samandağ (Hatay) Sahilinin İncelenmesi

Possible Effects of Global Climate Change and Sea Level Rise on Coasts: A Study of Samandağ (Hatay) Shoreline

Barbaros Şimşek (1), Mustafa Ergin (2), Zeynep Önal (1), Pir Çağatay Kartal (1), Deniz Yağmur Kayhan (1), Fatoş Kurtuluş (1), Şölen Diktepe (1), Fulay Yıldız (1)

(1) Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Deniz Araştırmaları Dairesi Başkanlığı Çukurambar Mahallesi Dumlupınar Bulvarı No: 11 Çankaya-Ankara
(2) Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Gölbaşı-Ankara
(barbaros.simsek@mta.gov.tr)

Öz

Sanayi devrimi sonrasında artan üretimin çeşitlenmesiyle insanın doğaya etkileri de fark edilir oranda artarak bu yüzyılda insanın iklim üzerindeki etkileri, dünya çapında öne çıkan sorunlardan biri haline gelmiştir. Küresel anlamda iklim değişikliği, sera gazlarının etkisiyle sıcaklıkların artışı, yağışların türü ve miktarındaki değişiklikler, denizlerin kimyasal dengesinin değişmesi ve buzulların eriyerek denizlere karışması sonucunda deniz seviyesinin yükselmesi gibi konular önemli sonuçlar doğurabilecektir. Küresel anlamda iklim değişikliği, sera gazlarının etkisi ile sıcaklıkların artışı, yağışların tür ve miktarındaki değişimler, denizlerin kimyasal dengesinin değişmesi ile buzulların eriyerek denizlere karışması sonucunda deniz seviyesinin yükselmesi gibi konular önemli sonuçlar doğurabilecektir.

Bu bildiri kapsamında, Türkiye'nin güney doğusunda yer alan, Doğu Anadolu Fayı ile Ölü Deniz Fayının etkisi altında, yer yer yükselmekte olan ve Antakya Grabeni ile Asi Nehri'nin denize döküldüğü Hatay Samandağ kıyılarında, iklim değişikliği etkisiyle sıcaklığın artması ve deniz seviyesinde yaşanacak olası yükselmenin kıyı üzerindeki etkileri, uydu görüntüleri ve deniz haritaları üzerinden incelenerek kıyı morfolojisinde denizin kara içine ilerlemesiyle kıyı alanında yaşanacak azalma, denizin ilerlemesiyle ön kıyı, arka kıyı ile kumullarda mevcut sedimanların dağılımında ortaya çıkacak olası değişiklikler tane boyu ve mineral bulgularından hareketle incelenerek iklim değişikliği ve deniz seviyesi artışı konusunda değerlendirmelerde bulunulacaktır.

Küresel sıcaklığın artmasıyla deniz suyundaki termal genişleme ve buzullarının erimesiyle önümüzdeki 100 yılda yaşanması beklenen yaklaşık 0.5-1 m'lik bir deniz seviyesi yükselmesinin Samandağ sahil şeridinde kara yönünde yer yer 10-50 m'lik plaj alanının deniz tarafından örtülmesine neden olabileceği ve kıyıda alansal kayıpların yaşanmasına yol açabileceği değerlendirilmektedir. Denizin karaya olan bu ilerlemesiyle ön kıyı ve arka kıyı bölümü doğrudan su altında kalarak etkilenecek olup ayrıca kumulların da etkilenmesi söz konusu olabilecektir. Samandağ kıyısında dalga yüksekliği genelde 1 m'den az olmasına rağmen kışın 3 m'ye kadar çıkabilmesi nedeniyle, bu alanda mevcut bulunan ve ortalama tane boyu 0.25-050 mm ile orta kum ve 0.125-0.250 mm ile ince kum hakimiyetindeki ve ayrıca kromit, manyetit ve ilmenit gibi ekonomik ağır mineraller de içeren plaj çökellerinin aşınarak denize taşınması, kıyının erozyona uğraması ve sediman dağılımının değişmesine neden olacağı da değerlendirilmektedir. İklim değişikliği ve deniz seviyesi yükselmesi, sedimanın aşınması ile taşınmasında mevsimsel akarsuların ve Asi Nehri'nin etkilenmesine de neden olarak, gelen sediman miktarını ve dağılımını da etkileyebilecektir.

İklim değişikliği ve deniz seviyesi yükselmesinin olası etkilerinin tüm kıyı alanlarında dikkatle takip edilerek bu etkinin modeller ve gözlemlerle incelenmesi, kıyıda mevcut yerleşim yeri ve kıyı tesislerinin ihtiyaç halinde daha içerilere taşınması ihtimalini de ortaya çıkarabileceğinden, durumun yaratacağı fiziksel, mali, hukuki ve sosyal etkilerin incelenmesi kıyı alanlarının yönetimi bakımından da önem arz etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Deniz Seviyesi, Kıyı, Sediman, İklim

Abstract

After the Industrial Revolution, the diversification of production led to a noticeable increase in human impact on nature, making the effects of human activities on the climate one of the prominent global issues of this century. On a global scale, climate change, the rise in temperatures due to greenhouse gases, changes in the type and amount of precipitation, alterations in the chemical balance of seas, and the melting of glaciers leading to their integration into the oceans, resulting in rising sea levels, are all issues that could have significant consequences.

This paper will examine the effects of climate change, particularly the increase in temperature and the potential rise in sea level, on the coast of Samandağ in Hatay, located in the southeastern part of Turkey, which is under the influence of the East Anatolian Fault and the Dead Sea Fault, areas that are rising in some parts. The study will be based on satellite images and sea maps to explore how the advancement of the sea into the land will lead to a decrease in coastal areas. The potential changes in the distribution of sediment in the front and rear coasts and sand dunes, caused by the advancing sea, will also be examined in terms of grain size and mineral findings, evaluating the effects of climate change and sea level rise.

With the increase in global temperatures and the thermal expansion of seawater, along with the melting of glaciers, a rise of approximately 0.5-1 meter in sea levels is expected over the next 100 years. This could result in the coverage of coastal areas in Samandağ, with some parts of the beach being covered by the sea by 10-50 meters inland and lead to a loss of coastal area. With the sea advancing towards the land, the front and rear coastal areas will be directly submerged, potentially affecting the sand dunes as well. While the wave height on the Samandağ coast is generally less than 1 meter, it can rise up to 3 meters in winter, and therefore, the erosion of existing beach sediments, which consist of medium sand (0.25-0.50 mm) and fine sand (0.125-0.250 mm) with heavy economic minerals such as chromite, magnetite, and ilmenite, and their transportation into the sea, will lead to coastal erosion and changes in sediment distribution. Climate change and rising sea levels, by affecting seasonal rivers and the Asi River, could also alter the amount and distribution of incoming sediment.

Careful monitoring of the potential impacts of climate change and rising sea levels on all coastal areas, along with the examination of these impacts through models and observations, is important. This could also indicate the need to relocate coastal settlements and facilities further inland, requiring the examination of physical, financial, legal, and social effects, making it crucial for coastal zone management.

Keywords: *Sea Level, Coast, Sediment, Climate*

Kıyı Yapılarında Karstik Riskler ve Jeofizik Çözümler: Projelendirmeye Yeni Yaklaşımlar

Karstic Risks and Geophysical Solutions in Coastal Structure Design: New Approaches to Project Planning

Sadık Öztoprak (1), Mehmet Şafi Yıldız (2)

(1) İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, İSTANBUL
(2)PM Prestij Mühendislik Müşavirlik İnş. Proje Taah. San ve Tic. Ltd. Şti (Ataköy 7-8-9-10 Kısım Mah. Çobançeşme E-5Yan Yol Nef22 Sitesi AA Blok No:22/1/30 Bakırköy- İSTANBUL
(oztoprak@iuc.edu.tr)

Öz

Geç Pleyistosen'den Holosen'e kadar Saroz Körfezi›ndeki deniz seviyesi değişimleri ve iklim salınımlarının ayrıntılı bir kaydı, yüksek çözünürlüklü sismik yansıma profillerinin değerlendirilmesi ve bir tortu çekirdeğinin analizi ile gösterilmiştir. Sismik stratigrafi, yüksek deniz seviyesi değişimlerini yansıtan belirgin yansıma yüzeyleriyle sınırlanmış dört ana tortul biriminin oluşumunu ortaya koymaktadır. Körfezdeki Son Buzul Maksimum dönemi, -148 m'de en derin deniz terasını oluşturan düşük deniz seviyesiyle ilişkilidir. Buzul sonrası ısınmadan kaynaklanan artan deniz seviyesine, yerel kanal dolgularıyla birlikte kıyı aşmaları (onlap) ile karakterize edilen transgresif birimlerin birikimi eşlik etmiştir. Bu transgresif faz, 17 cal ka BP, 14.6 cal ka BP ve 13.6 cal ka BP'deki üç kısa durağan deniz seviyesi tarafından modüle edilmiş ve sırasıyla -135 m, -112 m ve -90 m'de körfezdeki daha genç deniz teraslarını üretmiştir. Derinliklerinin küresel deniz seviyesi eğrisi ile karşılaştırılması, daha eski yaşlardan daha genç yaşlara doğru azalan çökme oranlarıyla birlikte yükseklik farklarını ortaya koymaktadır; bu da körfez tabanı boyunca tektonik çökmeyi ima etmektedir. Körfezdeki tortul çekirdeğinden alınan çoklu-temsilci verilerinin Kuzey Ege ve Anadolu verileriyle yakın korelasyonu, geçmiş iklim olaylarının zamanlamalarının genel olarak küresel ve bölgesel iklim modelleriyle uyuştuğunu güçlü bir şekilde göstermektedir. Bølling/Allerød'un geç evresinde (13.3–12.6 cal ka BP) körfez etrafındaki sıcak iklim, yüksek deniz biyolojik verimliliği ve daha sonraki transgresyon nedeniyle daha derin sularda iyileştirilmiş havalandırma ile temsil edilmektedir. Soğuk ve kuru Genç Dryas döneminde (12.6–11.7 cal ka BP) havza alanında permafrost oluşumu, toprak erozyonunun ve körfeze gelen tortu girişinin azalmasıyla sonuçlanmıştır. Erken Holosen döneminde 11.2 cal ka BP ile 9.4 cal ka BP arasında belirgin bir ısınma, artan deniz biyolojik üretkenliğinin zayıf oksijenli derin su sütununun üzerinde meydana geldiği zaman, çekirdeğin çoklu-vekil verileri tarafından kaydedilmiştir. Erken ila Orta Holosen geçişi sırasında (9.4–7.8 cal ka BP) daha soğuk ve daha kuru bir faza doğru iklimsel bozulma, yoğun fiziksel aşınma ve erozyona neden olmuş ve körfezdeki en yüksek sedimantasyon hızına yol açmıştır. Holosen'in sonraki dönemi, körfez çevresinde sıcak ve nemli iklimlerin eşlik ettiği 7.8 cal ka BP ve 5.4 cal ka BP'de iki ayrı sapropelin oluşumu ile ilişkilidir.

Anahtar Kelimeler: Saroz Körfezi, Deniz Seviyesi, Paleoşinografi, karot, eski iklim

Abstract

A detailed record of sea level changes and climate oscillations in the Gulf of Saros during the late Pleistocene to the Holocene is demonstrated by interpretation of high-resolution seismic reflection profiles and analysis of a sediment core. The seismic stratigraphy reveals the formation of four main depositional units bounded by prominent reflection surfaces, reflecting high sea level variations. The Last Glacial Maximum period in the gulf is associated with the lowstand sea level, forming the deepest marine terrace at -148 m. The increasing sea level due to post-glacial warming was accompanied by the deposition of transgressive units characterized by coastal onlaps together with local channel-fills. This transgressive phase was modulated by three brief still-stands sea levels at 17 cal ka BP, 14.6 cal ka BP and 13.6 cal ka BP, producing the younger marine terraces in the gulf at -135 m, -112 m and -90 m, respectively. A comparison of their depths with the global sea level curve reveals elevation differences with decreasing subsidence rates from the older to younger ages, implying tectonic subsidence along the gulf floor. The close correlation of multi-proxy data from sediment core in the gulf with the northern Aegean and Anatolia data strongly indicates that the timings of the past climate events generally agree with the global and regional climate patterns. The warm climate around the gulf during the late phase of Bølling/Allerød (13.3–12.6 cal ka BP) is represented by high marine biological productivity and improved ventilation in the deeper water due to subsequent transgression. Permafrost formation in the catchment area during the following cold and dry Younger Dryas period (12.6–11.7 cal ka BP) resulted in reduced soil erosion and sediment input to the gulf. Noticeable warming during the Early Holocene between 11.2 cal ka BP and 9.4 cal ka BP is recorded by the multi-proxy data of the core when the enhanced marine biological productivity occurred above the poorly oxygenated deep-water column. The climatic deterioration to a cooler and drier phase during the Early to Middle Holocene transition (9.4–7.8 cal ka BP) resulted in intense physical weathering and erosion, causing the highest sedimentation rate in the gulf. The later period of the Holocene is associated with the formation of two discrete sapropels at 7.8 cal ka BP and 5.4 cal ka BP that were accompanied by warm and wet climates around the gulf.

Keywords: *Saroz Körfezi, Sealevel, Paleoceanogrphy, core, past climate*

KUTUP ÇALIŞMALARI OTURUMU

Polar Research Session

Şafak ALTUNKAYNAK, M. Korhan ERTURAÇ, Raif KANDEMİR, Orhan KARSLI, Hakan YAVAŞOĞLU

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

Doğu Antarktik Buz Örtüsü'nün Pliyosen'den Günümüze Evrimi

Evolution of the East Antarctic Ice Sheet since the Pliocene

Naki Akçar (1)

(1) Bern Üniversitesi, Jeoloji Enstitüsü, Bern, İsviçre
(akcar@geo.unibe.ch)

Öz

Antarktika'daki buzullar günümüzde hızlı bir çevresel değişim sürecinden geçmektedir. Bölgede devam eden buzul gerilemesi, kıyı bölgelerinde yaşayan dünya nüfusunu tehdit eden küresel deniz seviyesi yükselmesine doğrudan katkıda bulunmaktadır. Bununla birlikte, Doğu Antarktika Buz Örtüsü'nün (EAIS) küresel ısınma altındaki davranışı ve gelecekte küresel deniz seviyesi yükselmesine olan katkısı son derece belirsizdir. Model projeksiyonlar, önümüzdeki yüzyılda deniz seviyesinin birkaç on santimetreden 15 metreye kadar yükselebileceğini ön görmektedir. Geçmişte EAIS'in iklimsel değişikliklere verdiği tepkilerin zamanlaması ve miktarı, gelecekte ne olabileceğine dair bilgi derlemek açısından büyük önem taşımaktadır. EAIS'in kıyısal boşaltım bölgelerindeki kısıtlı drenajı nedeniyle, Kraliçe Maud Ülkesinde yer alan Sør Rondane Dağları (SRM), EAIS'in zaman içinde iklim değişikliklerine nasıl tepki verdiğini aydınlatmak için benzersiz bir fırsat sunmaktadır. Çünkü SRM, güneydeki buzu engelleyerek buzun drenaj düzeninde kilit bir rol oynamaktadır.

Araştırmamız, yüksek rakımlı plato ile daha alçak rakımlı kıyı düzlüğündeki buz kütlelerinin 3 ila 1 milyon yıl önce (Ma) ayrılmaya başladığını (yani drenajın ayrıştığını) göstermiştir. Bu durum, o zamandan beri platoda ve kıyı düzlüğündeki buzun iklim değişikliklerine farklı ve bağımsız olarak tepki verdiğini düşündürmektedir. Bu hipotez, zaman içinde buz akış rejimindeki ve hacmindeki değişimleri belirlemek açısından kritik öneme sahiptir. Bu nedenle, önerilen araştırma, bu hipotezi batı SRM bölgesinde test etmeyi amaçlamakta ve EAIS'in iklimsel zorlamalara verdiği tepkinin hızını ve buna bağlı yüzey alçalmasını Pliyosen'den bu yana izlemeyi hedeflemektedir.

Anahtar Kelimeler: Doğu Antarktik Buz Örtüsü (EAIS), İklim Değişikliği, Deniz Seviyesi Yükselmesi, Sør Rondane Dağları (SRM)

Abstract

Currently, the Antarctic cryosphere is experiencing a rapid environmental change. Continuing ice decay directly contributes to the global sea level rise that threatens the world's population living in coastal areas. However, the behavior of the East Antarctic Ice Sheet (EAIS) under global warming and its future contribution to global sea level rise is extremely uncertain; model projections for the next centuries vary from tens of cm to 15 m. The timing and amplitude of changes in the behavior of the EAIS under climatic forcing in the past are of utmost importance for assembling information about what could happen in the future. As the drainage of the EAIS is poorly constrained in the coastal outflow regions, the Sør Rondane Mountains (SRM) in Queen Maud Land afford the unique opportunity to elucidate how the EAIS responds to changes in climate over time because the SRM dam the ice in the south and play a key role in the drainage pattern of the ice.

Our research has shown that the ice masses on the high-elevated plateau and the lower elevated foreland started to separate between 3 and 1 Ma (million years) (i.e., decoupling of the drainage), which suggests that since then, the ice on the plateau and the foreland responded differently and independently from each other to climate changes. This hypothesis is crucial in determining changes in ice flow regime and volume through time, therefore this proposal is designed to test this hypothesis in the western SRM and aims to track the pace of EAIS' response to climate forcing and associated surface lowering since the Pliocene.

Keywords: *East Antarctic Ice Sheet (EAIS), Climate Change, Sea Level Rise, Sør Rondane Mountains (SRM)*

Geç Kretase Robert Adası Bazik Daykları, Antarktik Yarımada-Batı Antarktika: Yay Gerisi Genleşmesi ve Magmatizma

Late Cretaceous Basic Dykes in Robert Island, Antarctic Peninsula-West Antarctica: A Magmatic Response to the Back-Arc Extension

Orhan Karslı (1), Hadi Shafaii Moghadam (1), Raif Kandemir (2), Faruk Aydın (1), Jose F. Santos (3), Yılmaz Demir (2)

(1) Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 61080, Trabzon
(2) Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 53100, Rize
(3) Geobiotec, Departamento de Geociências, Aveiro University, 3810-193 Aveiro, Portugal
(okarsli@gmail.com)

Öz

Antarktika Yarımadası'nda Phoenix okyanusal litosferinin Mesozoyik boyunca tektonik evrimi oldukça tartışmalıdır. Bu çalışma, Antarktik Yarımadası'nda yer alan Robert Adası'ndaki Kretase yaşlı yitim ilişkili olivin bazaltları keserek yüzeylenen Geç Kretase bazaltik dayklarını araştırmayı hedeflemektedir. Bu dayklar, yay ilişkili kayaçların jeodinamiği ve bileşimsel değişimlerinin araştırılması için önem arzederler. Bu araştırmada; 40Ar/39Ar yaşlandırma, tüm kayaç jeokimyası, Sr-Nd-Hf-Pb izotoplarından oluşan bir veri setini, bu kayaçların oluştuğu tektonik ortamı ve kaynak karakteristiklerini ortaya koyabilmek için sunmaktayız. Bazaltik dayklarının 40Ar/39Ar yaşlandırmaları 96.6 ila 91.6 milyon yıl arasında değişmektedir. Bazaltik dayklar; bazalt ve bazaltik andezit bileşimli olmakla birlikte kalk-alkalin jeokimyasal karakter sunarlar. Düşük silika (SiO_2=%46.93-53.12) ve yüksek Mg# (49-67) içeriğine sahiptirler. İz element modelleri, zenginleşmiş MORB (E-MORB) lara benzer ve tüketilmiş izotop bileşimleri [87Sr/86Sr(t), εNd(t), εHf(t), 208Pb/204Pb(t), 207Pb/204Pb(t) and 206Pb/204Pb(t)] gösterirler. Jeokimyasal modellemeler; bazaltik dayklarının, ~%2-3 sediment ergiyiği ile birlikte zenginleşmiş tüketilmiş manto kamasının %5-10'luk bir kısmi ergimesiyle oluştuklarına işaret eder. Bu bilgiler ışığında; bazaltik dayklarının, Phoenix okyanusal litosferinin dikleşerek yitime uğraması neticesinde, yay gerisinde Antarktika Plakası'nda oluşan ekstansiyonel kuvvetlerin etkisinde oluşmuş olabileceklerini önermekteyiz. Söz konusu ekstansiyonel kuvvetler, muhtemelen astenosferin yükselimini tetikler ve bu yükselim N- ila E-MORB benzeri astenosferik mantonun ergimesine sebep olur. Bazaltik dayklarının yerleşimi okyanus sırtı yitimi olaylarından ziyade yay gerisi havzanın oluşmaya başlamasıyla ilişkili olmalıdır. Çünkü okyanus sırtı yitimini karakterize eden adakit, boninit ya da yüksek TiO2 bazaltları sahada gözlenememiştir. Bunun yerine dayklarının oluşumu sırasında düşük açılı bir yitimden dik açılı bir yitime geçişin hakim olduğu bir tektonik ortam düşünülebilir. Söz konusu yay gerisi ekstansiyonel hareketler; Kretase boyunca Weddell Denizi'nin oluşumuna sebep olmuş olabilir.

Bu çalışmalar T.C. Cumhurbaşkanlığı himayesinde, T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı uhdesinde ve İTÜ Kutup Araştırmaları Uygulama-Araştırma Merkezi koordinasyonunca desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Antarktika Yarımadası, bazaltik dayk, Mesozoyik aktif marjin, Phoenix okyanusal litosferi, Robert Adası

Abstract

In the Antarctic Peninsula, the tectonic evolution of the Phoenix oceanic lithosphere during the Mesozoic is controversial. This study investigates the Late Cretaceous dykes, which cut through the Cretaceous subduction-related olivine basalts on Robert Island in the Antarctic Peninsula. These basaltic dykes offer a rare opportunity to directly discuss the compositional variations and geodynamics of arc-related rocks. Here, we present an integrated study using 40Ar/39Ar dating, bulk-rock geochemistry, and Sr-Nd-Hf-Pb isotope data to evaluate the source characteristics and tectonic regime of these rocks. 40Ar/39Ar dating of the basaltic dykes yields plateau ages between 96.6 and 91.6 Ma. The dykes, composed of basalt to basaltic andesites with calc-alkaline affinities, are characterized by low silica (SiO_2=46.93-53.12%) and mostly high Mg# (49-67). The trace element patterns are comparable to enriched MORBs (E-MORB), with depleted isotopic signatures [87Sr/86Sr(t), εNd(t), εHf(t), 208Pb/204Pb(t), 207Pb/204Pb(t) and 206Pb/204Pb(t)]. Geochemical modelling suggests that the basaltic dykes originated from partial melting (5-10%) of a depleted mantle wedge metasomatized by sediment melts (~2-3%). We propose that the basaltic dykes were formed during the rollback of the Phoenix oceanic slab, which triggered back-arc basin extension over the Antarctic Plate. These extensional events likely facilitated asthenospheric upwelling, causing shallow melting of a depleted, N- to E-MORB-like asthenospheric mantle. The emplacement of these basaltic dykes may be associated with the onset of the back-arc basin rather than ridge subduction events, as there is no evidence of adakites, boninites, or high-TiO_2 basalts indicative of such processes. Instead, we argue for a significant geodynamic turnover from flat-slab subduction to slab rollback along the Antarctic Plate's active margin. The back-arc extensional events may have contributed to the opening of the Weddell Sea during the Late Cretaceous.

These studies were carried under the auspices of Turkish Republic Presidency, supported by the Ministry of Industry and Technology, and coordinated by Istanbul Technical University (ITU) Polar Research Center (PolReC).

Keywords: *Antarctic Peninsula, basaltic dyke, Mesozoic active margin, Phoenix oceanic lithosphere, Robert Island.*

Greenwich Adası (Batı Antarktika) Ambato ve Fort Williams Noktalarının Volkano-stratigrafisi

The Volcano-stratigraphy of the Ambato and Fort Williams Points, Greenwich Island (West Antarctica)

Alp Ünal (1), Şafak Altunkaynak (1)

(1) İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34469, Sarıyer/ISTANBUL
(alp.unal@itu.edu.tr)

Öz

8. Ulusal Antarktika Bilim Seferi kapsamında Türkiye-Ekvador ikili iş birliği çerçevesinde 2024 Şubat ayında Greenwich Adası'nda (Batı Antarktika) arazi çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada inceleme alanında yer alan birimlerin saha özellikleri sunulacaktır.

Greenwich Adası, Antarktik Yarımada'nın kuzeybatısında bulunan Güney Shetland Adaları boyunca konumlanmaktadır. Kuzeyinde Robert güneyinde ise Livingston adaları yer almaktadır. Ekvador Maldonado Üssü'nün yer aldığı Fort Williams Noktası ve batısında yer alan Ambato noktası benzer litolojilere sahiptir. Ambato Noktası'nda stratigrafik olarak en altta hemen hepsi volkanik malzemeden oluşan iri taneli- bloklu, kötü boylanmalı ve genellikle yuvarlanmış bir konglomera yer almaktadır. Bunun üzerine çoğunlukla ince-orta taneli ve laminalı epiklastik çökeller konumlanır. Bu çökeller yeniden benzer bir konglomera seviyesi ile örtülerek ardalanırlar. Bu yüksekten düşüğe değişken enerjili sedimanter ortamları temsil eden epiklastik istif Fort Williams Birimi olarak isimlendirilen bazaltlar ile örtülmektedir. Bu kayaçlar inceleme alanında baskın olarak sütunsal bazaltlar, nadir olarak da aa-tipi volkanitler ile temsil edilirler. Sütunsal bazaltlar, yer yer dikey, yer yer yataya yakın, yer yer ise eğimli sütunlardan oluşmaktadır. Volkanik kayaçlarda plajiyoklaz ve piroksen mineralleri çıplak göze seçilebilmektedir. Nispeten daha doğuda yer alan Fort Williams Noktası'na bakıldığında, baskın olarak bazaltlar ve gabroik intrüzyonlar yer almaktadır; Ambato Noktası'nda yer alan epiklastik çökeller bu alanda izlenmezler. İntrüzyonlar, kıyı şeridi boyunca bir dizi belirgin tepe oluşturarak geniş bir alana yayılan stoklar ve dayklar ile temsil edilirler. Bu gabroik stoklar, makroskobik olarak plajiyoklaz ve piroksen minerallerinin görülebildiği orta- iri taneli dokular sergilemektedir. Dayklar ise daha ince taneli bir doku sergilemekte ve inceleme alanında çizgisel olarak dizilmektedir. Bu birimlerin civar kayaçlar ile olan dokanakları ise izlenememektedir. Bazaltlar tabanda Ambato Noktası ile aynı özellikler sunan Fort Williams Birimi ile başlar. Bu birimin üzerinde ise topografik olarak daha yüksek kotlarda yüzeyleyen ve genellikle ikincil minerallerle doldurulmuş vesiküler bazaltlardan oluşan Puyongo Birimi gelir. Bu bazaltlar yer yer akma yapıları ile belirgindir ve vesiküller agat ve kalsedon dolguları içererek amigdoloidal dokuyu oluşturmaktadır. Bu kayaçlara sınırlı bölgelerde akma breşleri de eşlik etmektedir. Diğer bazaltik ürünlere benzer olarak el örneklerinde de plajiyoklaz ve piroksen mineralleri belirgindir. Literatürde yukarıda anlatılan magmatik ürünlere dair herhangi bir yaş verisi bulunmamaktadır. Ancak hem saha özellikleri hem de mekânsal yakınlıkları birimlerin Robert Adası'nda yüzeyleyen Üst Kretase yaşlı Coppermine Formasyonu'na benzer olduğunu düşündürmektedir.

Sonuç olarak Greenwich Adası Güney Shetland Adaları magmatizmasının temsili ürünlerinin izlenebildiği ve gerek jeokimyasal gerekse jeokronolojik verilerin noksan olduğu bir bölge niteliğindedir. İleride yapılması planlanan petroloji ve jeokronoloji çalışmaları ile bu eksikliğin giderilerek Greenwich Adası'nın Güney Shetland Yayı içerisindeki yerinin ve bu yay magmatizmasının doğası ve evriminin araştırılması planlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Antarktika, Greenwich Adası, Volkanizma, Güney Shetland Adaları, İntrüzyon

Abstract

As part of the 8th National Antarctic Science Expedition and under the framework of Turkey-Ecuador bilateral cooperation, field studies were conducted on Greenwich Island (West Antarctica) in February 2024. This study aims to present the field characteristics of the units identified in the study area.

Greenwich Island is situated along the South Shetland Islands, at the northwest of the Antarctic Peninsula. It lies between Robert Island to the north and Livingston Island to the south. Fort Williams Point, which hosts Ecuador's Maldonado Base, and Ambato Point to its west, exhibit similar lithologies. At Ambato Point, the stratigraphic sequence begins with a poorly sorted, coarse-grained, blocky conglomerate consisting almost entirely of volcanic material. This conglomerate is overlain by fine- to medium-grained laminated epiclastic deposits, which are subsequently interbedded with a similar conglomeratic layer. Representing sedimentary environments with varying energy levels, these epiclastic sequences are overlain by basaltic lavas referred to as the Fort Williams Unit. These lavas are predominantly characterized by columnar basalts and less commonly, by aa-type lavas. The columnar basalts exhibit vertical, sub-horizontal, and inclined columns. Plagioclase and pyroxene minerals are macroscopically visible in the hand specimens of these lavas. At Fort Williams Point, basaltic lavas and gabbroic intrusions are the dominant lithologies, while the epiclastic deposits are not observed. The intrusions are represented by stocks and dikes that form prominent ridges along the coastline. These gabbroic stocks exhibit medium- to coarse-grained textures in which plagioclase and pyroxene minerals are visible in hand specimens. Dikes, on the other hand, are finer-grained and are linearly distributed throughout the study area. Contact relationships between these units and the surrounding rocks are not observable in the field. The basaltic lavas at Fort Williams Point begin with the same Fort Williams Unit observed at Ambato Point. At higher topographic elevations, this unit is overlaid by the Puyongo Unit, consisting of vesicular basalts filled with secondary minerals. These basalts often exhibit flow structures and contain vesicles filled with agate and chalcedony, forming amygdaloidal textures. They are accompanied by flow breccia units in limited areas. Similar to other basaltic products, plagioclase and pyroxene minerals are prominent in hand specimens. No geochronological data exists in the literature for the magmatic products described above. However, based on field characteristics and spatial proximity, these units are inferred to resemble the Upper Cretaceous Coppermine Formation exposed on Robert Island.

In conclusion, Greenwich Island represents a region where the characteristic products of South Shetland Islands magmatism can be observed but lacks geochemical and geochronological data. Future petrological and geochronological studies are planned to address this gap, to elucidate the significance of Greenwich Island within the South Shetland magmatic arc and to investigate the nature and evolution of this arc magmatism.

Keywords: *Antarctica, Greenwich Island, Volcanism, South Shetland Islands, Intrusion*

Nelson Adası (Güney Shetland Adaları, Batı Antarktika) Volkanik Kayalarının Magma Odası Süreçlerine Kristal Boyut Dağılımı (CSD) Yardımıyla Yaklaşımlar: İlksel Bulgular

Insights into Magma Chamber Processes of Nelson Island Volcanic Rocks (South Shetland Islands, West Antarctica) through Crystal Size Distribution Analysis: Preliminary Results

Gökçenur Bayram (1), Alp Ünal (1), Şafak Altunkaynak (1)

(1) Istanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Istanbul, Türkiye (bayramg17@itu.edu.tr)

Öz

Nelson Adası'nda (Güney Shetland Adaları, Batı Antarktika) 2023 yılı ocak ve şubat aylarında gerçekleştirilen jeolojik arazi çalışmaları, Çekya Antarktik Araştırmaları Merkezi'nin lojistik desteği ve TÜBİTAK MAM Kutup Araştırmaları Enstitüsü'nün ayni yardımları ile gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, 123G050 No'lu TÜBİTAK projesi kapsamında Nelson Adası-Stansburry Yarımadası bölgesinden alınan volkanik kayaçların petrografik ve kristal boyut dağılımı (CSD) analizlerinden elde edilen ön bulgular sunulmaktadır.

Antarktik Yarımada'nın bir parçası olan Nelson Adası, Güney Shetland Adaları'nın kuzeybatısında konumlanmıştır. İnceleme alanında volkanik ve intrüzif kayaçlar geniş bir yayılım göstermektedir. Adanın buzdan arınmış alanlarında hâkim olan bu magmatik kayaçlara, sınırlı miktarda sedimanter birimler de eşlik etmektedir. Volkanik kayaçlar genellikle bazalt ve bazaltik andezit lavları ile ilişkili piroklastik kayaçlardan oluşmaktadır. Bu volkanik kayaçlar üzerinde yapılan petrografik incelemelere göre, kayaçlarda plajiyoklaz ve ortopiroksen kristalleri ana mineral fazlarını oluşturmaktadır ve bunlara yer yer olivinler eşlik ederler. İnce kesitlerde plajiyoklaz mineralleri hem fenokristal hem de mikrolit formunda izlenir. Bazaltik kayaçların matriksi pilotaksitik ve intersertal dokularla karakterize olup, faneritik, hemikristalen-porfirik dokular sergilemektedir. Bunlara ek olarak bazaltları, körfez dokulu piroksen ve plajiyoklaz kristalleri, elek dokulu plajiyoklazlar ve farklı plajiyoklaz jenerasyonları gibi dengesizlik dokuları da sergilemektedir.

Nelson Adası volkanik kayalarının magma odası süreçlerini daha iyi anlamak amacıyla iki bazalt örneğinde kristal boyut dağılımı (CSD) analizleri uygulanmıştır. Bu analizler toplam 400 plajiyoklaz fenokristali üzerinde yapılmıştır. CSD analizleri sonuçlarına göre magma bekleme süresi ortalama 10,6 yıl ve popülasyon yoğunluğu (n_o) 19,7 mm^{-4} olarak hesaplanmıştır. Bu değerler, popülasyon yoğunluğu-tane boyut grafiğinde yukarı konkav bir desen oluşturmaktadır. Bu CSD sonuçları ve petrografik veriler bir arada değerlendirildiğinde, magma odası süreçlerinde sıcaklık ve basınç değişimlerinden kaynaklanan dinamik ve dengesiz kristalleşme koşullarının etkili olduğu anlaşılmaktadır. Devam etmekte olan CSD analizleriyle birlikte ileride yapılması planlanan mineral kimyası ve jeotermobarometre çalışmaları, Nelson Adası magmatizmasının magma odası süreçlerinin daha iyi anlaşılmasına katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Kristal Boyut Analizi (CSD), Magma Odası Süreçleri, Petrografi, Nelson Adası, Güney Shetland Adaları, Antarktika

Abstract

Geological fieldwork on Nelson Island (South Shetland Islands, West Antarctica) was conducted in January and February 2023 with logistical support from the Czech Antarctic Research Center and in-kind contributions from TÜBİTAK MAM Polar Research Institute. This study presents the preliminary petrographic observations and crystal size distribution (CSD) analysis results of volcanic rocks from the Nelson Island-Stansburry Peninsula obtained within the framework 123G050 TUBITAK project.

Nelson Island is located in the northwestern region of the Antarctic Peninsula, within the South Shetland Islands. The study area is predominantly composed of volcanic and intrusive rocks, with minor distribution of sedimentary rocks across the ice-free regions of the island. The volcanic rocks are represented by basaltic and basaltic andesite lavas, often associated with pyroclastic materials. Petrographic analyses of these volcanic rocks indicate that the lavas are mainly composed of plagioclase and orthopyroxene as primary mineral phases, with minor amounts of olivine. Under thin-section, plagioclase crystals are observed in both phenocryst and microlitic forms. Basalts display phaneritic and hemicrystalline-porphyritic texture and the groundmass is characterized by pilotaxitic and intersertal textures. The basalts show signs of disequilibrium crystallization, including embayed pyroxene and plagioclase crystals, sieve-textured plagioclase, and multiple generations of plagioclase in the thin sections.

To better understand the magma chamber processes of volcanic rocks in Nelson Island, crystal size distribution (CSD) analyses were performed on two basalt samples. These analyses were conducted on a total of 400 plagioclase phenocrysts. The results of the CSD analyses indicate an average magma residence time of 10.6 years and a population density (n_0) of 19.7 mm^{-4}. These values yield a concave-upward trend in the population density versus grain size diagram. The collective evaluation of CSD results, together with the petrographic data, shows that dynamic disequilibrium crystallization conditions, driven by temperature and pressure variations, played a significant role in the magma chamber processes. Ongoing CSD analyses, combined with future mineral chemistry and geothermobarometric studies, are expected to contribute to a better understanding of the magma chamber processes associated with Nelson Island magmatism.

Keywords: *Crystal Size Distribution (CSD), Magma Chamber Processes, Petrography, Nelson Island, South Shetland Islands, Antarctica*

Admiralty Körfezi (King George Adası, Antarktika) Magmatik kayalarının Re-Os İzotop ve PGE Karakteristikleri: Magma Kaynak Alanı Doğasına Yaklaşımlar

Re-Os Isotope and PGE Characteristics of Magmatic Rocks in Admiralty Bay (King George Island, Antarctica): Insights into the Nature of the Magma Source

Işıl Nur Güraslan (1), Şafak Altunkaynak (1), Lukáš Ackerman (2)

(1) İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye
(2) Czech Academy of Sciences, Institute of Geology, Prague, Czech Republic
(guraslan@itu.edu.tr)

Öz

Türkiye Ulusal Kutup Araştırmaları (TAE-IV) ve Türkiye-Polonya ikili iş birliği projesi (TÜBİTAK 119N208) kapsamında Güney Shetland magmatik yayının bir parçası olan Admiralty Körfezi'nde (King George Adası, Antarktika) saha çalışmaları yapılmıştır. Admiralty Körfezi'nde bazalttan riyolite değişen bileşimler sergileyen volkanik ve subvolkanik kayaçlar mostra verir. Farklı yaş ve bileşimdeki lav ve intrüzyonlardan elde edilen Re-Os izotopları ve PGE (Platinyum grubu element) konsantrasyonları, bölge volkanizmasının magma kaynak alanının doğası hakkında önemli veriler sunmaktadır.

İncelenen örnekler genel olarak Ir grubu PGE'lerce fakirken (örn; Os: 0.002-0.04 ppb, Ir: 0.003-0.04 ppb, Ru: 0.005-0.12 ppb), Pd grubu PGE'ler açısından zengindirler (Pt: 0.5-4.99 ppb, Pd: 0.1-12 ppb, Re: 0.15-6 ppb). Primitif mantoya normalize edilmiş PdN/IrN değerleri andezitik-dasitik lav ve dayklarda 1.9 ile 84 arasında değişirken, bazaltik lav ve intrüzyonlarda 119–1082 aralığında değerler sergilemektedir. Örneklerin 187Re/188Os oranları 46.3 ile 1108.7 arasında, 187Os/188Os(i) oranları ise 0.02 ile 0.41 arasında değişmektedir. 1/Os oranları ile Re-Os izotop oranları arasında belirgin bir korelasyon gözlenmez. Tüm bu veriler King George adası altındaki manto kaynağının dalan levha (okyanusal kabuk ve üzerleyen sedimanlar) kaynaklı akışkanlar ve sediman ergiyiklerinin etkisi ile heterojen bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Re-Os izotop, platinyum grubu elementler, Antarktika, yay magmatizması

Abstract

Fieldwork was conducted in Admiralty Bay (King George Island, Antarctica), part of the South Shetland magmatic arc, within the scope of the Turkish National Polar Research Program (TAE-IV) and the TÜBİTAK 119N208 Turkey-Poland bilateral cooperation project. The region hosts volcanic and subvolcanic rocks with compositions ranging from basalt to rhyolite. Re-Os isotopic data and PGE (Platinum Group Elements) concentrations from lava flows and intrusions of different ages and compositions provide key insights into the nature of the mantle source that generated these magmatic products.

The studied samples are generally depleted in Ir-group PGEs (IPGEs: Os, Ir, Ru) and enriched in Pd-group PGEs (PPGEs: Pt, Pd, Re). Os concentrations range from 0.002 to 0.04 ppb, Ir from 0.003 to 0.04 ppb, and Ru from 0.005 to 0.12 ppb. In contrast, Pt, Pd, and Re concentrations are notably higher, with Pt ranging from 0.5 to 4.99 ppb, Pd from 0.1 to 12 ppb, and Re from 0.15 to 6 ppb. Primitive mantle-normalized PdN/IrN values vary between 1.9 and 84 in andesitic-dacitic lavas and dykes, while basaltic lavas and intrusions exhibit significantly higher values (119–1082). The 187Re/188Os ratios range from 46.3 to 1108.7, while initial 187Os/188Os(i) ratios vary between 0.02 and 0.41. No clear correlation is observed between 1/Os ratios and Re-Os isotopic ratios. These findings suggest that the mantle source beneath King George Island is compositionally heterogeneous, influenced by slab-derived components, including both fluids and melts from subducted oceanic crust and overlying sediments.

Keywords: *Re-Os isotope, Platinum group elements, Antarctica, Arc magmatism*

Horseshoe Adası'nın (Antarktik Yarımadası) Buzullaşma Evrimi: Geçmiş, Günümüz ve Gelecek

Glacier Evolution of the Horseshoe Island (Antarctic Peninsula): Past, Present and Future

Attila Çiner (1), Cengiz Yıldırım (1), M. Akif Sarıkaya (1), Yohanna Klanten (2), Marc Oliva (3), Yeong Bae Seong (4) Byung Yong Yu (5)

(1) Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, Maslak, İstanbul, TÜRKİYE
(2) Department of Geography, Centre for Northern Studies (CEN) & Takuvi International Research Laboratory, Université Laval, QC, CANADA
(3) Department of Geography, Universitat de Barcelona, SPAIN
(4) Department of Geography Education, Korea University, Seoul 02841, KOREA
(5) Laboratory of Accelerator Mass Spectrometry, Korea Institute of Science and Technology, Seoul 02792, KOREA
(cinert@itu.edu.tr)

Öz

Batı Antarktik Yarımadası'nda gözlemlenen hızlı ısınma, buz şelflerinin hızla parçalanmasına ve denize ulaşan kıtasal buzulların incelerek geri çekilmesine yol açmıştır. Türk Bilimsel Araştırma Kampı'nın bulunduğu Horseshoe Adası (yaklaşık 64 km2), Batı Antarktik Yarımadası'ndaki Marguerite Körfezi'ndedir. Körfezi çevreleyen karalar, aktif buzulların yanı sıra çeşitli morenlerin gözlendiği buzsuz alanları da içerir. Bölgenin Geç Kuvaterner buzullaşma tarihini anlamak, günümüz ve gelecekteki iklim modellerini bağlamlandırmak açısından çok önemlidir. Gerçekleştirdiğimiz 10Be kozmojenik yüzey yaş tarihlendirmesi sonuçları Antarktik Yarımadası şelf alanından itibaren günümüzden 20.000 yıl önce (Son Buzul Maksimumu) başlayan buzul şelfinin erimesinin Horseshoe Adası'ndan örtü buzulunun yaklaşık 10.000 yıl önce (Erken Holosen) ortadan kalkması ile sonlandığını göstermektedir. Günümüzde adanın yaklaşık %60'ı küçük buzullar veya yıllık buz ve karla kaplıdır. Adadaki en büyük buzul olan Shoesmith Buzulu (67o84' G - 67o20' B; 4 km x 1,7 km) deniz seviyesinden 500 m yükseklikteki bileşik bir sirk alanından kaynaklanmaktadır. Sol yanal morenden toplanan bloklardan 1.000 ila 5.000 yıl arasında değişen yaşlar elde edilmiştir. Erinç Buzulu (67o85' G - 67o26' B; 2,3 km x 0,7 km) adadaki ikinci büyük buzul olup 750 m'de iki küçük sirkten kaynaklanmakta ve Türk Bilimsel Araştırma Kampı'nın bulunduğu Lystad Körfezi'ne kadar uzanmaktadır. Sağ yanal moren yaşları da yaklaşık 500 ila 4.000 yıl arasında değişen Neoglasyal aktiviteyi göstermektedir. Antarktik Yarımadası'ndan yayınlanan sonuçlarla birleştirilen yeni yaşlarımız, adadaki buzulların hızla inceldiğini doğrulamaktadır. Bu bulgu, yakın bölgelerden bildirilen başka kozmojenik ve diğer (deniz ve göl 14C ve OSL) verilerle tutarlıdır. Sonuçlar gelecekte buzulların erimeye devam edeceğine işaret etmektedir. Bu incelme eğiliminin kapsamını daha iyi anlamak için daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir.

Anahtar kelimeler: Buz örtüsü, geçmiş iklim, kozmojenik yüzey tarihlendirmesi, Marguerite Körfezi, moren.

Abstract

The rapid warming observed in the western Antarctic Peninsula has led to the rapid disintegration of ice shelves and the thinning and retreat of marine-terminating continental glaciers. Horseshoe Island (approximately 64 km2), where the Turkish Antarctic Base is situated, is in Marguerite Bay on the western Antarctic Peninsula. The bay includes several ice-free areas where glacial moraines are prominently exposed alongside active and often marine-terminating glaciers. Understanding the region's Late Quaternary glacial history is crucial for contextualizing contemporary and future climate patterns. We present several cosmogenic 10Be exposure ages from Horseshoe Island, where the rapid retreat of the ice stream from the Antarctic shelf has been observed since the Last Glacial Maximum, around 20,000 years ago. Our ages obtained from erratic pink granite boulders indicate that the ice sheet covering Horseshoe Island melted roughly 10,000 years ago, at the onset of the Holocene. Today, approximately 60% of the island is covered by small glaciers or semi–perennial ice and snow. The largest glacier on the island, the Shoesmith Glacier (67o84'S - 67o20'W), is 4 km long and 1.7 km wide, originating from a composite cirque area at 500 m above sea level. Moraine boulders collected from the left lateral moraine yielded ages ranging from 1,000 to 5,000 years. Erinç Glacier (67o85'S - 67o26'W) is the second-largest glacier on the island, measuring 2.3 km long and 0.7 km wide. The glacier originates from two small cirques at 750 m and extends to Lystad Bay, where the Turkish Base is located. Right lateral moraine ages also suggest Neoglacial activity ranging from approximately 500 to 4,000 years. Our new ages, combined with published results from the Antarctic Peninsula, confirm the rapid thinning of the glaciers on the island. This finding is consistent with other cosmogenic age data and various proxies (marine and lacustrine 14C and OSL) reported from nearby regions. Future glacier thinning appears unavoidable. Further research is necessary to understand the extent of this thinning trend better.

Keywords: *Cosmogenic surface dating, ice sheet, Marguerite Bay, moraine, palaeoclimate.*

Horseshoe Adası (Antarktik Yarımadası) Magmatik Kayaçlarının Jeokronolojisi

Geochronology of Horseshoe Island (Antarctic Peninsula) Igneous Rocks

Orhan Karslı (1), Raif Kandemir (2), Hadi Shafaii Moghadam (1), Cüneyt Şen (1), İbrahim Uysal (1), Tülay Bak (1), Şevval Yalçınkaya Bay (3), Mehmet Korhan Erturaç (4)

(1) Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye
(2) Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Rize, Türkiye
(3) İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeomikrobiyoloji ve Biyojeokimya Laboratuvarı, İstanbul, Türkiye
(4) Gebze Teknik Üniversitesi, Yer ve Deniz Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, Türkiye
(csen@ktu.edu.tr)

Öz

Antarktik Yarımadası'nın merkezine yakın bir konumda yer alan Horseshoe Adası'nı oluşturan kayaçlar, Triyas ve sonrası jeolojik olaylara ait birçok kaydı barındırmaktadır. Ancak, Antarktika kıtasında bilimsel çalışmaların zorluğu bu kayıtlara ulaşma imkanlarını sınırlandırmaktadır. Bu çalışma VII. Türk Antarktika Bilim Seferi'nde Horseshoe Adası'ndaki plütonik kayaçlardan derlenen örneklerden seçilen zirkon kristallerinden LA-ICP-MS yöntemiyle U-Pb yaşlandırılma sonuçlarını sunar. Elde edilen yaşlar Matthews (1983) tarafından Horseshoe Adası'nda ayırtlanan plütonik birimlerle şu şekilde eşleştirilir. Yaşlıdan gence doğru: Meta-granitlerden gnayslara kadar farklı dereceli metamorfik kayaçların oluştuğu Antarktik Yarımada Metamorfik Kompleksi'ne ait kayaçların U-Pb zirkon analizleri 211.0 ± 1.0 My ile 175.1 ± 0.5 My arasında değişen ortalama yaşlar vermiştir. Searle Dağı'nın kuzey yamaçları boyunca, Homing Burnu güneyinde yüzeylenen açık renkli orta taneli Homing Burnu Graniti'nin U-Pb zirkon analizlerinden yaşı 108.83 ± 0.47 My ile 106.2 ± 0.5 My arasında bulunmuştur. And Plütonik Seri Topluluğu içerisinde gösterilen mirmekitik dokulu tuğla kırmızısı renkli Gaul Koyu Graniti'nin yaşı ise 106.9 ± 0.4 My ile 103.4 ± 0.7 My arasındadır. Lystad Körfezi'nin güneyinde dar bir alanda gözlenen iri taneli Mite Diyoriti'nin U-Pb zirkon analizleri 91.0 ± 0.2 My yaşını vermiştir. Sally Koyu'nun güney yamaçlarında, Lystad Körfezi'nde bulunan kayalık adaların kuzeyde kalanları ile adadaki Türk Bilim Üssü'nün bulunduğu sahilde dar bir alanda görülen Sally Koyu Gabro'sunun U-Pb zirkon analizleri 73.4 ± 0.5 My ile 72.0 ± 0.4 My arasında değişen yaşlar vermiştir. Adanın batısında, Lystad Körfezi'nin kuzey yamaçları boyunca yüzeylenen ve Sally Koyu Gabrosu'nu kesen iri taneli pembe renkli Beacon Burnu Graniti'nin içerdiği zirkonlardan 74.6 ± 1.1 My ile 72.8 ± 1.0 My arasında U-Pb yaşları elde edilmiştir. Zirkonlardan elde dilen U-Pb yaşları kullanılarak Horseshoe Adası'na ait magmatik stratigrafi yeniden oluşturulmuştur.

Bu çalışma T.C. Cumhurbaşkanlığı himayesinde, T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı uhdesinde ve TÜBİTAK MAM Kutup Araştırmaları Enstitüsü (KARE) koordinasyonunca gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Antarktika Yarımadası, Horseshoe Adası, magmatizma, zirkon U-Pb jeokronolojisi

Abstract

The rocks of Horseshoe Island, which is located in nearly center of Antarctic Peninsula, contains many records of Triassic and later events. However, the difficulty of scientific studies in the Antarctic continent limits the opportunities to access these records. This study presents the results of U-Pb aging by LA-ICP-MS of zircon crystals selected from samples collected from plutonic rocks on Horseshoe Island during the VIIth Turkish Antarctic Science Expedition. The ages obtained are matched to the plutonic units recognized by Matthews (1983) at Horseshoe Island. From old to young: U-Pb zircon analyses of rocks from the Antarctic Peninsula Metamorphic Complex, which consists of metamorphic rocks ranging from meta-granites to gneisses, yielded average ages ranging from 211.0 ± 1.0 Ma to 175.1 ± 0.5 Ma. U-Pb zircon analyses of the light-colored, medium-grained Homing Cape Granite, which surfaces south of Cape Homing along the northern slopes of Mount Searle, yielded ages ranging from 108.8 ± 0.5 Ma to 106.2 ± 0.5 Ma. The age of the myrmecitic textured brick-red colored Gaul Bay Granite shown in the Andean Plutonic Series assemblage is between 106.9 ± 0.4 Ma and 103.4 ± 0.7 Ma. U-Pb zircon analysis of the coarse-grained Mite Diorite observed in a narrow area south of Lystad Bay yielded an age of 91.0 ± 0.2 Ma. U-Pb zircon analyses of the Sally Bay gabbro observed on the southern slopes of Sally Bay, the northernmost of the rocky islands in Lystad Bay and a narrow area on the beach where the Turkish Science Base on the island is located, gave ages ranging from 73.4 ± 0.5 Ma to 72.0 ± 0.4 Ma. In the west of the island, U-Pb ages ranging from 74.6 ± 1.1 Ma to 72.8 ± 1.0 Ma were obtained from zircons contained in the coarse-grained pink-colored Beacon Point Granite, which surfaces along the northern slopes of Lystad Bay and cuts the Sally Bay Gabbro. The magmatic stratigraphy of Horseshoe Island was reconstructed using the U-Pb ages obtained from zircons.

This study was carried out under the auspices of the Presidency of the Republic of Turkey, the Ministry of Industry and Technology, and in coordination with TÜBİTAK MAM Polar Research Institute (KARE).

Keywords: *Antarctic Peninsula, Horseshoe Island, magmatism, zircon U-Pb geochronology*

Horseshoe Adası Batısı (Batı Antarktika) Sığ Deniz-Tabanı Yapılarının Kıyı ile İlişkisinin Belirlenmesi Association of Shallow

Seafloor Morphological Structures with the Onshore at West of Horseshoe Island (Western Antarctica)

Denizhan Vardar (1), Mehmet Korhan Erturaç (2), Oleg Vassılev (3), Raif Kandemir (4), Orkan Özcan (5), Cem Gazioğlu (1)

(1) İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, Fatih/İstanbul
(2) Gebze Teknik Üniversitesi Yer ve Deniz Bilimleri Enstitüsü Gebze/KOCAELİ
(3) Bulgarian Antarctic Institute, 15 Tsar Osvoboditel Boulevard, 1504 Sofia, Bulgaria
(4) Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Fener/RİZE
(5) İstanbul Teknik Üniversitesi Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü Maslak/İSTANBUL
(denizhan@istanbul.edu.tr)

Öz

Antarktika'nın kıyıya yakın ve kıyı bölgeleri jeolojik, oşinografik ve iklimsel süreçler arasındaki dinamik etkileşimlerin yoğunlaştığı eşsiz ortamları temsil etmektedir. Bu alanlardaki entegre jeolojik çalışmalar, Antarktika kıta kenarının evrimini, çökel taşıma mekanizmalarını ve buzul, deniz ve tektonik sistemler arasındaki etkileşimi anlamak için çok önemlidir. Bu tür araştırmaların temel amacı, buzul hareketinin tarihini ve dinamiklerini ve küresel deniz seviyesi değişiklikleriyle ilişkisini ortaya çıkarmak, buz tabakası davranışına ve hem geçmiş hem de gelecekteki kıyı ortamlarını şekillendirmedeki rolüne ışık tutmaktır. Ayrıca, kıyıya yakın ve kıyı jeolojisi araştırmaları, denizaltı heyelanları ve tsunamiler gibi doğal tehlikelerin yanı sıra bunların buz sahanlığı stabilitesi üzerindeki etkilerini değerlendirmek için hayati önem taşımaktadır. Buz sahanlığının incelmesi ve buzulların geri çekilmesi gibi iklim değişikliğinin hızlanan etkileri nedeniyle Antarktika denizlerindeki çok disiplinli jeolojik ve jeofizik çalışmalar her zamankinden daha önemli olup çok disiplinli bu yaklaşımların entegrasyonu Antarktika bilimini ilerletmek için önemli bir gerekliliktir.

Bu amaçla Horseshoe Adası batısı yakın kıyı (yaklaşık ortalama 20 m su derinliği) deniz tabanında belirlenen morfolojik yapıların karaya doğru devamlıkları araştırılmıştır. Deniz tabanı morfoloji tanımlamaları için 2024 yılında toplanan yaklaşık 100 km uzunluğunda ki yanal taramalı sonar (YTS) verisi kullanılmıştır. Kara devamlıklarının belirlenmesi içinse insansız hava aracı (İHA) fotoları ve Antarktika'nın referans yükseklik model (REMA) verisi kullanılmıştır. YTS verilerinin teorik çözünürlüğü 3 cm olmasına karşın buzul kaynaklı deniz tabanı aşınımları büyük ebatlı olduğundan REMA verisi bu ana morfoloji unsuları belirlemede yeterli ayrımı sağlamaktadır. Yüksekliklerden oluşan hatalar ise bölüm bölüm toplanan İHA verisinden oluşturulan topografya yüksekliklerine göre düzeltilmiştir. Genel olarak denizel alanda belirlenen aşınım alanlarının yönelmeleri karadakilerle benzeşmektedir. Adanın kuzey kesimlerindeki aşınımlar GB-KD yönlüdür. Lystad körfezinde ise bu yönlenmeler D-B, güneye doğru yönlenmeler BKB-DGD'ya doğru dönmektedir. Depolanma ve taşınım sistemleri için ise İHA fotoları önemli bilgiler sağlamıştır. Karadan aşınarak ve taşınarak gelen malzemelerden kaba taneli olanları yakın kıyı alanlarda bulunmakta daha ince taneliler körfezin daha derin kısımlarında doğru yönlenmektedir. Ama dağılımda da bir düzensizlik vardır. Bu bağlamda eriyik suların denizle buluşmasından kaynaklı düzensiz bir akıntı sistemi olduğu düşünülmektedir. Keskin morfolojik sınırların da deniz içerisinde devamlılığı gözlenmektedir. Bunların fay olma olasılığı bulunmaktadır. Anlaşılması için gelecekte bu alanlarda sismik verinin toplanması önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Horseshoe Adası, Antarktika, Deniz Tabanı ve Kıyı Morfolojisi, Yanal Taramalı Sonar

Abstract

The nearshore and coastal areas of Antarctica are special places where geological, oceanic, and climatic processes interact more intensely. Understanding the dynamics of sediment transport, the evolution of the Antarctic continental edge, and the interactions between tectonic, marine, and glacial systems all depend on integrated geological research in these regions. Deciphering the history and dynamics of glacial migration and its connection to worldwide sea-level fluctuations is a primary goal of this type of research, as it provides insight into the behavior of ice sheets and how they have shaped coastal habitats in the past and the future. Furthermore, nearshore and coastal geological surveys are vital to assess natural hazards such as submarine landslides and tsunamis, as well as their impact on ice shelf stability. Due to the accelerating impacts of climate change, such as ice shelf thinning and glacier retreat, multidisciplinary geological and geophysical studies in Antarctic seas are more important than ever, and the integration of these multidisciplinary approaches is an essential requirement for advancing Antarctic science.

For this purpose, the landward continuity of the morphological structures identified on the nearshore (approximately 20 m water depth) seafloor west of Horseshoe Island was studied . Approximately 100 km of side scan sonar data (SSS) collected in 2024 and was used to identify seafloor morphology. Unmanned aerial vehicle (UAV) photographs and reference elevation model of Antarctica (REMA) data were used to trace the landward continuity. Although the theoretical resolution of the SSS data is 3 cm, the REMA data provides sufficient discrimination to identify these main morphological elements, as the glacier-induced seafloor erosions are large in size. Errors in heights were corrected according to the topography heights obtained from the UAV data collected in sections. In general, the orientations of the erosion areas identified in the marine area are similar to those on land. In the northern parts of the island, the erosions are oriented SW-NE. In Lystad Bay, these orientations are E- W, while the orientations to the south are NW-SE. UAV photographs provided important information for the deposition and transport systems. The coarse-grained materials coming from the land by erosion and transportation are found in the near shore areas, while the finer grains are oriented towards the deeper parts of the gulf. However, there is an irregularity in this distribution. In this context, it is thought that there is an irregular current system due to the meeting of meltwater with the sea. Sharp morphological boundaries also have continuity within the sea. These are likely to be fault. Seismic data should be collected in these areas for better understanding.

Keywords: *Horseshoe Island, Antarctica, Seafloor and Coastal Morphology, Side Scan Sonar*

Horseshoe Adası (Antarktika) Temel Kayaçlarının Manyetik Süseptibilite ve İletkenlik Özellikleri

Magnetic Susceptibility and Conductivity Properties of the Basement Rocks of Horseshoe Island (Antarctica)

Mert Kaya (1), Murat Özkaptan (1)

(1) Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, TR-61080 Trabzon, Türkiye
(1) Karadeniz Technical University, Department of Geophysical Engineering, TR-61080 Trabzon, Türkiye
(mert.kaya@ktu.edu.tr)

Öz

Manyetik duyarlılık ve iletkenlik ölçümleri, kayaç litolojik değişimlerini, toprak kalitesini ve kirliliği (hem atmosferik hem de insan kaynaklı) belirlemek için yaygın olarak kullanılan manyetik yöntemlerdir. Bu yöntemler, ölçüm maliyeti açısından, kullanım kolaylığı ve basitlikleri nedeniyle sıklıkla tercih edilmektedir.

Bu çalışma, Horseshoe Adası'nın (Antarktika) kuzey tarafında yer alan magmatik kayaçların manyetik özelliklerini belirlemeyi amaçlamaktadır. Kayaç örnekleri, beş farklı litolojiyi kapsayan 22 lokasyondan toplanmıştır. Manyetik duyarlılık ve iletkenlik ölçümleri, 1 cm dikey aralıklarla yapılmış ve toplamda 828 veri alınmıştır.

Veriler; yüzey/atmosferik ve minerolojik kökenlerin ayırt edilmesi amacıyla yüzey, ortalama ve derin olmak üzere üç seviyede analiz edilmiştir. Sonuçlar, Gabro birimlerinin en yüksek ortalama duyarlılığa (3,91 × 10^{-3} CGS) sahip olduğunu, granitik gnaysın ise tüm ölçümlerde sıfır manyetik duyarlılık gösterdiğini ortaya koymuştur. Buna karşılık, Granitik gnays en yüksek iletkenlik değerlerini (116 S/m) sergilerken, Gabro ise en düşük iletkenliği (18,6 S/m) göstermiştir. Mekansal olarak, duyarlılık değişimlerinin, özellikle Türk Bilim Üssü yakınlarında, kuzeydoğu-güneybatı yönünde bir eğilim izlediği gözlemlenmiştir. Base Y (Eski İngiliz Üssü) yakınlarında yüksek duyarlılık değerleri, Gaul Cove çevresinde ise düşük değerler kaydedilmiştir. Bulgular, litolojik farklılıklara işaret etmekle birlikte, kar ve buzul örtüsünün hassas litolojik sınırların belirlenmesinde yetersiz kaldığı görülmüştür. Yüzey ve derinlik ortalamaları arasında önemli bir fark gözlemlenmemiş, bu da mineral içerik etkilerinin kirlilik etkilerinden daha baskın olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Manyetik duyarlılık, İletkenlik, Kirlilik, Horseshoe Adası, Antarktika

Abstract

Magnetic susceptibility and conductivity surveys are widely used to identify rock lithological changes, soil quality, and pollution (both atmospheric and human-related). These methods are favored for their cost-effectiveness, energy efficiency, and simplicity.

This study aims to determine the magnetic properties of igneous rocks, classified into five groups, on the northern side of Horseshoe Island (Antarctica). Rock samples were collected from 22 locations, covering five distinct lithologies. Measurements of magnetic susceptibility and conductivity were conducted at 1 cm vertical intervals, resulting in 828 recorded values.

The data, analyzed at three levels (top, overall, and bottom), were used to differentiate between surface/atmospheric and mineralogical origins of the rocks. The results indicated that gabbro had the highest average susceptibility (3.91 × 10^{-3} CGS), while granitic gneiss showed zero susceptibility in all measurements. Conversely, granitic gneiss exhibited the highest conductivity values (116 S/m), whereas gabbro displayed the lowest conductivity (18.6 S/m). Spatially, susceptibility variations followed a northeast-southwest trend, particularly noticeable near the Turkish Scientific Station. High susceptibility was observed near Base Y (Former Britihs Base), while low values were concentrated around Gaul Cove. The findings highlight lithological differences, though snow and glacier cover limited precise boundary determinations. No significant differences were observed between surface and depth averages, suggesting mineral content influences exceed pollution effects.

Keywords: *Magnetic susceptibility, Conductivity, Pollution, Horseshoe Island, Antarctica*

Horseshoe Adası'nda Bulunan Antarktika Yarımadası Volkanik Grubu'nun Litostratigrafisi

Lithostratigraphy of the Antarctic Peninsula Volcanic Group in the Horseshoe Island

Göksu Uslular (1), Hasan Hakan Yavaşoğlu (1, 2), Burcu Özsoy (1, 3)

(1) Kutup Araştırmaları Enstitüsü, TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi, Gebze Kampüsü, Kocaeli, Türkiye
(2) Harita Mühendisliği Bölümü, İnşaat Fakültesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Maslak, İstanbul, Türkiye
(3) Deniz Ulaştırma Mühendisliği Bölümü, Denizcilik Fakültesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Tuzla, İstanbul, Türkiye
(goksu.uslular@tubitak.gov.tr)

Öz

Türk Bilimsel Araştırma Kampı'nın bulunduğu Horseshoe Adası (Antarktika Yarımadası, batı Antarktika), Mesozoyik zamanda Gondwana süperkıtasının Panthalassa (paleo-Pasifik) kenarı boyunca uzanan magmatik yayın önü veya içerisinde yer alan, günümüzde jeolojik ve jeofizik çalışmalarla belirlenmiş orta alanının batı kesiminde yer almaktadır. Ada genelinde mostra veren farklı tipteki granitler, volkanikler ve volkanosedimanter istifler (Antarktika Yarımadası Volkanik Grubu) bu yayın ürünleridir. Antarktika kıtasının erken Jura döneminde çevre kıtalardan ayrılma sürecinin başlamasıyla birlikte, Antarktika Yarımadası da orta-geç Eosen dönemlerinde Güney Amerika kıtasından tamamen ayrılarak günümüzdeki konumunu almıştır. Yay önü ve yay ardı bölgelerdeki volkanosedimanter istiflere ait fasiyeslerin karşılaştırmalı analizi, Yarımada boyunca tanımlanan tektonik bölümlerin daha hassas bir şekilde belirlenmesi ve akresyon sürecinin başlangıcının anlaşılması açısından önem arz etmektedir.

Bu çalışmada, T.C. Cumhurbaşkanlığı himayesinde, T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı uhdesinde ve TÜBİTAK MAM Kutup Araştırmaları Enstitüsü (KARE) koordinasyonunda gerçekleştirilen 9. Ulusal Antarktika Bilim Seferi (TAE-IX) kapsamında, Horseshoe Adası'nda mostra veren volkanosedimanter istiflerin saha gözlemleri ile fasiyes farklılıklarının ve litostratigrafisinin ortaya konulması amaçlanmaktadır. Daha sonrasında gerçekleştirilecek, petrografik, jeokimyasal ve jeokronolojik çalışmalarla elde edilecek bulgular, yay ardı bölgede yer alan ve daha iyi tanımlanmış Fossil Bluff Formasyonu ile karşılaştırılarak, Antarktika Yarımadası'nın ve dolayısıyla Gondwana süperkıtasının jeodinamik evriminin anlaşılmasına katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Antarktika Yarımadası Volkanik Grubu, Volkanosedimanter istifi, Litostratigrafi, Horseshoe Adası, TAE-IX.

Abstract

The Horseshoe Island, where the Turkish Scientific Research Camp is located (Antarctic Peninsula, western Antarctica), lies within the western zone of the central domain of the magmatic arc that extended along the margin of Panthalassa (paleo-Pacific) during the Mesozoic era, as identified through geological and geophysical studies. The granites, volcanics and volcanosedimentary sequences (the Antarctic Peninsula Volcanic Group) exposed across the island represents products of this magmatic arc. Within the onset of the rifting of Antarctica from the surrounding continents during the early Jurassic, the Antarctic Peninsula fully separated from the South American Plate during the middle to late Eocene, assuming its present-day position. Comparative analysis of the facies associated with volcanosedimentary sequences in the fore-arc and back-arc regions is critical for refining the tectonic subdivisions identified along the Peninsula and understanding the initiation of the accretion processes.

This study, conducted under the auspices of the Presidency of the Republic of Türkiye, within the jurisdiction of the Ministry of Industry and Technology, and coordinated by TÜBİTAK MAM Polar Research Institute (KARE), aims to document the facies variations and lithostratigraphy of the volcanosedimentary sequences exposed on Horseshoe Island through field observations during the 9th Turkish Antarctic Scientific Expedition (TAE-IX). Further petrographic, geochemical and geochronological analyses will compare these findings with the well-documented Fossil Bluff Group in the back-arc region, contributing to a deeper understanding of the geodynamic evolution of the Antarctic Peninsula and, consequently, the Gondwana supercontinent.

Keywords: *Antarctic Peninsula Volcanic Group, Volcanosedimentary sequences, Lithostratigraphy, Horseshoe Island, TAE-IX.*

Horseshoe Adası'nın (Antarktik Yarımadası) Jeolojik Haritalanması ve Buzul Çağı Sonrası-Günümüz Morfolojik Evrimi

Geological Mapping of the Horseshoe Island (Antarctic Peninsula) and Post-Glacial to Recent Morphological Evolution

Mehmet Korhan Erturaç (1), Raif Kandemir (2), Eren Şahiner (3), Naki Akçar (4), Denizhan Vardar (5) Fahri Karabulut (6), Oğuz Selbesoğlu (6), Cüneyt Şen (7), Orhan Karslı (7), Oleg Vassilev (8), Hilal Okur (1), İrem Salman (1)

(1) Gebze Teknik Üniversitesi, Yer ve Deniz Bilimleri Enstitüsü, Gebze, Kocaeli
(2) Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Rize
(3) Ankara Üniversitesi, Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi, Gölbaşı, Ankara
(4) Bern Üniversitesi, Jeoloji Bölümü, Bern, İsviçre
(5) İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, Vefa, İstanbul
(6) İstanbul Teknik Üniversitesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü, Ayazağa, İstanbul
(7) Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Trabzon
(8) Bulgaristan Bilimler Akademisi, Sofya, Bulgaristan
(erturac@gtu.edu.tr)

Öz

Batı Antarktik Yarımadası, Marguerite Körfezi'nde yer alan ve Türk Antarktik Bilimsel Araştırma Üssüne (TARS) ev sahipliği yapan Horseshoe Adası'nın topografik özellikleri ve jeolojisi, 1955-1960 yılları arasında British Antarctic Survey (BAS) tarafından Base-Y (HSM-63) sürekli araştırma üssü sayesinde çalışılmış ve sonuçlar Mathews (1983) makalesinde sunulmuştur. Bu klasik çalışmadan sonra, adanın jeolojik ve jeomorfolojik birimlerinin haritalanması ile temel ve Kuvaterner birimlerinin stratigrafisinin ortaya konulması üzerine yayınlanmış keşif gözlemleri dışında çalışma bulunmamaktadır. Bu bildiri, ulusal ve uluslararası nitelikte çok sayıda proje tarafından desteklenen, çoklu TAE seferleri kapsamında yürütülen ve halen süregelen çalışmalar ışığında elde edilen sonuçları konu almaktadır.

Adadaki litolojik ve morfolojik birimlerin haritalanması, kısıtlı sürelerde ve alanlarda mümkün olabilen saha çalışmasının yanısıra sayısal hava fotoğrafları (IHA) fotogrametrisi yöntemiyle yer konum kontrolü ile üretilen yüksek çözünürlüklü ortofotoğraf ve sayısal yüzey modelleri ile desteklenmektedir.

Horseshoe Adası, Gondwana kıtasının parçalanmasından günümüze kadar geçirdiği jeotektonik evriminin jeolojik kayıtlarını içerisinde barındırmaktadır. Adanın temel birimlerinin detaylı haritalanması ve örneklenmesi plutonik kayaç gruplarının oluşumu ile temel birimleri kesen dayklarının yerleşme tarihçeleri zirkon kristallerinden LA-ICP-MS yöntemiyle U-Pb tarihlendirme yöntemi ile çalışılmaktadır. Elde edilen sonuçlarla adanın magmatik stratigrafisi sistemli olarak elde edilen analitik verilerle güncellenmiştir.

Horseshoe Adası'nın Holosen birimleri, buzullaşma süresince biriken till depolarının (moren) çeşitli süreçler kontrolünde taşınarak aktif depolanma ortamlarında depolanması ya da yeniden işlenmesi ile gelişmiştir. Delta, sırt biçimli kıyı basamakları, taraçalar, göl ve desenli zemin ortamlarında gözlenen bu birimler lüminesans, radyokarbon ve kozmojenik radyonüklid yöntemleri ile çalışılmaktadır. Elde edilen sonuçlar, buzul örtüsünün 8.5-9 by önce çekildiği, donma-çözülme süreçlerinin 5.5 by önce başladığı ve yüzey sularının son 2 binyıldır serbest akışa geçtiğini göstermektedir. Ada, izostatik nedenlerle hızla ancak adanın genelinde belirgin farklılaşma göstererek yükselmektedir.

Bu bütünleşik çalışma, T.C. Cumhurbaşkanlığı himayesinde, T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı uhdesinde ve TÜBİTAK-MAM Kutup Araştırmaları ve Uygulama Merkezi koordinasyonunca 2023-2024 yıllarında gerçekleştirilen Antarktika Bilim Seferleri (TAE-VII ve VIII) kapsamında 121N033, 122G261, 122G264, 123G027 kodlu TÜBİTAK projeleri tarafından desteklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Horseshoe Adası, Jeoloji ve Jeomorfoloji, Stratigrafi, İzostatik Yükselme, Mutlak Tarihlendirme

Abstract

The topographic features and geology of Horseshoe Island, located in Marguerite Bay, Western Antarctic Peninsula, and hosting the Turkish Antarctic Scientific Research Base (TARS), were studied between 1955 and 1960 by the British Antarctic Survey (BAS) through the continuous research base Base-Y (HSM-63). The results were presented in the article by Mathews (1983). Since this classic study, there has been no further research on the island's geological and geomorphological units, except for exploratory observations published on the mapping of these units and the stratigraphy of the crystalline basement and Quaternary units. This paper presents the results obtained from ongoing studies conducted within the framework of multiple Turkish Antarctic Expeditions (TAE), supported by numerous national and international projects.

The mapping of lithological and morphological units on the island is conducted by extensive surveys conducted in limited timeframes and areas and supported by high-resolution orthophotos and digital surface models produced using photogrammetry of digital aerial photographs (UAV) with ground control points, in addition to field studies. Horseshoe Island contains geological records of the geotectonic evolution since the breakup of the Gondwana supercontinent. Detailed mapping and sampling of the island's bedrock units, along with the emplacement history of dikes cutting through these units, are being studied using the LA-ICP-MS U-Pb dating method of zircon crystals. The results have systematically updated the island's magmatic stratigraphy with analytically obtained data. The Holocene units of Horseshoe Island have developed through the reworking of till deposits (moraines) during glaciation, which were transported and deposited or reworked in active depositional environments under various processes. These units, observed in delta, ridge-shaped coastal steps, terraces, lakes, and patterned ground environments, are being studied using luminescence, radiocarbon, and cosmogenic radionuclide methods. The preliminary results indicate that the ice sheet has retreated 8.5-9 ka ago, freeze-thaw processes began ~5.5 ka years ago, and surface waters have been freely flowing for the last 2 millennia. The island is rising rapidly due to post-glacial isostatic rebound, but with significant variations both in time and space.

This integrated study is supported by TÜBİTAK projects with codes 121N033, 122G261, 122G264, and 123G027, conducted within the framework of the Antarctic Science Expeditions (TAE-VII and VIII) in 2023-2024 under the auspices of the Presidency of the Republic of Türkiye, the Ministry of Industry and Technology of the Republic of Türkiye, and coordinated by TÜBİTAK MAM Polar Research Institute

Keywords: *Horseshoe Island, Geology and Geomorphology, Stratigraphy, Isostatic Rebound, Absolute Dating*

Antarktika Horseshoe Adası'nda İHA Fotogrametrisi ile Buzul Hareketlerinin Belirlenmesi

Determination of Glacier Movements on Horseshoe Island, Antarctica Using UAV Photogrammetry

M. Oğuz Selbesoğlu (1), M. Fahri Karabulut (1), Esra Günaydın (1), Oleg Vassilev (2), Göksu Uslular (3), H. Hakan Yavaşoğlu (1,3), Özgün Oktar (3), Tolga Bakırman (4), Burcu Özsoy (3,5)

(1) İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Harita Mühendisliği, Sarıyer, İstanbul
(2) Bulgaristan Antarktika Enstitüsü, Sofya, Bulgaristan
(3) TÜBİTAK, Marmara Araştırma Merkezi, Kutup Araştırmaları Enstitüsü, Gebze, Kocaeli
(4) Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Harita Mühendisliği, Esenler, İstanbul
(5) İstanbul Teknik Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi, Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği Bölümü, Tuzla, İstanbul
(karabulutmus@itu.edu.tr)

Öz

Buzullar, küresel iklim değişikliği sonucunda zaman içinde değişimlere uğramaktadır. Meydana gelen bu değişimlerin geleneksel yöntemler ile izlenmesi, özellikle Antarktika Kıtası'nda zor, maliyetli ve tehlikeli olabilmektedir. Bundan dolayı bu değişimlerin belirlenmesi için uzaktan ölçme yapılan yöntemlerin kullanılması birçok avantaj sağlamaktadır. Son yıllarda insansız hava araçları (İHA) ile elde edilen yüksek çözünürlüklü ortofotolar, bu değişimlerin daha hızlı, güvenilir, doğru ve ekonomik bir şekilde belirlenmesine olanak tanımaktadır. Buzul üzerinde gözlemlenebilen krevasların, farklı dönemlerde elde edilen ortofotolar kullanılarak, yer değiştirme değerleri elde edilebilmektedir. Böylelikle küresel iklim değişikliği ile hızlanan buzul erime süreçlerini, buzul dinamiklerini daha iyi anlamak adına nicel veriler üretilebilmektedir.

Bu çalışmada, T.C. Cumhurbaşkanlığı himayesinde, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı uhdesinde, TÜBİTAK-MAM-Kare koordinasyonunda gerçekleştirilen TAE-6 ve TAE-7 seferlerinde, Horseshoe Adası'nda İHA fotogrametrisiyle üretilen ortofotolar kullanılarak krevasların yer değiştirmeleri incelenmiştir. Structure from Motion (SfM) yaklaşımıyla üretilen ortofotolar, yüksek mekansal ve konumsal doğrulukları sayesinde krevas hareketlerinin incelenmesinde önemli bir veri kaynağı sunmaktadır. Çalışma bölgesi, adanın güneyinde yer alan Shoesmith Buzulu'nun önemli bir kısmını içermektedir. Yapılan analizler sonucunda, bu bölgede bir yıl içerisinde yeni krevasların oluştuğu, mevcut krevasların ise genel olarak genişleyerek kıyıya doğru hareket ettiği ve erime nedeniyle buzulların uç kısımlarında ana kütleden ayrılmalar meydana geldiği gözlemlenmiştir. Bu ve benzer önemli buzullarda gerçekleştirilecek uzun vadeli gözlemlerin, iklim değişikliğinin etkilerini daha derinlemesine inceleme ve buzul hareketliliğindeki uzun dönemli eğilimleri belirleme açısından büyük bir öneme sahip olduğu düşünülmektedir.

"Bu çalışma, TÜBİTAK 1071 programı kapsamındaki "121N033" nolu ikili iş birliği projesi tarafından desteklenmiştir. "

Anahtar Kelimeler: Antarktika, buzul, İHA-fotogrametrisi, krevas, küresel iklim değişikliği, ortofoto

Abstract

Glaciers significant changes over time due to global climate change. Monitoring these changes using traditional methods, especially in Antarctica, can be challenging, costly, and hazardous. Therefore, remote sensing techniques offer significant advantages in identifying and analyzing these changes. In recent years, high-resolution orthophotos obtained through unmanned aerial vehicles (UAVs) have provided a faster, more reliable, and cost-effective approach to detecting these glacial transformations. By analyzing crevasses observed on glacier surfaces with orthophotos acquired at different periods, displacement values can be calculated. These quantitative data contribute to a better understanding of glacier dynamics and the accelerated melting processes caused by global climate change.

In this study, the movements of the crevasses were investigated using orthophotos generated by UAV photogrammetry on Horseshoe Island as part of the TAE-6 and TAE-7 expeditions. These expeditions were carried out under the auspices of the Presidency of the Republic of Turkey, under the jurisdiction of the Ministry of Industry and Technology, and coordinated by TÜBİTAK MAM-Kare. The orthophotos generated with the Structure from Motion (SfM) approach provide an essential data source in the examination of crevasse movements thanks to their high spatial and positional accuracies. The study area includes a significant portion of the Shoesmith Glacier, which is located to the south of the island. As a result of the analyses, it was observed that new crevasses were formed in this region within a year, the existing crevasses were generally expanded and moved towards the coast, and due to melting, separations occurred from the main mass at the ends of the glaciers. It is considered that long-term observations to be carried out on these and similar essential glaciers are of great importance in terms of examining the effects of climate change in more depth and determining long-term trends in glacier movements.

"This study was supported by the bilateral cooperation project numbered "121N033" within the scope of the TÜBİTAK 1071 program."

Keywords: *Antarctica, crevasse, glacier, global climate change, orthophoto, UAV-photogrammetry*

Antarktik Yarımadası'nın Marguerite Körfezi'nde Yükselmiş Kıyıların Kozmojenik Yüzey (10Be) Yaşlandırma Yöntemi ile Yaşlandırılması: Göreceli Deniz Seviyesi Geçmişi ile İlgili Çıkarımlar

Cosmogenic Surface Exposure (10Be) Dating of Raised Beaches in Marguerite Bay, Antarctic Peninsula: Implications for Relative Sea-level History

Cengiz Yıldırım (1), Attila Çiner (1), Mehmet Akif Sarıkaya (1), Alan Hidy (2)

(1) İstanbul Teknik Üniversitesi Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, 34469 İstanbul, Türkiye
(2) Lawrence Livermore National Laboratory, California, United States
(cyildirim@itu.edu.tr)

Öz

Kutup bölgelerindeki buz kütlesi kaybının dinamiklerini anlamak, iklim değişikliği ve Glacio-İzostatik Denge (GIA) modellerini çözümlemek açısından kritik öneme sahiptir. Bu çalışma, Antarktika Yarımadası'nın ortasında yer alan Marguerite Körfezi'ne odaklanmaktadır. Göreceli deniz seviyesi değişimlerini araştırmak amacıyla yükselmiş kıyı çizgilerini tarihlendirmek için kozmik yüzey yaşlandırma (^{10}Be) yöntemi kullanılmıştır. Önceki çalışmalar bölgenin buzul tarihi hakkında değerli bilgiler sağlamış olsa da, yaşlandırma yöntemlerindeki (örn. C14, OSL) sınırlamalar ve yaş tahminlerindeki belirsizlikler daha fazla araştırma yapılmasını gerektirmektedir.

Bu araştırma, Horseshoe Adası'ndaki Gaul Koyu ve Calmette Körfezi'nin güney kıyısında yer alan yükselmiş çakıllı sahilleri analiz ederek, bu bölgelerin göreceli deniz seviyesi değişim tarihine katkıda bulunmayı amaçlamaktadır. Horseshoe Adası'nın Gaul Koyu'nda belirgin basamaklar şeklinde kümelenmiş yükselmiş kıyı çizgileri, son 3.31 bin yıl içinde 15 metrelik bir göreceli deniz seviyesi değişimini ortaya koymaktadır. Buna karşılık, Calmette Körfezi'nde son 7.29 bin yıl içinde 36 metrelik bir deniz seviyesi düşüşü gözlemlenmiştir.

Bu bulgular, orta ve geç Holosen döneminde her iki bölgede önemli ve farklı izostatik dengelenmelerin yaşandığını göstermektedir. Ayrıca, verilerimiz Holosen dönemi buzullaşma ve buzul ilerleme olayları ile ilişkili hızlanmış deniz seviyesi düşüş dönemlerini ortaya koymaktadır. Bu durum, kıyı hatlarının göreceli deniz seviyesi değişimlerine ve iklim değişikliklerine duyarlılığını vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Antarktika, Calmette Koyu, Gaul Koyu, Göreceli Deniz Seviyesi Değişimleri, Kozmojenik Yaşlandırma, Marguerite Körfezi, Plaj Sırtları,

Abstract

Understanding the dynamics of ice mass loss in polar regions is crucial for deciphering climate change and Glacio-Isostatic Adjustment patterns. This study focuses on Marguerite Bay, located in the south-central Antarctic Peninsula. We dated raised beaches to investigate relative sea-level changes using the cosmogenic surface exposure (10Be) method. Previous studies have provided valuable insights into the region's glacial history, but limitations in dating techniques and age estimates necessitate further investigation. By analysing raised shingle beaches in Gaul Cove of Horseshoe Island and the southern coast of Calmette Bay, this research aims to contribute relative sea-level change history for these areas. In Horseshoe Island's Gaul Cove, raised beaches clustered on prominent steps reveal a 15 m relative sea-level change over the last 3.31 ka. Differently, Calmette Bay exhibits a 36 m relative sea-level fall over the last 7.29 ka. These findings indicate significant and differential glacial-isostatic adjustments in both regions during the middle and late Holocene. Additionally, our data reveal accelerated sea-level fall periods corresponding to Holocene deglaciation and glacial advance events, indicating the shorelines' relative sea-level change sensitivity to climate change.

Keywords: *Antarctica, Beach Ridges, Calmette Bay, Cosmogenic Dating, Gaul Cove, Marguerite Bay, Relative Sea-level Change*

KUVATERNER JEOLOJİSİ VE JEOMORFOLOJİ OTURUMU

Quaternary Geology and Geomorphology Session

Cihan BAYRAKDAR, Uğur DOĞAN, Azad Sağlam SELÇUK, Cengiz YILDIRIM

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

Aktüel Buzul Bulunduran Sirk ve Vadilerin Yer Yüzey Sıcaklıklarının Yakın Çevreleri İle İlişkisine Türkiye'den Bazı Örnekler

Some Examples from Turkey on the Relationship between Surface Temperatures of Current Glacier-Containing Cirques and Valleys and Their Surroundings

Ergin Canpolat (1), Cihan Bayrakdar (2), Zeynel Çılğın (3), Mahsum Bozdoğan (2), Mehmet Fatih Döker (4)

(1)Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü,
(2)İstanbul Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü
(3) Munzur Üniversitesi Coğrafya, Munzur Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Tunceli, Türkiye,
(4) Coğrafya, Sakarya Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Sakarya, Türkiye,
(ergincanpolat@gmail.com)

Öz

Türkiye'nin yüksek rakımlı dağlık alanlarında, Son Buzul Maksimumu (SBM) döneminden bu yana buzul kütlelerinde önemli ölçüde küçülme olduğu sıklıkla dile getirilmektedir. Dağlık alanların yüksek kesimlerinde, sirk ve vadiler, bakı etkisi başta olmak üzere yapıları, uzanış doğrultuları ve diğer jeomorfolojik özellikleri ile sıcaklık dalgalanmaları ve artışlarına karşın buzulların korunabildiği kritik alanlar olarak öne çıkmaktadır.

Bu çalışmada, Doğu Karadeniz Dağları'ndaki aktüel buzullara ev sahipliği yapan Verçenik Dağı (3709 m), Kaçkar Dağı (3932 m) ve Karçal Dağı (3431 m) ile Güneydoğu Toros Dağları üzerideki Cilo Dağları (4135 m) gibi buzullaşma alanlarının Yer Yüzey Sıcaklıkları (YYS) incelenmiştir. Bu incelemenin temel amacı, aktif buzulların yer aldığı sirk ve vadilerin, yakın çevrelerine kıyasla sıcaklık değerlerinde farklı zaman aralıklarında meydana gelen değişimleri belirlemektir. Kullanılan veriler, 2013 yılında NASA tarafından uzaya fırlatılan ve Thermal Infrared Sensor (TIRS) aracılığıyla veri sağlayan Landsat 8 uydusunun Operational Land Imager (OLI) sensöründen elde edilmiştir. Landsat 8 uydu verilerinin, gün içerisinde öğle saatlerine yakın zaman dilimine ait olmaları önemsenmiştir. Ayrıca verilerde, bulutluluk oranının düşük olması ve verilerin temmuz, ağustos ve eylül aylarına ait veriler olması temel araştırma prensipleri olarak göz önünde bulundurulmuştur. Verilerin analizi, ArcGIS Pro Desktop 3.2.2 yazılımının Raster Calculator eklentisi ve Mono-Window Algoritması aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Yapılan Yer Yüzey Sıcaklığı (YYS) analizlerine göre, Verçenik Dağı'nda kısa mesafelerde maksimum ve minimum YYS sıcaklık farklarının 30 °C'ye kadar çıktığı gözlemlenmiştir. Kaçkar Dağı buzullaşma alanı için elde edilen sıcaklık profilleri incelendiğinde, sıcaklıkların 500-750 metre gibi kısa mesafelerde 20 °C civarında farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Karçal Dağı'nda ise, aynı hat üzerinde YYS'nin maksimum ve minimum ortalama değerleri arasında 20,45 °C'lik bir fark olduğu belirlenmiştir. Karçal Dağı'nın kuzeybatı-güneydoğu yönlü sıcaklık profilinden de anlaşıldığı üzere, dar ve derin vadiler ile bunları ayıran sırtların yüksek rölyef etkisi, sıcaklık dağılımı üzerinde belirgin bir rol oynamaktadır. Cilo Dağlarında maksimum ve minimum sıcaklık farklarının 35°C'nin üzerine çıktığı tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, çalışma alanlarındaki bulut yoğunluğu nedeniyle mevcut verilerle bir trend analizi yapmak mümkün olmasa da, Türkiye'nin aktif buzullaşma alanları arasında öne çıkan Kaçkar, Karçal, Verçenik, Cilo dağlarında buzulların her yıl farklı boyutlar sergilediği anlaşılmaktadır. Buzullaşma alanındaki sirkler ile sirklerin açıldığı vadiler ve yakın çevreleri arasında YYS'nin kısa mesafe içerisinde çok değiştiği, özellikle sirklerin ve vadilerin yakın çevresinde sıcaklıkların 20-25 °C kadar yükseldiği, genellikle temmuz ve ağustos aylarında alınan uydu görüntüleri, sirk ve vadilerin buzullara yakın kesimlerinde YYS değerlerinin 2-7 °C arasında olduğu ve bu alanlarda düşük sıcaklıkların nispeten korunduğu, buzullaşma sahalarında çok kısa mesafe içerisinde yüksek orandaki sıcaklık değişimi ve buzullaşma varlığı üzerinde hiç kuşkusuz jeomorfolojik özelliklerin etkili olduğu, elde edilen başlıca sonuçlardır.

Anahtar Kelimeler: Yer Yüzey Sıcaklığı, Aktüel Buzullar, Türkiye Buzulları

Abstract

In Turkey's high-altitude mountainous regions, a significant reduction in glacier masses since the Last Glacial Maximum (LGM) has been frequently emphasized. Despite rising temperatures, glaciers have been preserved in certain high-elevation cirques and valleys due to factors such as aspect, structural orientation, and other geomorphological characteristics.

This study examines the Land Surface Temperatures (LST) of glaciated areas containing active glaciers in the Eastern Black Sea Mountains—including Verçenik Mountain (3709 m), Kaçkar Mountain (3932 m), and Karçal Mountain (3431 m)—as well as the Cilo Mountains (4135 m) in the Southeastern Taurus Mountains. The primary objective is to analyze temperature variations in cirques and valleys with active glaciers compared to their immediate surroundings over different time intervals.

The data were obtained from the Operational Land Imager (OLI) sensor of the Landsat 8 satellite, launched by NASA in 2013, which provides thermal data through the Thermal Infrared Sensor (TIRS). Priority was given to Landsat 8 images captured around noon, with low cloud cover and data from July, August, and September being fundamental selection criteria. Data analysis was performed using the Raster Calculator tool and the Mono-Window Algorithm in ArcGIS Pro Desktop 3.2.2 software.

LST analyses revealed temperature differences of up to 30 °C over short distances on Verçenik Mountain. On Kaçkar Mountain, temperature profiles showed variations of approximately 20 °C within short distances of 500–750 meters. On Karçal Mountain, a maximum temperature difference of 20.45 °C was recorded along the same profile line. The northwest-southeast temperature profile of Karçal Mountain highlights the significant role of high relief features, such as narrow and deep valleys and the ridges separating them, in temperature distribution. In the Cilo Mountains, temperature differences exceeding 35 °C were observed.

Although trend analysis was not feasible due to cloud cover in the study areas, it is evident that the glaciers in Turkey's key glaciated regions—Kaçkar, Karçal, Verçenik, and Cilo Mountains—fluctuate in size annually. The analyses indicate substantial LST variations over short distances between cirques, the valleys they open into, and their surrounding areas. Temperatures near the edges of cirques and valleys can increase by 20–25 °C, while satellite images from July and August show LST values ranging between 2–7 °C in areas near glaciers, suggesting relatively preserved low temperatures. The high rate of temperature variation over very short distances, combined with the persistence of glaciation, underscores the critical influence of geomorphological factors—one of the key findings of this study.

Keywords: *Land Surface Temperature, Active Glaciers, Turkish Glaciers*

Amanos Dağları Boyunca Deformasyonun Dağılımının Belirlenmesi: Düziçi-İskenderun Fay Zonu Odaklı Morfometrik Analizler ve Tektonik Çıkarımlar

Deformation Assessments Along the Amanos Mountains: Insights from Morphometric Analyses and Tectonic Implications for the Düziçi-İskenderun Fault Zone

Savaş Topal (1), Elif Akgün (2), Mustafa Softa (3), Mohammad Irfan (4)

(1)Pamukkale Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 20160 Pamukkale, Türkiye
(2)Fırat Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 23110 Elazığ, Türkiye
(3)Dokuz Eylül Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 35390 İzmir, Türkiye
(4)Department of Earth Sciences, University of Kashmir, Srinagar, J&K, India
(savastopal@pau.edu.tr)

Öz

Anadolu-Arabistan levhalarının yakınsamalı hareketi, Doğu Akdeniz'deki deformasyon ve sismik etkinliklerin ana kaynağıdır. Bu bağlamda, Doğu Anadolu Fay Sistemi (DAFS), Karlıova ve Türkoğlu arasında sol yanal doğrultu atımlı bir fay zonu olarak öne çıkmaktadır. 6 Şubat 2023'te gerçekleşen deprem çiftlerinin ardından fay sistemindeki stresin kuzeydoğu (KD) ve güneybatı (GB) yönlerine aktarımı, post-sismik aktiviteyle doğrulanmış ve bölgenin aktif tektoniğine yeni bilgiler sağlamıştır. DAFS'nin kuzey ve güney zonları arasında yer alan Amanos Dağları, batıda K-G uzanımlı ve batıya eğimli Düziçi-İskenderun Fay Zonu (DİFZ) ile doğuda KD-GB uzanımlı Amanos segmenti tarafından sınırlandırılmaktadır. Bu alan, Ölü Deniz Fay Zonu ve Kıbrıs Yayı ile karmaşık bir etkileşim içindedir. Paleosismolojik çalışmalar, DİFZ'nin kuzey segmentlerindeki Düziçi ve Osmaniye segmentlerinin sırasıyla 500 yıl ve 3750 yıldan bu yana deprem üretmediğini, Amanos segmentinin ise son depremini 2023 yılında ürettiğini ortaya koymuştur. Ancak, DİFZ'nin güney segmentlerinde (Erzin ve Payas) sismik döngüye dair bir çalışma henüz bulunmamaktadır. Bu çalışmada, Düziçi-İskenderun Fay Zonuna odaklanarak Amanos Dağları'nın batı kenarında yer alan 21 akaçlama havzasında morfometrik analizler gerçekleştirilerek bölgedeki göreli deformasyon dağılımına ve yönüne yaklaşımda bulunmaya çalışılmıştır. Analizlerde Asimetri Faktörü (AF) 21-71, Hipsometrik İntegral- Hipsometrik Eğri (HI-HC) 0,38-0,62, Vadi tabanı-yüksekliği oranı (Vf) 0,09-0,91, dağ önü sinüslülüğü (Smf) 1,23-1,42, Normalize edilmiş diklik indeksi (Ksn) ortalama değerleri 73-190 ve üçgen yüzey eğim yüzdeleri 7,6-20,3 arasında belirlenmiştir. Elde edilen bulgular, DİFZ boyunca yıllık düşey kayma hızının 0,1 mm olduğunu göstermiştir. Nehir profili integral analizleri ve havza göçü değerlendirmeleri, DAFS'nin kuzey ve güney segmentleri arasındaki karmaşık tektonik etkiler nedeniyle havzaların KB yönüne göç ettiğini, batı bölümünün doğu bölgesine kıyasla daha aktif olduğunu ortaya koymaktadır. Bu sonuçlar, bölgenin sismotektonik karakterini anlamaya ve deprem tehlikesini değerlendirmeye yönelik önemli veriler sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Doğu Anadolu fay sistemi, Düziçi-İskenderun fay zonu, deformasyon, morfometrik analiz

Abstract

The convergence between the Anatolian and Arabian plates is the principal driver of deformation and seismic activity in the Eastern Mediterranean. Within this tectonic framework, the East Anatolian Fault System (EAFS) stands out as a critical structural feature, functioning as a left-lateral strike-slip fault zone extending between Karlıova and Türkoğlu. The stress transfer within the fault system, following the February 6, 2023, earthquake sequence, propagated towards the northeast (NE) and southwest (SW). This phenomenon, corroborated by post-seismic activity, has provided significant insights into the region's active tectonics. The Amanos Mountains, located between the northern and southern segments of the EAFS, are delineated by the NW-SE trending, west-dipping Düziçi-İskenderun Fault Zone (DIFZ) on the western boundary and the NE-SW trending left-lateral Amanos segment on the eastern side. This region is intricately associated with the Dead Sea Fault Zone and the Cyprus Arc, resulting in a highly complex tectonic regime. Paleoseismological investigations have identified that the northern segments of the DIFZ, specifically the Düziçi and Osmaniye segments, have not experienced seismic events for approximately 500 and 3,750 years, respectively. In contrast, the Amanos segment most recently ruptured during the 2023 earthquake. However, to date, no evidence of seismic cycles has been documented for the southern segments of the DIFZ, namely the Erzin and Payas segments. This study examines the Düziçi-İskenderun Fault Zone through morphometric analyses of 21 drainage basins along the western margin of the Amanos Mountains. The objective is to evaluate the spatial distribution and orientation of relative deformation in the region. The analyses reveal asymmetry factor (AF) values ranging from 21 to 71, hypsometric integral (HI) values between 0.38 and 0.62, valley floor width-to-height ratio (Vf) values from 0.09 to 0.91, mountain front sinuosity (Smf) values between 1.23 and 1.42, normalized steepness index (Ksn) averages ranging from 73 to 190, and triangular facet slope percentages between 7.6% and 20.3%. These results indicate an average vertical slip rate of approximately 0.1 mm/year along the DIFZ. River profile integral analyses and basin migration evaluations suggest a northwestward migration of drainage basins, driven by the intricate tectonic interactions between the northern and southern segments of the EAFS. Notably, the western section exhibits heightened tectonic activity relative to the eastern part. These findings offer valuable insights into the seismotectonic characteristics of the region and have significant implications for seismic hazard assessment.

Keywords: *East Anatolian fault system, Düziçi-Iskenderun fault zone, deformation, morphometric analyses*

Dağlık Alanlardaki Ölümcül Heyelanlar Üzerindeki İnsan Etkisinin Rolü

The Role of Human Impact on Fatal Landslides in Mountainous Areas

Seçkin Fidan (1-2), Tolga Görüm (2), Abdullah Akbaş (3), Bikem Ekberzade (2), Uğur Öztürk (4-5)

(1)Ankara Üniversitesi, Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü, Ankara, Türkiye
(2)İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye
(3)Bursa Uludağ Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, Bursa, Türkiye
(4)Institute of Environmental Science and Geography, University of Potsdam, Potsdam, Germany
(5)Section of Seismic Hazard and Risk Dynamics, GFZ Helmholtz Centre for Geosciences, Potsdam, Germany
(seckinfidan@ankara.edu.tr)

Öz

İklim değişikliği ve artan insan faaliyetleri, heyelanların daha sık görülmesine neden olarak hassas bölgelerde sürdürülebilir kalkınmayı tehdit etmektedir. Dünyada her yıl yaklaşık 4500 kişi heyelanlar nedeniyle hayatını kaybetmekte ve bu heyelanlar yaklaşık 20 milyar ABD doları zarar yol açmaktadır. Bu bağlamda, heyelanlar hem can kayıplarına hem de ekonomik zararlara neden olmaları sebebiyle en yıkıcı doğal afetlerden biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Daha önceki çalışmalarda ölümcül heyelanların envanter geliştirme, zamansal ve mekânsal dağılımları, yağışlar ve insan etkileri üzerine odaklanılmış olsa da bu heyelanların topoğrafik ve antropojenik özelliklerinin küresel ölçekte incelenmesi ihmal edilmiştir. Bu çalışmada, doğal ve insan kaynaklı ölümcül heyelanların topoğrafik ve antropojenik faktörlerle olan ilişkisini inceleyerek, bu olayların yoğunlaştığı sıcak noktalara odaklanılmaktadır.

Sonuçlarımız, doğal kaynaklı heyelanların %70'inin ve insan kaynaklı heyelanların %45'inin topoğrafik olarak dağlık bölgelerde meydana geldiğini göstermektedir. Bu alanlar, ölümcül heyelanların çoğuna ev sahipliği yapan küresel sıcak noktaları temsil etmektedir. Dik yamaçlarla karakterize edilen bu dağlık alanlar, artan nüfus ve arazi örtüsü değişimi nedeniyle heyelanlara karşı daha duyarlı hale gelmektedir. Bu amaçla, yaklaşık 50 yıllık bir süreçte nüfus ve arazi örtüsü değişim oranlarını hesaplanmış ve bu değişimlerin heyelanlar ve can kayıplarıyla olan ilişkisini incelemek için doğrusal regresyon modelleri oluşturulmuştur. Modeller, dağlık alanlardaki nüfus ve arazi örtüsü değişimleri arasında anlamlı bir pozitif ilişki olduğunu göstermektedir. Çalışma alanımızdaki ölümcül heyelanlardan etkilenen ülkelerin çoğunun (46 ülkeden 41›i) 1960›tan bu yana nüfus artışı yaşadığını tespit edilmiştir. Daha düşük yaşam standartlarına sahip ülkeler, dağlık bölgelerinde önemli ölçüde daha yüksek değişim oranları sergilemiştir. Düşük gelirli ülkelerdeki nüfus değişim oranının, yüksek gelirli ülkelere göre 2,5 kat daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte, yüksek gelirli (%7) ve üst-orta gelirli (%13) ülkelerde arazi örtüsü değişimi daha istikrarlı ve sınırlı olurken, alt-orta gelirli (%18) ve düşük gelirli (%50) ülkelerin dağlık bölgelerdeki değişim daha belirgin olmuştur. Bulgularımız ayrıca, alt-orta ve düşük gelirli ülkelerde arazi örtüsü değişim oranı arttıkça heyelanların ve ölümlerin yoğunluğunun önemli ölçüde arttığını göstermektedir. Bu çalışma, dağlık alanlarda insan kaynaklı arazi örtüsü değişiminin heyelanlar ve ilgili can kayıpları üzerindeki potansiyel etkisini, ülkelerin gelir düzeylerine göre vurgulayan önemli bulgular sunmaktadır. Sonuç olarak, ölümcül heyelanlarla arazi örtüsü değişimi arasındaki yüksek korelasyon, özellikle düşük ve düşük-orta gelir seviyesindeki ülkelerde, savunmasız dağlık alanları korumak ve dirençli toplulukları sürdürülebilir kılmak için heyelan önleme tedbirlerinin önceliklendirilmesi gereken kritik alanları ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Arazi örtüsü değişimi, Dağlık alanlar, Heyelan, Nüfus değişimi, Ölümcül heyelan

Abstract

Landslides are becoming more common due to climate change and increased anthropogenic disturbance, threatening sustainable development in vulnerable areas. Landslides kill about 4500 people worldwide and cause 20 billion USD in damage annually. In this context, considering the casualties and economic losses they cause, landslides appear as one of the most destructive natural phenomena. Although previous studies on fatal landslides have focused on inventory development, spatial and temporal patterns, precipitation, and human impacts, their topographic and anthropogenic characterization on a global scale has been neglected. Here, we examine the relationship between natural and human-induced fatal landslides and topographic and anthropogenic factors, focusing on their hotspots.

Our results show that about 70% of natural-induced landslides and about 45% of anthropogenic-induced landslides occur in topographically mountainous regions. These areas represent global hotspots, hosting the majority of fatal landslides. Mountainous areas, characterized by steep slopes, are becoming ever more susceptible to landslides due to increasing population growth and land cover change. For this purpose, we calculated the population and land cover change rate over approximately 50 years and built linear regression models to examine their relationship with landslides and fatalities. The models show a significant positive relationship between population and land cover changes in mountainous areas. We found that the majority of countries affected by fatal landslides in our study area (41 out of 46) experienced population growth since 1960. Countries with lower living standards exhibited significantly higher rates of change in their mountainous regions. The rate of population change in low-income countries is 2.5 times higher than in the high-income group. In addition, high-income (7%) and upper-middle-income (13%) countries showed more stable and limited transitions in terms of land cover change, while the change in mountainous areas of lower-middle-income (18%) and low-income (50%) countries was more pronounced. Our findings also show that the density of landslides and fatalities increases significantly as the land cover change rate increases in lower-middle and low-income countries. This study highlights the potential impact of human-induced land cover change on landslides and related fatalities in mountainous areas worldwide, according to countries' income levels. In conclusion, the high correlation between fatal landslides and land cover change highlights critical areas where it is necessary to prioritize landslide mitigation measures to protect vulnerable mountain environments and sustain resilient communities, especially in countries with lower middle and low-income levels.

Keywords: *Fatal landslide, Landslide, Land cover change, Mountainous areas, Population change*

Geyik Dağları'nda (Batı Toroslar) Glasiyal Sirklerin ve Eski Buzulların Morfometrik Özellikleri

Morphometric Characteristics of Glacial Cirques and Former Glaciers in the Geyik Mountains (Western Taurus)

Zeynel Çılğın (1), Ian S. Evans (2), Ferhat Keserci (3), Ergin Canpolat (4), Cihan Bayrakdar (5)

(1) Munzur Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, Tunceli, Türkiye
(2) Durham Üniversitesi, Durham, Birleşik Krallık
(3) Ardahan Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, Ardahan, Türkiye
(4)Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, Hatay, Türkiye
(5), İstanbul Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, İstanbul, Türkiye
(zeynelcilgin@munzur.edu.tr)

Öz

Bu çalışma, Türkiye'nin güneybatısında Toros Dağları'nın bir parçası olan Geyik Dağları'nda yapılan buzul rekonstrüksiyonu, paleo kalıcı kar sınırı, sirk morfometrisi ve paleo iklim analizleri ile elde edilen veriler sunmaktadır. Çalışmada, başta buzul rekonstrüksiyonu için ArcGIS'e entegre edilen GlaRe ve kalıcı kar sınırı tespit aracı (ELA calculation tool) sirk morfometrisi Automated Cirque Metric Extraction version 2 (ACME2) gibi güncel yöntemler kullanılmıştır. Geyik Dağları'nda son büyük buzullaşma döneminde yaklaşık 132,5 km²'lik bir alanın buzullarla kaplandığı ve bu süreçte belirgin terminal ve tümseksi morenlerin oluştuğu tespit edilmiştir. Paleo buzullar, 1,4 ila 12 km arasında değişen uzunluklara sahip olup, 49 sirkin birleşmesiyle Namaras Vadisi'nde 400 metre kalınlıkta ve 75 km²'lik bir alanı kapsayan bir piedmont buzulu oluşmuştur.

98 sirkin morfometrik analizi, sirklerin nispeten küçük ve dar bir yapıda olduğunu, medyan uzunluk/genişlik oranının 1,29 gibi yüksek bir değere sahip olduğunu göstermektedir. Analizler, boyut büyüdükçe uzunluk ve genişliğin derinlikten daha hızlı arttığını, bu durumun güçlü bir statik allometri ilişkisini işaret ettiğini ortaya koymuştur. Ayrıca, eğim analizlerinde maksimum, minimum ve eksen eğimleri sırasıyla 59°, 3,3° ve 25° olarak hesaplanmıştır. Sirk gelişimi, düşük hipsometrik integral, yüksek aksiyal profil kapanması ve yüksek aksiyal yükseklik-uzunluk integrali ile karakterize edilmiştir.

Sirk tepelerindeki keskin sırtlar, zirvelerin buzul erozyonu etkisine bağlı olarak alçaldığını göstermektedir. Buzullaşma asimetrik bir yapı sergilemekte olup, sirklerin yönelimi genellikle kuzeydoğu ve kuzey-kuzeydoğu doğrultusundadır. Bu durum, güneş radyasyonu ve batı yönünden esen rüzgarların paterninde kısmı değişikliklerin dulda yamaçlarda kar birikimi üzerindeki etkisini vurgulamaktadır.

Buzul paleo-denge hattı irtifalarının (pELA) doğuya doğru yükseldiği, sirk tabanı minimum yükseltilerinin (STMY) ise doğu-kuzeydoğu yönünde arttığı tespit edilmiştir. Akdeniz'den gelen nemli havanın (38-55 km güneybatı yönünden) bu süreçte önemli bir rol oynadığı değerlendirilmiştir. Ortalama pELA 2208 m (alan ağırlıklı: 2277 m) ve STMY 2234 m olarak hesaplanmıştır. STMY, kısa buzullarda pELA'nın altında, uzun buzullarda ise üzerinde yer almaktadır. Bu sebeple, ortalama STMY, pELA'yı doğru bir şekilde tahmin etmek için uygun bir ölçüt değildir. Paleoiklim analizleri, bu dönemde günümüzden yaklaşık 8°C daha düşük bir sıcaklık ve %53-72 oranında daha fazla yağış gerektiğini göstermektedir.

Bu çalışma TÜBİTAK 117Y391 nolu projesiyle desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Glasiyal sirk, buzul rekonstrüksiyonu, jeomorfometri, Geyik Dağları, ACME2

Abstract

This study presents data obtained through glacier reconstruction, paleo-equilibrium line altitude (pELA), cirque morphometry, and paleo-climate analyses conducted in the Geyik Mountains, part of the Taurus Mountains in southwestern Türkiye. The study employed methods such as GlaRe and the equilibrium line altitude (ELA) calculation tool integrated into ArcGIS for glacier reconstruction and Automated Cirque Metric Extraction version 2 (ACME2) for cirque morphometry.

During the last major glaciation period, an area of approximately 132.5 km² in the Geyik Mountains was covered by glaciers, leading to the formation of prominent terminal and hummocky moraines. Paleo-glaciers ranged in length from 1.4 to 12 km, with ice from 49 cirques merging to form a piedmont glacier in the Namaras Valley. This glacier had a thickness up to 400 meters and covered an area of 75 km².

Morphometric analysis of 98 cirques revealed that they are relatively small and narrow, with a high median length-to-width ratio of 1.29. The analyses showed that as size increases, both length and width grow faster than depth, indicating a strong static allometric relationship. Additionally, slope analyses calculated maximum, minimum, and axial slopes as 59°, 3.3°, and 25°, respectively. Cirque development is characterized by low hypsometric integral values, high axial profile closure, and high axial height-to-length integral values.

The sharp ridges on the cirque crests suggest that glacial erosion has led to a lowering of the summits. Glaciation exhibited an asymmetric pattern, with most cirques oriented toward the northeast and north-northeast. This emphasizes the impact of solar radiation and partial changes in wind patterns from the west on snow accumulation on leeward slopes.

It was observed that paleo-equilibrium line altitudes (pELAs) rise eastward, while the cirque floor minimum altitudes (CFAs) increase in the east-northeast direction. Moist air masses originating from the Mediterranean (38–55 km southwest) were evaluated as playing a significant role in this process. The average last glaciation pELA was calculated at 2208 m (area-weighted: 2277 m), and the CFA at 2234 m. The CFA lies below the pELA for short glaciers but above it for long glaciers. Therefore, the average CFA is not a reliable indicator for accurately estimating pELA. Paleoclimate analyses indicate that during the Last Glacial Maximum, temperatures were probably around 8°C lower than today, with precipitation 53–72% higher.

This study was supported by TUBITAK project number 117Y391.

***Keywords:**, Glacial cirques,Glacier reconstruction, Geomorphometry, Geyik Mountains, ACME2*

Güneydoğu Toroslarda Buzul Topoğrafyasının Morfometrik Özellikleri ve Güncel Buzul Süreçlerinin Analizi

Morphometric Characteristics of Glacier Topography in the Southeastern Taurus Mountains and Analysis of Current Glacial Processes

Mahsum Bozdoğan (1), Cihan Bayrakdar (2), Ergin Canpolat (3), Zeynel Çılğın (4), Ferhat Keserci (5), Onur Halis (2), Ian S. Evans (6)

(1) İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü
(2) İstanbul Üniversitesi, Coğrafya Bölümü
(3) Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Coğrafya Bölümü
(4) Munzur Üniversitesi, Coğrafya Bölümü
(5) Ardahan Üniversitesi, Coğrafya Bölümü
(6) Durham Üniversitesi, Coğrafya Bölümü
(mahsumbozdogan@gmail.com)

Öz

Paleoiklim kanıtları arasında kullanılan öğelerden biri olan ve buzullaşmanın başladığı ilk yerleri gösteren sirkler bir sahadaki jeoloji, topoğrafyayı, buzul aşınım şiddetini, paleoçevresel ve paleoiklim karakteristiği gibi koşulları yansıtmaktadır. Buzul jeomorfolojisiyle birlikte özellikle sirk morfometrisi ve buzul rekonstrüksiyonları konusunda yeni yöntem ve yaklaşımlar son buzul çağının etkilerinin daha net anlamamıza imkân tanımaktadır.

Güneydoğu Torosların doğu bölümünü oluşturan, Van Gölü'nün güneyinde; Bitlis, Van, Siirt, Şırnak ve Hakkâri illerinde yer alan İhtiyarşahap (Kavuşşahap) (3634 m), Artos (Çadır) (3537 m) Buzul (Cilo) (4135 m), İkiyaka (Sat) (3794 m) Dağları ve literatürde daha önce bahsi geçmemiş, jeomorfolojik ve klimatolojik bilgi eksikliği mevcut olan Değirmen (3431 m), İspiriz (3668 m), Gökdağ (3590 m), Mordağ (3784 m), Karadağ (3458 m), Rejgar (3294 m), Çiyareş (Karadağ) (3335 m) ve Altın (3305 m) Dağlarında buzullar ve buzullaşma alanları yer almaktadır. Bu dağlık sahalarda buzul ve buzul morfolojisine ait sirkler, tekne şekilli vadiler, farklı konumlu morenler bulunmaktadır. Buzul Dağları'nda, dağın doğu ve kuzeye bakan yamaçlarında yaklaşık 10, İkiyaka Dağları'nda 4 ve Kavuşşahap Dağları'nda paleobuzul alanı ~200 km2 olan 20'ye yakın buzullaşma alanı yer almaktadır. Sözü geçen bu sahalardaki buzul vadileri toplamda yaklaşık olarak 200'den fazla sirkten beslenmiştir. Bu dağlarda ortalama daimî kar sınırı ise sırasıyla; 3600 m, 3500 m ve 2800 m civarında yer almaktadır.

Bu çalışmada, Ağrı Dağı'ndaki aktüel buzuldan sonra Türkiye'deki en büyük aktüel buzulların bulunduğu Buzul (Cilo) Dağlarındaki (4.125 m) Cennet-Cehennem Vadisi'nde Paleoiklim ve çevresel koşullar hakkında çıkarım yapabilmek amacıyla PalaeoIce Python kodlu araç ile buzul rekonstrüksiyonu; ACME2 (Automated Cirque Metric Extraction) Python kodlu araç ile sirklerin uzunlukları, genişlikleri, eşikleri, tabanları ve sınırları çıkarılmış ve 49 adet morfometrik analiz gerçekleştirilmiştir. Literatürde henüz yeni sözü geçen araçlar, ifade edilen sahada test edilmiş ve başarılı sonuç alınmıştır. Gerçekleştirilen analizler sonucunda; Cennet-Cehennem Vadisi'nde maksimum buzul kalınlığı 580 m, ortalama kalınlık 161.7 m, buzul hacmi 4.4 km3 ve buzullaşma alanı 27.2 km2 olarak hesaplanmıştır. Buzul dinamiğini anlamak, buz akışını yöneten kuvvetler ve mekanik özellikler hakkında bilgi sahibi olmak amacıyla hesaplanan kayma gerilimi değerleri ise buzul kalınlıkları ile orantılı olarak artış göstermiştir. Buzulların maksimum kalınlığa eriştiği yüzeylerde 198 kPa değerleri ölçülmüştür. Kuvaterner buzullaşmalarının yaşandığı Güneydoğu Toros Dağları'nın çalışma sahası içerisinde yer alan tüm dağlarda morfometrik analizler kullanılarak bölgenin paleoiklim ve paleoortam değişimlerini ortaya çıkarmak mevcut çalışmanın sonraki hedefidir.

Arazi ön bulgularını içeren bu çalışma, TÜBİTAK 122Y360 nolu projesiyle desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Güneydoğu Toros Dağları, Buzul Morfolojisi, Buzul Modellemesi

Abstract

One of the elements used among the paleoclimate evidence, cirques, which show the first places where glaciation began, reflect conditions such as geology, topography, glacier erosion intensity, paleoenvironmental and paleoclimate characteristics in a site. Along with glacial geomorphology, new methods and approaches, especially in circular morphometry and glacial reconstructions, allow us to understand the effects of the last ice age more clearly.

*Forming the eastern part of the Southeastern Taurus Mountains, south of Lake Van; Ihtiyarşahap (Kavuşşahap) (3634 m), Artos (*Çadır*) (3537 m) Buzul (Cilo) (4135 m), Ikiyaka (Sat) (3794 m) Mountains located in the provinces of Bitlis, Van, Siirt,* Şırnak *and Hakkâri and not previously mentioned in the literature, Degirmen (3431 m), Ispiriz (3668 m), Gökdağ (3590 m), Mordağ (3784 m), Karadağ (3458 m), Rejgar (3294 m),* Çiyareş *(Karadağ) (3335 m) and Altın (3305 m) Mountains, where there is a lack of geomorphological and climatological information, have glaciers and glaciation areas. In these mountainous areas, there are cirques of glacial and glacial morphology, boat-shaped valleys and moraines with different locations. In the Buzul Mountains, there are about 10 glaciation areas on the eastern and north-facing slopes of the mountain, 4 in the Ikiyaka Mountains, and about 20 glaciation areas with a paleoglacial area of ~200 km2 in the Kavuşşahap Mountains. The glacial valleys in these areas were fed by more than 200 cirques in total. The average permanent snow limit in these mountains is around 3600 m, 3500 m and 2800 m respectively.*

In this study, glacier reconstruction was performed with PalaeoIce Python coded tool; the lengths, widths, thresholds, bases and boundaries of the cirques were extracted with ACME2 (Automated Cirque Metric Extraction) Python coded tool and 49 morphometric analyses were performed in order to make inferences about paleoclimate and environmental conditions in the Cennet-Cehennem Valley in the Cilo Mountains (4,125 m), where the largest current glaciers in Turkey are located after the current glacier on Mount Ağrı. The tools, which have only recently been mentioned in the literature, were tested in the field and successful results were obtained. As a result of the analyses, the maximum glacier thickness in the Cennet-Cehennem Valley was calculated as 580 m, the average thickness as 161.7 m, the glacier volume as 4.4 km3 and the glaciation area as 27.2 km2. Shear stress values, which were calculated to understand glacier dynamics and to have information about the forces governing ice flow and mechanical properties, increased proportionally with glacier thickness. Values of 198 kPa were measured on the surfaces where glaciers reached maximum thickness. The next goal of the present study is to reveal the paleoclimate and paleoenvironmental changes of the region by using morphometric analyses in all mountains of the Southeastern Taurus Mountains within the study area where Quaternary glaciations were experienced.

This study, which includes preliminary field findings, was supported by TÜBITAK Project No. 122Y360.

Keywords: *Southeastern Taurus Mountains, Glacier Morphology, Glacier Modelling*

Doğu Karadeniz Dağları'nda Kaya Buzulu Envanteri ve Permafrost Dinamikleri

Rock Glacier Inventory and Permafrost Dynamics in the Eastern Black Sea Mountains, Türkiye

Serdar Yeşilyurt (1), Anıl Levent Tuncay (2), Erkan Yılmaz (1), Naki Akçar (3)

(1) Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Sıhhiye, Ankara
(2) Çankırı Karatekin Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Çankırı
(3) Bern Üniversitesi, Jeoloji Bilimleri Enstitüsü, Bern, İsviçre
(yesilyurt@ankara.edu.tr)

Öz

Kaya buzulları, dağ permafrostunun varlığını ve sınırlarını belirlemede önemli göstergeler olmasının yanı sıra, geçmiş ve mevcut iklim koşullarındaki değişimleri incelemek için de önemli bir potansiyele sahiptir. Dağ hidrolojisi açısından kritik bir rol oynayan kaya buzulları, özellikle kurak ve karstik bölgelerde su kaynakları üzerindeki etkileri nedeniyle büyük bir öneme sahiptir. Ancak, kaya buzullarının bu kritik önemine rağmen, Türkiye'de kaya buzullarının dağılışı, haritalanması, sınıflandırılması, tarihlendirilmesi, aktivitesi ve hidrolojik potansiyeli üzerine yapılan çalışmalar oldukça sınırlıdır.

Bu çalışma, Türkiye'nin en geniş periglasyal sahası olan Doğu Karadeniz Dağları'nda bir kaya buzulu envanteri oluşturmayı amaçlamaktadır. Bu kapsamda, insansız hava aracı (İHA) tabanlı sayısal fotogrametri ile üretilen yüksek çözünürlüklü sayısal yüzey modeli (SYM) ve ortofotolar kullanılmıştır. Coğrafi bilgi sistemleri (CBS) ve uzaktan algılama yöntemleri ile analiz edilen bu veriler sonucunda, Doğu Karadeniz Dağları'ndaki tüm kaya buzulları haritalanmış ve envanteri hazırlanmıştır. Ayrıca, bazı kaya buzullarının stabilite yaşlarını belirlemek amacıyla kozmojenik 36Cl ve 10Be izotop analizleri yapılmış, kaya buzullarının yüzeyindeki aktif katmandaki (döküntü katmanı) deformasyonlar ve hareket hızları saptanmıştır.

Haritalama çalışmaları sonucunda, bölgede toplam 1150 kaya buzulu tespit edilmiştir. Bu kaya buzullarının 256'sı aktif veya inaktif (intact), 894'ü ise relikt/fosil olarak sınıflandırılmıştır. Toplam 34.6 km² alana sahip olan kaya buzullarının 17.5 km²'si aktif kaya buzullarından oluşmaktadır. Aktif kaya buzullarının alanı 1.1 bin m² ile 700 bin m² arasında değişmekte olup, ortalama alan 70 bin m² olarak hesaplanmıştır. Morfolojik özelliklere göre, kaya buzullarının 229'u dil şekilli, 921'i ise loblu kaya buzulu sınıfına girmektedir. Aktif kaya buzulu dillerinin indiği yükseklikler 2448 m ile 3586 m arasında değişmekte olup, ortalama yükseklik 3013 m'dir. Bu yükselti, Doğu Karadeniz Dağları'ndaki ortalama dağ permafrostu sınırını işaret etmektedir ve bu seviyenin üzerinde, belirli koşullar altında permafrost varlığı ortaya çıkmaktadır.

Anahtar Kelimeler: aktif katman, dağ permafrostu, kozmojenik yüzey yaşlandırma, periglasyal, sayısal fotogrametri

Abstract

Rock glaciers are significant indicators of the presence and boundaries of mountain permafrost and hold great potential for studying past and current climatic variations. In addition, rock glaciers play a critical role in mountain hydrology and have substantial impacts on water resources, especially in arid and karstic regions. Despite their importance, studies on the distribution, mapping, classification, dating, activity, and hydrological potential of rock glaciers in Turkey remain very limited.

This study aims to create an inventory of rock glaciers in the Eastern Black Sea Mountains, Turkey's most extensive periglacial region. High-resolution digital surface models (DSMs) and orthophotos generated through unmanned aerial vehicle (UAV)-based digital photogrammetry were utilized. These datasets were analyzed using Geographic Information Systems (GIS) and remote sensing techniques to map and inventory all rock glaciers in the Eastern Black Sea Mountains. Furthermore, cosmogenic 36Cl and 10Be isotope analyses were performed to determine the stabilization ages of some rock glaciers, while deformation and surface movement rates in the active layer of rock glaciers were also identified.

As a result of the mapping efforts, a total of 1150 rock glaciers were identified in the study area. Among these, 256 are classified as active or inactive (intact), and 894 as relict/fossil. The total area covered by rock glaciers is 34 km², of which 17.5 km² corresponds to active rock glaciers. The area of active rock glaciers ranges between 1100 m² and 700000 m², with an average size of 70*000* m². Based on morphological characteristics, 229 rock glaciers were categorized as tongue-shaped and 921 as lobate. The elevations where the tongues of active rock glaciers terminate range from 2448 m to 3586 m, with an average of 3013 m. This elevation corresponds to the mean mountain permafrost limit in the Eastern Black Sea Mountains, indicating that permafrost conditions can occur above this level under certain conditions.*

Keywords: *active layer, digital photogrammetry, cosmogenic surface exposure dating, mountain permafrost, periglacial*

Karadağ'ın (GB Türkiye) Geç Pleistosen Buzullaşma Tarihi ve Morfometrik Özellikleri

Late Pleistocene Glacial History and Morphometric Characteristics of Mount Karadağ (SW Türkiye)

Cihan Bayrakdar (1), Zeynel Çılğın (2), Faize Sarış (3), Serdar Yeşilyurt (4), Ferhat Keserci (5), Yusuf Büyükdeniz (2), Onur Halis (1), Christof Vockenhuber (6), Susan Ivy-Ochs (6), Naki Akçar (7)

(1) İstanbul Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, Türkiye
(2) Munzur Üniversitesi Coğrafya Bölümü, Türkiye
(3) Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, Türkiye
(4) Ankara Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, Türkiye
(5) Ardahan Üniversitesi, Coğrafya Bölümü Türkiye
(6) Laboratory of Ion Beam Physics, ETH Zürich, Zurich, Switzerland
(7) Institute of Geological Sciences, University of Bern, Bern, Switzerland
(cihanbyr@istanbul.edu.tr)

Öz

Batı Toros Dağları'nın batısında yer alan Karadağ, kapsamlı buzullaşmayı kolaylaştıran iklim koşullarına dair kanıtlar sunmaktadır. Bu çalışma, Batı Toros Dağları'ndaki Geç Pleyistosen buzullaşma kronolojisi ve paleoiklimini yeniden inşa etmek amacıyla Karadağ'daki buzul şekillerine odaklanmaktadır. Çalışmada, detaylı insansız hava aracı (İHA) fotogrametrisi, geniş saha çalışmaları ve haritalama, kozmojenik 36Cl ile yüzey tarihlendirmesi, meteorolojik ölçümler, paleo-buzul rekonstrüksiyonu ve paleo kalıcı kar sınırı tespiti (pELA) hesaplamaları kullanılmıştır.

Karadağ'da, maksimum uzunluğu 4,5 km olan iki buzul vadi ve altı sirk tespit edilmiştir. Buzullar, Son Buzul Maksimumu (LGM) sırasında, pELA'nın 2090 m'ye düşmesiyle maksimum boyutlarına ulaşmış ve yaklaşık 22,4 ± 2,8 bin yıl önceye tarihlenmiştir. LGM sırasında, buzullar yaklaşık 3,5 km²'lik bir alanı kaplayarak, yaklaşık 140 m'lik bir maksimum kalınlığa ulaşmıştır. 2015 m'deki TRKR 10 numaralı örnek, büyük olasılıkla LGM dönemine aittir. Tek bir örnekle kesin sonuçlara varılamasa da, morenin en yüksek pozisyonunda bulunması, buzulun maksimum kalınlığını gösteren bir kanıt teşkil etmektedir.

LGM sonrasında, Geç Buzul Dönemi (15,5 ± 2,7 bin yıl önce) ve Genç Dryas (12,4 ± 1,1 bin yıl önce) sırasında iki önemli buzul ilerlemesi daha meydana gelmiştir. Geç Pleyistosen buzul çağlarında, özellikle LGM sırasında, Karadağ'ın bugünkünden daha fazla yağış aldığı ve bunun, Anadolu Yarımadası'na kıyasla daha düşük rakımlarda buzulların oluşmasına yol açtığı düşünülmektedir.

Bu çalışma TÜBİTAK 117Y391 nolu projesiyle desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kozmojenik 36Cl yüzey tarihlendirmesi, Jeomorfometri, Buzul rekonstrüksiyonu, Karadağ, Pleistosen buzullaşmaları, Batı Toroslar.

Abstract

Karadağ, located west of the Western Taurus Mountains, provides evidence of the climatic conditions that facilitated this extensive glaciation. This study focuses on the glacial landforms in Karadağ to reconstruct the Late Pleistocene glacial chronology and palaeoclimate of the Western Taurus Mountains. We employed detailed UAV photogrammetry, extensive fieldwork and mapping, surface exposure dating with cosmogenic 36Cl, meteorological measurements, palaeoglacier reconstruction, and palaeo-equilibrium line altitude (pELA) calculations..

In Karadağ, we have identified two glacial valleys with a maximum length of 4.5 km and six cirques. The glaciers reached their maximum extent around 22.4 ± 2.8 ka during the Last Glacial Maximum (LGM), facilitated by the lowering of the pELA to 2090 m. During the LGM, the glaciers covered an area of approximately 3.5 km2 and reached a maximum thickness of about 140 m. Sample TRKR 10 at 2015 m probably belongs to the LGM period. Although a single sample does not conclude definitive conclusions, the presence of the moraine at its highest position indicates the maximum thickness of the glacier.

Following the LGM, two more significant glacier advances occurred during the Lateglacial (15.5 ± 2.7 ka) and the Younger Dryas (12.4 ± 1.1 ka,). During the late Pleistocene glaciations, and especially during the LGM, Karadağ probably received more precipitation than today, leading to the formation of glaciers at relatively lower elevations than the rest of glaciated ranges on the Anatolian Peninsula.

This study was supported by TUBITAK project number 117Y391.

***Keywords:**, Cosmogenic 36Cl surface age determination, Geomorphometry, Glacier reconstruction, Karadağ, Pleistocene glaciations, , Western Taurus Mountains*

Köse Dağı'nda (Ağrı) Yeni Bir Buzullaşma Alanının Keşfi; Paleobuzul ve Paleoiklimsel Rekonstrüksiyonu

Discovery of a New Glaciation Area on Mount Köse (Ağrı); Paleoglacial and Paleoclimatic Reconstruction

Ferhat Keserci (1), Cihan Bayrakdar (2)

(1) Ardahan Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, Ardahan Çıldır Yolu, 75000, Ardahan, Türkiye
(2) İstanbul Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, Ordu Cad. No:6 Laleli, İstanbul, Türkiye
(ferhatkeserci@ardahan.edu.tr)

Öz

Akdeniz Havzası'nın kuzey bölümünde yer alan Toros Dağları ve Kuzey Anadolu Dağları ile yüksek münferit dağlık alanlar Pleyistosen boyunca önemli buzullaşmalara maruz kalmıştır. Kuzey Anadolu Dağları'nın güneydoğusunda Ağrı-Kars sınırları arasında kalan Köse Dağı'da bu buzullaşmalardan etkilenmiştir. Pleyistosen dönemine ait olduğu düşünülen buzullaşmalara ait jeomorfolojik izler saptanmıştır. Bunlar arasında sirk, buzul vadisi ve morenler tespit edilmiştir. Çalışma alanı olan Köse Dağı daha önce buzul izlerinin saptanmadığı veya literatürde olmayan bir saha olması açısından da önemlidir. Bu bağlamda Kuzeydoğu Anadolu'da Kuvaterner dönemine ait buzullaşmalara dair delillerin saptandığı yeni bir alan olması açısından ve literatüre kazandırılması açısından da oldukça önemlidir.

Kuzeydoğu Anadolu üzerinde yer alan birçok dağ için buzullaşmalara dair tespit ve çalışmalar olsa da bu dağlar üzerinde buzul ile paleo sıcaklık ve yağış rekonstrüksüyonları gerçekleştirilmemiştir. Köse Dağ'ı üzerinde tespit edilen buzullaşmalara ait jeomorfolojik izler ve veya deliller üzerinden paleo buzulların morfometrik özelliklerine dair veriler elde edilmek üzere yeniden yapılandırmaya dayalı olarak 3 boyutlu buzul modellemesi yaklaşımı (PalaeoIce) kullanılmıştır. Gerçekleştirilen buzul modellemesi kapsamında, aynı model toolbox'ı kullanılarak morfometrik verilere dayalı farklı oranlar çerçevesinde pELA (Paleo-ELA) hesaplamaları yapılmıştır. Yapılan analizler neticesinde elde edilen pELA seviyeleri ile paleo sıcaklık ve yağış ilişkilerine dayanan formülasyonlar kullanılarak paleo iklim rekonstrüksüyonları ile sıcaklık ve yağış senaryoları oluşturulmuştur.

Yapılan PalaeoIce buzul modeli neticesinde Köse Dağı'nın zirve kesimin kuzeybatı bölümünde bir sirk ve devamında buzul vadisi niteliğinde bir paleo buzul tespit edilmiş olup buzulun toplam 0.66 km^2 alan sahip olduğu hesaplanmıştır. Elde edilmiş olan buzul alan değerleri üzerinden pELA hesaplamaları yapılmış ve AABR (1.56) yöntemine göre 2670 m olarak tespit edilmiştir. PalaeoIce modeli ile Köse buzulu'nun ortalama kalınlık değeri 28 m, maksimum kalınlık değeri 78 m, standart sapma değeri ise 23 m olarak olarak hesaplanmıştır. Köse Buzulu'nun buzul başlangıç yüksekliği 3214 m, terminal buzul yüksekliği ise 2620 m olarak belirlenmiştir. Köse Buzulu için farklı senaryolar içeren paleo sıcaklık ve yağış rekonstrüksiyonlarına göre Köse Dağı'nda sıcaklıkların günümüze göre 8-12 °C düşürülmesi durumunda yağışların LGM döneminde %50 ile %150 arasında artması gerektiği tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Anadolu, Köse Dağı, Buzul Modellemesi, Kalıcı Karr Sınırı Çizgisi, Paleoiklim

Abstract

The Taurus Mountains and the North Anatolian Mountains, located in the northern part of the Mediterranean Basin, along with high isolated mountainous regions, experienced significant glaciations during the Pleistocene. Köse Mountain, situated between the Ağrı and Kars provinces in the southeastern part of the North Anatolian Mountains, was also influenced by these glaciations. Geomorphological evidence of glaciations, believed to date back to the Pleistocene, has been identified in the region. This evidence includes cirques, glacial valleys, and moraines. Köse Mountain, the study area, is particularly noteworthy as it represents a site where glacial features had not been previously identified or documented in the literature. In this context, the site is highly significant as a newly discovered area in Northeastern Anatolia with evidence of Quaternary glaciations, contributing valuable insights to the scientific literature. Although various studies and assessments have been conducted on glaciations for many mountains in Northeastern Anatolia, no reconstructions of glaciers, paleo-temperature, or precipitation have been performed for these mountains. For Köse Mountain, geomorphological traces and/or evidence of glaciations were identified, and a 3D glacier modeling approach (PalaeoIce) was employed to obtain data on the morphometric characteristics of paleo glaciers through reconstruction. Based on the glacier modeling results, pELA (paleo-equilibrium line altitude) calculations were performed using the same model toolbox, considering different and diverse ratios. Using the pELA levels obtained from the analyses, paleo-climatic reconstructions were conducted to generate temperature and precipitation scenarios through formulations that relate paleo-temperature and precipitation. As a result of the PalaeoIce glacier model, a paleo-glacier was identified on the northwestern summit region of Köse Mountain, consisting of a cirque followed by a glacial valley. The glacier's total area was calculated to be 0.66 km². Using the obtained glacier area data, pELA (paleo-equilibrium line altitude) calculations were performed, and the altitude was determined to be 2670 m using the AABR (1.56) method. Based on the PalaeoIce model, the average thickness of the Köse Glacier was calculated as 28 m, with a maximum thickness of 78 m and a standard deviation of 23 m. The glacier's initiation altitude was determined to be 3214 m, while its terminal altitude was 2620 m. According to paleo-temperature and precipitation reconstructions, which included various scenarios for the Köse Glacier, it was found that temperatures on Köse Mountain would need to decrease by 8–12°C compared to present-day conditions, and precipitation during the Last Glacial Maximum (LGM) would need to increase by 50–150% to sustain the glacier.

Keywords: *Anatolia, Köse Mountain, Glacier Modeling, Equilibrium Line Altitude, Paleoclimate*

Moren Set Göllerinde Holosen İklim Değişikliğinin İzlerinin Fosil Polen Analizleri ile Belirlenmesi: Eğri Göl (Antalya) Örneği

Determining the Traces of Holocene Climate Change in Moraine-Dam Lakes through Fossil Pollen Analysis: Example of Lake Eğri (Antalya)

Gülan Güngör (1), Hülya Caner (2), Nurgül Karlıoğlu Kılıç (3), Cihan Bayrakdar (4)

1 İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, Türkiye
2 İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, İstanbul, Türkiye
3 İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Orman Botaniği ABD., Orman Fakültesi, İstanbul, Türkiye
4 İstanbul Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, İstanbul, Türkiye
(gulangungor@outlook.com)

Öz

Fosil polen analizleri, geçmiş bitki popülasyonlarının bolluğu ve değişimi yanında, iklim değişiklikleri ve bitki örtüsü değişiminde antropojenik etkiler üzerine yapılan çalışmalarda sıklıkla kullanılır. Bu nedenle polenler Kuvaterner'de yaşanmış olan ortam değişimlerinin belirlenmesinde önemli bir anahtar niteliğindedir. Fosil polen analizleri için göl ve bataklık ortamları en ideal örnek alım lokasyonlarıdır. Bu ortamlarda uzun süre varlıklarını koruyabilen polenler sayesinde bitki örtüsü değişimleri ve iklim değişimleri ile ilgili veriye ulaşmak mümkündür.

Bu çalışmada, Geyik Dağları'nda 2070 metre yükseklikte bulunan moren set gölü Eğri Göl'de (Gündoğmuş, Antalya) yapılacak fosil polen analizleri ile bölgenin paleovejetasyon ve paleoiklim koşullarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Eğri Göl Kuvaterner' de yaşanan şiddetli buzullaşmalar sonucunda buzul morfolojisine ait ünitelerden biri olan morenlerin setlemesi ile oluşmuş 8-10 m derinliğe sahip bir göldür. Böyle yüksek sahalarda bulunan göller, ayrıntılı paleo-çevresel çalışmalar için önemlidir. Bu tür göllerde biriken tortular, oluşumlarından bu yana meydana gelen yerel ve bölgesel değişikliklerin izlerini korurlar.

Çalışmanın ilk aşamasında 18 cm uzunluğunda kısa bir karot alınmış 3 seviyede polen sayımları tamamlanmıştır. Gölden alınan karotla birlikte göl çevresinden 1338 m ile 2091 m arasında farklı yükselti aralıklarından yosun örnekleri toplanmıştır. Doğal bir tuzak olarak değerlendirilen yosun örneklerine uygulanan polen analizleri ile sahadaki güncel polen dağılımı ve birikimi belirlenmiştir. Alınan sediman karotuna fosil polen için "klasik yöntem" uygulanırken yosun örneklerinin laboratuvar metodolojisi için EPMP (European Pollen Monitoring Programme) protokolleri uygulanmıştır.

Sonuç olarak 3 seviyede odunsu bitki (arboreal) polen dağılımına bakıldığında %25 ile Pinus'un baskınlığı dikkat çekmektedir. Pinus gibi taksonların polenlerinde hava baloncukları bulunmasından dolayı, bu polen taneleri uzun süre havada kalıp önemli mesafeler kat edebilmektedir ve bu nedenle fosil polen analizlerinde yoğunluk göstermektedirler. Otsu bitki polenleri (non-arboreal pollen) içerisinde ise en yaygını Asteraceae familyasının bir alt familyası olan Cichorioideae'dır ve polen diyagramında %20 ile temsil edilmektedir. Bu taksonu ise Caryophyllaceae, Plantago, Poaceae, Amaranthaceae, Artemisia ve Apiaceae takip etmiştir. Otsu bitki polen yüzdesinin odunsu bitki polen yüzdesine göre daha fazla olmasının sebebi, gölün alpin katta yer alıyor olmasıdır. Yosun örneklerinde yapılan analiz sonuçlarında da karot örneklerinde olduğu gibi, en yaygın tür olarak Pinus tespit edilmiştir, otsu bitkilere ait polenler son derece azdır. Bu ilk sonuçlara dayanarak daha uzun bir sediman karotu alınması planlanıp 14^C tarihlendirmesi ile Eğri Göl ve çevresinde Kuvaterner boyunca yaşanan iklim ve vejetasyon değişimi ayrıntılı bir şekilde ortaya konacaktır.

Bu çalışma, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (Proje No: SDK-2023-40275) ve TÜBİTAK (Proje No: 124Y306) tarafından desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Eğri Göl, fosil polen analizleri, güncel polen dağılımı

Abstract

Fossil pollen analyses are frequently used in studies on the abundance and change of past plant populations, as well as anthropogenic effects on climate change and vegetation change. Therefore, pollens are an important key to determining environmental changes that occurred in the Quaternary. Lake and marsh environments are the most ideal sampling locations for fossil pollen analyses. Thanks to the pollens that can survive in these environments for a long time, it is possible to obtain data on vegetation changes and climate changes.

This study aims to determine the paleovegetation and paleoclimate conditions of the region through fossil pollen analysis from the moraine-dammed Lake Eğri, located at an altitude of 2070 meters in the Geyik Mountains. Lake Eğri is a lake with a depth of 8-10 m, formed by the damming of moraines, one of the units of glacial morphology, as a result of the intense glaciations experienced in the Quaternary. Lakes located in such high areas are important for detailed paleoenvironmental studies. The sediments accumulated in such lakes preserve the traces of local and regional changes that have occurred since their formation.

In the first phase of the study, a short core of 18 cm was taken and pollen counts were completed at 3 levels. Together with the core taken from the lake, moss samples were collected from different altitudes between 1338 m and 2091 m around the lake. Pollen analyses applied to moss samples evaluated as a natural trap determined the current pollen distribution and accumulation in the field. While the "classical method" was applied to the sediment core taken for fossil pollen, EPMP (European Pollen Monitoring Programme) protocols were applied for the laboratory methodology of moss samples.

As a result, when looking at the distribution of woody plant (arboreal) pollen at 3 levels, the dominance of Pinus with 25% is striking. Due to the presence of air bubbles in the pollen of taxa such as Pinus, these pollen grains can remain in the air for a long time and travel significant distances, and therefore they are dense in fossil pollen analyses. Among the herbaceous plant pollen (non-arboreal pollen), the most common is Cichorioideae, a subfamily of the Asteraceae family, and is represented by 20% in the pollen diagram. This taxon was followed by Caryophyllaceae, Plantago, Poaceae, Amaranthaceae, Artemisia and Apiaceae. The reason why the percentage of herbaceous plant pollen is higher than the percentage of woody plant pollen is that the lake is located in the alpine layer. In the analysis results of the moss samples, as in the core samples, the most common species was Pinus, and the pollen belonging to herbaceous plants was extremely rare. Based on these initial results, a longer sediment core is planned and the climate and vegetation changes experienced in Lake Eğri and its surroundings during the Quaternary will be revealed in detail with ^{14}C dating.

This study was supported by Istanbul University Scientific Research Projects Coordination Unit (Project No: SDK-2023-40275) and TUBITAK (Project No: 124Y306).

Keywords: Lake Eğri, fossil pollen analysis, present pollen distribution

Türkiye'nin Günümüz ve Son Buzul Maksimumundaki Morfojenetik Bölgeleri ve Jeomorfolojik Süreçleri

Morphogenetic Regions and Geomorphological Processes in Turkey During the Present and Last Glacial Maximum

Erkan Yılmaz (1), İhsan Çiçek (2)

(1)Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih Coğrafya Fakültesi, Coğrafya Bölümü
(2) Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih Coğrafya Fakültesi, Coğrafya Bölümü
(eryilmaz@ankara.edu.tr)

Öz

Morfojenetik bölge, bir sahada hâkim iklimsel süreçlere göre, dış güçlerin rölyefi değiştirme etkinliğinin nitelik ve niceliği hakkında bilgi vermektedir. Bu bölgeler, dış güçlerin nerelerde etkin olduğunu belirlemek için iklimsel eşik değerler kullanılarak oluşturulmaktadır. Örneğin, buzul sahası, periglasyal alan, savan alanların belirlenmesi ya da mekanik çözünmenin yoğun olduğu, rüzgâr etkinliğinin hakim olduğu yerlerin tespiti için de kullanılmaktadır. Türkiye için daha önce Kurter (1979) tarafından Peltier morfojenetik bölgeleri hazırlanmış ve bir kitap olarak sunulmuştur. Bu çalışmada, güncel verilerle Kurter tarafından belirlenen bölgeler güncellenmiş ayrıca Son Buzul Maksimumunda bu bölgelerdeki değişimler, MPI-ESM-P (Max Planck Enstitüsü Yer Sitem Modeli) ve CCSM4 (Topluluk İklim Sistemi Modeli) modeli ardgörülerine göre oluşturulmuştur. Peltier morfojenetik bölgeleri, sadece hâkim dış güç tarifi yapmamakta, bunun yanında, kimyasal, mekanik çözünme hakkında bilgi vermekte, flüviyal şekillendirme, rüzgâr şekillendirmesi, buzul şekillendirmesi ve kütle hareketlerindeki yoğunluk hakkında da ayrıntılı bilgiler vermektedir. Çalışmada, bu değişkenlerdeki değişimler ve dağılışlar da belirlenmiştir. Çalışma esnasında, Peltier tarafından belirlenen yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık ortalama toplam yağış üst sınırlarının, Son Buzul Maksimumundaki sınırları kapsamadığı, bu nedenle sınırların genişletilmesi gerektiği görülmüştür. Çalışmada ayrıca, bir sahanın morfojenetik niteliği için, tektonik hareketliliği ile kaide seviyesi değişimine ek olarak, 7 farklı değişkenin kullanılabileceği önerilmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre günümüzde Türkiye'de, ılıman, savan, yarı kurak, boreal, perigalsyal, selva ve maritim alanlar bulunurken, Son Buzul Maksimumunda savan ve periglasyal alanlar genişlemiş, glasyal alanlar da ortaya çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: Peltier morfojenetik bölgeleri, rüzgâr etkinliği, kütle hareketleri, kimyasal çözünme

Abstract

Morphogenetic zone provides information about the quality and extent of the relief changing effect of exogenic forces in an area according to the dominant climatic processes. These zones are created using climatic thresholds to determine where exogenic forces are active. For example, they are also used to identify glacial areas, periglacial areas, savanna areas, or where mechanical decay is intense and wind activity is dominant. Peltier morphogenetic zones were previously prepared for Turkey by Kurter (1979) and presented as a book. In this study, the zones determined by Kurter were updated according to the existing data and the changes in these zones during the Last Glacial Maximum were created according to the MPI-ESM-P (Max Planck Institute Earth System Model) and CCSM4 (The Community Climate System Model) model predictions. Peltier morphogenetic zones do not only describe the dominant exogenic force, but also provide information about chemical, physical decay, and provide detailed information about fluvial process, wind activity, glacier process and the intensity of mass movements. The changes and distributions in these variables were also determined in the study. During the study, it was observed that the upper limits of annual mean temperature and annual mean total precipitation determined by Peltier did not cover the boundaries in the Last Glacial Maximum, and therefore the boundaries needed to be expanded. In the study, it was also suggested that 7 different variables could be used for the morphogenetic quality of a site, in addition to tectonic activity and base level change.

According to the results, there are temperate, savanna, semi-arid, boreal, periglacial, selva and maritime areas in Turkey today, while savanna and periglacial areas expanded and glacial areas emerged during the Last Glacial Maximum.

Keywords: *Peltier morphogenetic zones, wind activity, mass movements, chemical decay.*

Akarsu Boyuna Profili Ters Çözümleme Yöntemiyle Aydın Sıradağları Güneyi'nin Geç Miyosen-Kuvaterner Yükselim Tarihine İlişkin İlk Bulgular (Batı Anadolu, Türkiye)

Preliminary Results on the Late Miocene-Quaternary Uplift History of the Southern Aydın Range from River-Profile Inversions (Western Anatolia, Türkiye)

Atilla Koyuncu (1), M. Ersen Aksoy (1), Emrah Özpolat (2)

(1) Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Jeoloji Müh. Bölümü, 48000 Türkiye
(2) Department of Geology and Environmental Science, University of Pittsburgh, Pittsburgh, PA, USA
(atilla_188@hotmail.com)

Öz

Akarsu boyuna profilleri, yükselme ve taban seviyesi hızlarındaki mekânsal-zamansal değişimlere tepki vererek, aktif dağlık alanlardaki deformasyon hızlarının ve paternlerinin anlaşılmasına büyük katkı sağlar. Yeryüzünde en hızlı genişleme özelliği gösteren bölgelerden biri olan Batı Anadolu Genişleme Bölgesi'nin merkezinde yer alan Aydın Sıradağları, bu tektonik süreçlerin en belirgin şekilde gözlemlendiği yükselim alanlarından biri olmasına rağmen, yükselim hızı geçmişine ait bilgiler sınırlıdır. Bu çalışmada, Büyük Menderes Sıyrılma Fayı'nın aktivitesiyle ilişkili Aydın Sıradağları'nın güney yamacı boyunca mekânsal ve zamansal yükselim paternini belirlemek amacıyla, 16 havzaya Akarsu Boyuna Profili Ters Çözümleme uygulanmıştır. Çalışma alanının benzer litoloji, iklim ve bitki örtüsü özelliklerine sahip olması ve buzul süreçlerinden etkilenmemiş olması, Akarsu Boyuna Profili Ters Çözümleme modelinin uygulanması için gerekli koşulları sağlamaktadır. Akarsu Boyuna Profili Ters Çözümleme modeli, Akarsu Gücü yasasına dayanır. Önceden yayımlanmış 10Be'den türetilmiş 16 havza geneli aşınım hızı ve akarsu yatak diklik indisi hesaplanarak, modelin temel parametrelerinden biri olan aşınabilirlik katsayısı (K) tahmin edildi. Elde edilen K değeri, dönüştürülmüş χ boyuna profilleriyle birlikte modele dahil edilerek bölgenin geçmiş yükselim hızı paternini belirlemek için değerlendirilmiştir. Çalışmada, yükselmenin havza ölçeğinde mekânsal olarak tekdüze olduğu ve uzun vadeli 10Be kozmojenik nükleid aşınım hızlarıyla büyük ölçüde dengede olduğu varsayılmıştır.

İncelenen havzalarda, Geç Miyosen'in sonuna doğru ortalama yükselim hızlarının (0.05 mm/yıldan 0.01 mm/yıla kadar) azaldığı gözlemlenmiştir. Pliyosen başından (yaklaşık 5.3 milyon yıl önce) Orta Pleyistosen'e (750 bin yıl öncesi) kadar kademeli (0.05 mm/yıldan 0.25 mm/yıla kadar) olarak artan bir ortalama yükselim paterni görülmektedir. Yükselim hızındaki bu artışlar, Aydın Sıradağları'nın en batısındaki ilk (incelenen ilk 6 havza) grup havzalarda kaydedilmiştir. Bu havzalarda, Pleyistosen başında (yaklaşık 2.5 milyon yıl önce) ortalama yükselim hızlarında belirgin bir artış gözlenmektedir. Büyük Menderes Sıyrılma Fayının orta kısmındaki havzalar, Orta ve Geç Pleyistosen'de (yaklaşık 750 ile 125 bin yıl önce) en yüksek yükselme hızı (0.83 mm/yıl) ile temsil edilirler. Büyük Menderes Sıyrılma Fayı›nın en doğusundaki havzalarda ise ortalama yükselim hızları (0.03 mm/ yıl ile 0.35 mm/yıl) batıya (0.01 mm/ yıl ile 0.24 mm/yıl) kıyasla Pliyosen'den beri daha yüksek düzeydedir. İlk sonuçlar, Büyük Menderes Sıyrılma Fayı›nın taban bloğu üzerindeki havzaların Geç Miyosen'e kadar tepki sürelerini kaydettiklerini ve özellikle Erken Pleyistosen'de (yaklaşık 2.5 milyon yıl öncesi) ortalama yükselim hızlarının arttığını (0.40 mm/yıl'a kadar) ve yükselim hızlarının günümüze doğru azaldığını (0.20 mm/yıl'a kadar) göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Akarsu boyuna profili ters çözümleme modeli, Aydın sıradağları, Büyük Menderes Sıyrılma Fayı, yükselim tarihi.

Abstract

Longitudinal river profiles provide significant insights into deformation rates and patterns in active mountainous regions by responding to spatial-temporal variations in uplift and base-level processes. The Aydın Range, located at the center of the Western Anatolia Extensional Province, one of the most rapidly extending regions on Earth, is among the most prominent uplift areas where these tectonic processes are observed. However, its uplift history has not been fully constrained. This study aims to investigate the spatial and temporal uplift pattern of the southern flank of the Aydın Range, which is associated with the activity of the Büyük Menderes Detachment Fault, by applying the River Profile Inversion Model to 16 catchments on its southern flank. The similarity in lithology, climate, and vegetation characteristics of the study area, along with the fact that this region has not been affected by glacial processes, provide the necessary conditions for applying the River Profile Inversion Model. The River Profile Inversion Model is based on Stream Power Law. The catchment-wide erosion rate and channel steepness index (ksn) for 16 catchments, derived from previously published 10Be data, were calculated, and the erodibility coefficient (K), one of the key parameters of the model, was estimated. The obtained K value, along with the transformed χ river profiles, was incorporated into the model to assess the uplift history of the region. It is assumed in this study that the uplift is spatially uniform at the catchment-wide and is largely in equilibrium with long-term 10Be cosmogenic nuclide erosion rates.

In the studied catchments, it was observed that the mean uplift rates decreased towards the end of the Late Miocene (from 0.05 mm/yr to 0.01 mm/yr). A gradual increase in mean uplift pattern (from 0.05 mm/yr to 0.25 mm/yr) is observed from the beginning of the Pliocene (~5.3 Ma) to the Middle Pleistocene (~750 ka). These increases in uplift rates were recorded in the first group of catchments (the first six examined catchments) in the westernmost part of the Aydın Range. A notable increase in mean uplift rates is observed in these catchments at the onset of the Pleistocene (ca. ~2.5 Ma). The catchments in the central part of the Büyük Menderes Detachment Fault are characterized by the highest uplift rate (0.83 mm/yr) during the Middle and Late Pleistocene (ca.750 to 125 ka). In the easternmost catchments of the Büyük Menderes Detachment Fault, the mean uplift rates (0.03 mm/yr to 0.35 mm/yr) have been higher since the Pliocene compared to the western catchments (0.01 mm/yr to 0.24 mm/yr). Preliminary results indicate that the catchments on the footwall of the Büyük Menderes Detachment Fault recorded their response times until the Late Miocene, with mean uplift rates increasing particularly during the Early Pleistocene (ca. 2.5 Ma) to up to 0.40 mm/yr, before decreasing toward the present (down to 0.20 mm/yr).

Keywords: *Aydın range, Büyük Menderes detachment fault, river profile inversion model, uplift history.*

KÜLTÜREL JEOLOJİ, JEOLOJİK MİRAS VE JEOTURİZM OTURUMU

Cultural Geology, Geological Heritage and Geotourism Session

Ercan AKSOY, Korhan ÇAKIR, Mehmet ÖZKUL

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

Jeokoruma Eğitimi: Eğitim Süreçlerine Yeni Bir Yaklaşım

Geoconservation Education: A New Approach To Educational Processes

Fatih Köroğlu (1), Oğuz Mülayim (2), Onur Alkaç (3)

(1) Tekfen Mühendislik, Tekfen Tower No: 209/1, 34394, Şişli/İstanbul, Türkiye
(2) Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı, Adıyaman Bölge Müdürlüğü, Adıyaman, 02040, Türkiye
(3) Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 23100, Elazığ, Türkiye
(fkoroglu1985@gmail.com)

Öz

21. yüzyıl birçok yeni teknolojiyi ortaya çıkarmış ve beraberinde kalıcı sorunlar da getirmiştir. Maalesef, bu yeniliklerin birçoğuna olumsuz ve hatta zararlı olabilecek gelişmeler de eşlik etmiştir. Özellikle, bu teknolojilerin birçoğu, doğal kaynakları kontrolsüz ve geri dönüşü olmayan bir şekilde tahrip etmesinin yanı sıra, eğitim ve sosyal dengenin bozulmasına da sebep olmuştur.

Eğitim sistemlerinden, sosyal adaletin ve tüm canlıların gelişme ve korunma farkındalığını teşvik etmek için değişen dünyaya uyum sağlaması beklenmektedir. Bu çerçevede, örgün ve açık eğitimin temel ilkelerine; Dünya ve onun kaynaklarının korunması bilincinin eklenmesi de gerekmektedir. Yerbilimlerinden elde edilen bilimsel veriler, çevremizi anlamak için çok önemli olduğundan Dünya sistemlerinin korunması için kullanılmalıdır. Yerbilimleri yalnızca kendi disiplinlerinin özgünlüğü ile değil, aynı zamanda insan deneyimlerinin belirli yönleri hakkında veri toplama, düzenleme ve analiz etme biçimleriyle de ayırt edilir. Yerbilimciler; saha verilerini toplar ve düzenler bununla birlikte Dünya ve çevresindeki ortam bağlamında bilgileri analiz eder, buna karşın sosyal bilimler insanların tarih boyunca sahip olduğu bilgileri karşılaştırır. Aynı zamanda, bir yerbilimci insan faaliyetlerinin coğrafi bir bağlam veya jeolojik çerçeve içindeki uygunluğunu anlamaya ve geliştirmeye de çalışır.

Bu çalışmanın amacı; jeokoruma için bir eğitim modeli geliştirmek, eğitsel bir jeokoruma modülü önermek, uygulamak ve bu modülün eğitsel değerini vurgulamaktır. Bu eğitsel jeokoruma modeli uzman olmayan bir kitleye yöneliktir ve hem 'jeokoruma' hem de 'eğitim' odaklıdır. Sonuç olarak, bu model 'Jeokoruma Eğitimi' olarak adlandırılmaktadır. Bu çalışma, aynı zamanda 'Jeokoruma Eğitimi' uygulaması için veri-çıktı-fayda üçgenini tanımlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Eğitim modeli, jeokoruma, jeokoruma eğitimi, yerbilimleri

Abstract

The 21st century has brought many new technologies and with them constant problems. Unfortunately, many of these innovations have been accompanied by negative and even harmful developments. In particular, many of these technologies have led to an uncontrolled and irreversible destruction of natural resources and a disruption of education and social balance.

Education systems are expected to adapt to the changing world to promote awareness of social justice, development, and protection of all living beings. In this context, the basic principles of formal and open education should include awareness of the need to protect the Earth and its resources. Scientific data from the Earth sciences are crucial to understanding our environment and should be used to protect Earth systems. The geosciences are distinguished not only by the originality of their disciplines, but also by the way they collect, organise, and analyse data about specific aspects of the human experience. Geoscientists collect and organise field data and analyse information in the context of the Earth and its surrounding environment, whereas social sciences compare the knowledge that human have throughout history. At the same time, a geoscientist seeks to understand and improve the appropriateness of human activities in a geographical context or geological framework.

This study aims to develop an educational model for geoconservation, to propose and implement an educational geoconservation module and to highlight the educational value of this module. This geoconservation educational model is aimed at a non-expert audience and focuses on both 'geoconservation' and 'education'. Therefore, this model is referred to as 'Geoconservation Education'. This study also defines the data-output-benefit triangle for the "Geoconservation Education" application.

Keywords: *Education model, geosciences, geoconservation, geoconservation education*

Gevela Kalesi ve Sarnıçlarının (Sille Antik kenti-Konya) Jeolojik Özellikleri ve Jeoturizm Açısından Önemi

Geological Features of Gevela Castle and Cisterns and its Significance in Terms of Geotourism (Sille Ancient City-Konya)

Gürtuğ Şenöz (1), Gülin Gençoğlu Korkmaz (1)

(1) Konya Teknik Üniversitesi
(ggkorkmaz@ktun.edu.tr)

Öz

Sille antik kenti (Konya), zengin volkanik jeomirası ve tarihî yapılarıyla Anadolu'nun dikkat çeken kültürel miras alanlarından biridir. Büyük ve Küçük Gevela andezitik-dasitik domları ve bunların piroklastik eşlenikleri, Sille'nin doğal jeolojik yapısını şekillendirirken, antik kentteki kaya oyması mağaraların oluşumuna olanak sağlamıştır. Bölgenin en dikkat çeken yapılarından biri olan Gevela Kalesi hem mimari özellikleri hem de gelişmiş su yönetim sistemleriyle Anadolu'daki benzerleri arasında öne çıkmaktadır. Gevela Kalesinin tarihi, Hititler'e kadar uzanmakta olup, Frig ve Helenistik dönemleri de kapsar. Kale, büyük ölçüde Bizans döneminde inşa edilmiş ve Anadolu Selçuklu döneminde yeniden yapılandırılarak kale içine saray eklenmiş ve Orta Çağ boyunca önemli bir savunma noktası olarak kullanılmıştır.

Gevela Kalesi, Sille'nin tarihi merkezlerinden biri olup, kalenin inşasında kullanılan volkanik kayaçlar hem mimari hem de fonksiyonel açıdan oldukça stratejik bir seçimdir. Volkanik kayaçlar, bölgedeki suyun depolanmasını ve taşınmasını kolaylaştıran bir yapı sunmakta, kalenin su temini açısından önemli bir avantaj sağlamaktadır. Gevela Kalesi'nin sarnıçları, farklı inşa teknikleriyle dikkat çeker. Bu sarnıçlar, kalenin çeşitli alanlarında yer almakta ve her biri, su temini için ayrı bir fonksiyon üstlenmektedir. Yapılan çalışmalar, Gevela Kalesi'nin su altyapısının son derece gelişmiş olduğunu ortaya çıkarmıştır. Kale içindeki sarnıçlar, oldukça geniş bir ağ oluşturur ve her biri stratejik bir noktada yer alır. Bu sarnıçlar, suyun depolanmasını sağlayarak kalede uzun süreli bir su temini sağlamıştır. Yapım teknikleri ise oldukça dikkat çekicidir; bazı sarnıçlar yuvarlak planlı, bazılarının ise dikdörtgen planı vardır. Üst örtüleri ise genellikle volkanik kayaçlarla uyumlu bir şekilde, bölgenin jeolojik yapısına uygun olarak inşa edilmiştir. Bu sarnıçlar sadece su temini açısından önemli olmakla kalmaz, aynı zamanda kalenin savunma sisteminin bir parçası olarak da işlev görmüştür. Kalede yapılan kazılarda, bu sarnıçların yerleşim ve su kaynaklarının yönetimi açısından büyük bir stratejiyle yerleştirildiği anlaşılmaktadır. Sarnıçların sayısı ve yapım teknikleri, Gevela Kalesi'nin mühendislik becerisini ve dönemin su yönetimi anlayışını gözler önüne serer.

Gevela Kalesi'nin özellikleri, kale yapısı ve mimarisi, sarnıçları, tarihî su yönetimi sistemleri ve volkanik kayaçlarla uyumu bölgenin volkanik jeomiras ve kültürel miras potansiyeli açısından oldukça önemlidir. Bizans ve Selçuklu dönemlerinden günümüze kadar uzanan bu miras, sürdürülebilir turizm bağlamında değerlendirilmesi gereken eşsiz bir potansiyel sunmaktadır. Bu çalışma, kalenin su yapılarının mühendislik özelliklerini ve jeolojik bağlamını inceleyerek, Sille'nin kültürel ve doğal mirasının korunması ve tanıtımına katkı sağlamayı hedeflemektedir.

Anahtar Kelimeler: Kale, kültürel miras, mağara, sarnıç, savunma yapısı, jeomiras

Abstract

Sille ancient city (Konya) stands out as one of Anatolia's prominent cultural heritage sites, with its rich volcanic geodiversity and historical structures. The Büyük and Küçük Gevela andesitic-dacitic domes and their pyroclastic equivalents form the geological foundation of the region and have facilitated the creation of rock-carved caves within the ancient city. Among the most remarkable features of the area is Gevela Castle, distinguished by its architectural characteristics and advanced water management systems, making it unique among its Anatolian counterparts. The history of Gevela Castle dates back to the Hittite period and includes the Phrygian and Hellenistic eras. Largely constructed during the Byzantine period, the castle was later rebuilt during the Anatolian Seljuk era, incorporating a palace within its walls, and served as a critical defensive stronghold throughout the Middle Ages.

Gevela Castle is one of the historical landmarks of Sille, with its construction utilizing volcanic rocks that were strategically selected for both architectural and functional purposes. These volcanic rocks facilitated water storage and transportation, providing a significant advantage for water supply within the castle. The cisterns of Gevela Castle are particularly noteworthy due to their diverse construction techniques. These cisterns are distributed across different parts of the castle, each serving distinct water supply functions. Research has revealed that the water infrastructure of Gevela Castle was remarkably advanced. The cisterns formed an extensive network, with each located at a strategic point. These structures ensured long-term water storage within the castle, supporting its inhabitants during prolonged sieges.

The construction techniques of the cisterns are of great interest; some have circular plans, while others are rectangular. Their vaulted covers were built in harmony with volcanic rocks, aligning with the region's geological characteristics. These cisterns not only played a vital role in the water supply but also served as integral components of the castle's defensive system. Excavations at the site demonstrate that the placement of cisterns was strategically designed to optimize settlement and water resource management. The number and construction techniques of these cisterns showcase the engineering expertise of the era and provide insight into the water management systems of the time.

The characteristics of Gevela Castle—its architecture, cisterns, historical water management systems, and integration with volcanic rocks—highlight its significance in terms of both volcanic geodiversity and cultural heritage. Spanning from the Byzantine and Seljuk periods to the present day, this heritage offers a unique potential for sustainable tourism. This study aims to contribute to the preservation and promotion of Sille's cultural and natural heritage by examining the engineering features of the castle's water structures within their geological context.

Keywords: *Castle, cultural heritage, cistern, rock-carved caves, defensive architecture, geoheritage*

Taşkale (Karaman) Civarının Jeolojik Miras Envanteri

Geological Heritage Inventory of the vicinity of Taşkale (Karaman)

Yıldırım Güngör (1), Yahya Çiftçi (2)

(1) İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Müh.Fak.Jeoloji Müh.Bölümü Büyükçekmece yerleşkesi Hadımköy/İstanbul
(2) Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü (Emekli) Ankara
(yildirim.gungor@iuc.edu.tr)

Öz

Bu bildirinin amacı, Taşkale civarında bulunan jeolojik miras öğelerinin detaylı tanıtımını yapmaktır. Karaman'ın 48 km güneydoğusunda bulunan Taşkale civarı jeolojik miras açısından oldukça zengindir. Taşkale'de yaklaşık 20 kilometrelik bir hat boyunca 4 önemli jeolojik miras öğesi bulunmaktadır. Bunlardan ilki Manazan Mağaralarıdır. İbrala suyunun kuzey yamacında yer alan Manazan Mağaraları Taşkale'ye 8 km mesafededir. Mağaralar doğa insan ilişkisini ortaya koyan önemli bir antropojenik jeosittir. Orta Miyosen yaşlı Mut Formasyonu içindeki resifal kireçtaşları içinde gelişmiş, daha sonra insan faaliyetler ile yukarı doğru yeni katlar çıkılmıştır. Manazan Mağaraları beş katlı bir bina gibidir. Mağara sistemi içinde yer alan kilise ve şapeller bu mağaraların Hıristiyanlığın ilk dönemlerinde yoğun olarak kullanıldığının kanıtıdır. Manazan mağaralarının 8 kilometre güneydoğusunda yer alan Taşkale ise Dünya'nın en ilginç tahıl ambarlarına sahiptir. Devasa bir kaya bloğuna oyulmuş 250 den fazla oyuk, yüzlerce yıl ambar olarak kullanılmıştır. Bu oyukların bazıları yöre halkı tarafından günümüzde de kullanılmaktadır. Taşkale'nin 12 kilometre batısında, İncesu Deresi'nin yamacında yer alan İncesu ve Asarini Mağaraları da karstik kökenli iki önemli jeolojik miras olarak öne çıkmaktadır. Toplam uzunluğu 1356 metre olan İncesu Mağarasının en derin noktası-22 metredir. Yani mağara neredeyse yatay olarak ilerlemektedir. Turizme açık olan mağara, içinde en kolay yürünebilen mağaralardan biridir. Mağara içinde sarkıt, dikit, sütun, farklı büyüklükte ve derinlikte havuzlar, perde sarkıtları, mağara kalkanları, mağara incileri, sıçrama kaseleri ve soda tüpleri gözlenmektedir. Asarini Mağarası ise İncesu Mağarası'nın yaklaşık 500 metre güneydoğusunda yer almaktadır. Mağara biri uzun biri kısa iki koldan oluşmaktadır. Kısa kol yaklaşık 200, uzun kol ise 450 metre uzunluğundadır. Mağara çökelleri açısından İncesu kadar zengin değildir. Aslında bu iki mağara da tek mağara sisteminin farklı kollarıdır. Her iki mağara da Orta Miyosen yaşlı Mut Formasyonu içinde gelişmiştir. Bu birimin altında bulunan Karaman Formasyonu içindeki geçirimsiz seviye, mağaraların yatay olarak oluşmasını sağlamıştır.

Anahtar kelimeler: Antropojenik Jeosit, Jeolojik miras, Jeosit, Manazan , Taşkale

Abstract

The aim of this paper is to provide a detailed description of the geological heritage sites in the vicinity of Taşkale. Situated 48 km southeast of Karaman, Taşkale boasts a rich geological heritage. Along a stretch of approximately 20 kilometers, four significant geological heritage sites can be found.The first of these is Manazan Caves, located on the northern slope of the Ibrala River, 8 kilometers from Taşkale. These caves represent an important anthropogenic geosite that illustrates the relationship between nature and human activity. They were initially formed within the reefal limestones of the Middle Miocene aged Mut Formation and were later modified by human intervention, with additional levels carved upward. Structurally, Manazan Caves resemble a five-story building. The presence of churches and chapels within the cave system indicates their extensive use during the early Christian period.Approximately 8 kilometers southeast of Manazan Caves lies Taşkale, home to some of the most remarkable granaries in the world. More than 250 cavities, carved into a massive rock formation, have been used as granaries for centuries. Remarkably, some of these cavities are still utilized by local residents today.Incesu and Asarini Caves, situated 12 kilometers west of Taşkale along the slopes of Incesu Creek, are two prominent geological heritage sites of karstic origin. Incesu Cave extends for a total length of 1,356 meters, with its deepest point reaching 22 meters, meaning it runs almost entirely horizontally. Open to tourism, this cave is one of the easiest to explore. Inside, visitors can observe stalactites, stalagmites, columns, pools of various sizes and depths, curtain stalactites, cave shields, cave pearls, splash bowls, and soda straws. Located approximately 500 meters southeast of Incesu Cave, Asarini Cave consists of two branches: a shorter one measuring about 200 meters and a longer one extending 450 meters. Unlike Incesu Cave, Asarini Cave is not as rich in sediment formations. In fact, both caves are part of a single cave system, with different branches. They developed within the Middle Miocene aged Mut Formation, and the impermeable layer of the underlying Karaman Formation facilitated their horizontal formation.

Keywords: *Anthropogenic geosite, geological heritage, geosite, Manazan, Taskale*

Bitlis İli Kalelerinin CBS Yöntemleri Kullanılarak Dağılımı ve Özelliklerinin Envanteri

Distribution And Inventory Of Features Of Castles In Bitlis Province Using Gis Methods

Nazlıcan Aslan (1), Vedat Toprak (2), Korhan Çakır (3)

(1) Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Bilimsel Dok. ve Tanıtma Dairesi Başkanlığı
(2) Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü
(3) Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Şehit Cuma Dağ Tabiat Tarihi Müze Müdürlüğü
(nazlicanaslan06@gmail.com)

Öz

Gelecek kuşaklara aktarılması ve uluslararası ölçekte korunması gerekli ve ülkemizin arkeolojik ve jeolojik tarihçesinin bir sonucu olan kale yapılarının Anadolu'daki çeşitliliği ve özellikleri bu yapıların bir envanterinin oluşturulmasının yanı sıra jeolojik, jeomorfolojik, arkeolojik, jeoarkeolojik ve kadastral özelliklerinin ortaya konulması gereklidir.

Ülkemizdeki jeolojik miras potansiyeli yüksek kalelerin detay çalışmaları yapılmış ve bu detay çalışmaların içerisinde fotoğrafları, kalenin yapı taşı özellikleri, kalelerin konumları ve bu kalelerin harita üzerindeki yerleri belirlenerek bu özellikleri bir araya getirilerek bir veri bankası oluşturulmuştur.

Jeoloji Mühendisleri Odası Kültürel Jeoloji ve Jeolojik Miras Çalışma Grubu'nun bir projesi olan Türkiye Kaleleri Projesi kapsamında, CBS yöntemleri kullanılarak Bitlis ili özelinde ilin tüm kalelerinin dağılımı ve özelliklerinin ortaya konulduğu bir çalışma gerçekleştirilmiştir.

Sonuç olarak Ülkemizdeki kalelerin envanterinin yanı sıra bu kalelere bağlı olarak yapılan sarnıç, yol, köprü gibi mühendislik yapılarının yerbilimleri özelliklerinin belirlenmesi ve jeoloji ile ilişkisi ortaya konulacaktır. Bu projenin bir yansıması olan Bitlis İli özelinde yapılan kale çalışması bir veri tabanına eklenerek kayıt altına alınmış ve yerbilimlerine katkı sağlamıştır.

Anahtar Kelimeler: Kale, Jeolojik miras, Jeoarkeoloji, CBS, Bitlis

Abstract

The diversity and characteristics of castle structures in Anatolia, which are a result of our country's archaeological and geological history and which need to be transferred to future generations and protected on an international scale, should be determined by creating an inventory of these structures, as well as their geological, geomorphological, archaeological, geoarchaeological and cadastral features.

Detailed studies have been carried out on castles with high geological heritage potential in our country, and within these detailed studies, photographs, the building stone features of the castle, the locations of the castles and the locations of these castles on the map have been determined and a data bank has been created by bringing these features together.

Within the scope of the Turkey Castles Project, which is a project of the Chamber of Geological Engineers Cultural Geology and Geological Heritage Working Group, a study was carried out using GIS methods to reveal the distribution and characteristics of all castles in Bitlis province.

As a result, in addition to the inventory of the castles in our country, the geological properties of engineering structures such as cisterns, roads, and bridges built in connection with these castles and their relationship with geology will be determined. The castle study carried out in Bitlis Province, which is a reflection of this project, was recorded by adding it to a database and contributed to the geology.

Keywords: *Castle, Geological heritage, Geoarchaeology, GIS, Bitlis*

Muğla İli Antik Savunma Yapılarının Yer Seçiminde Jeoloji ve Morfolojinin Rolü

The Role of Geology and Morphology in the Site Selection of Ancient Defensive Structures in Muğla Province, SW Türkiye

Felat Dursun (1), Betül Keloğlu (2), Murat Gül (3), Vedat Toprak (4), Emine Sökmen (5)

(1) İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Kültür Varlıklarını Koruma ve Onarım Bölümü, İzmir, Türkiye
(2) Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı, Antalya, Türkiye
(3) Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Muğla, Türkiye
(4) Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye
(5) Ankara Sosyal Bilimler Üniversitesi, Antropoloji Bölümü, Ankara, Türkiye
(felatdursun@iyte.edu.tr)

Öz

Yer seçimi, antik dönemlerde yerleşim alanları, köprüler, tarımsal alanlar ve ticaret yollarının yanı sıra, kale, sur duvarları, gözetleme kuleleri ve askeri kamp alanları gibi savunma yapılarının konumlandırılmasında da belirleyici bir role sahip olmuştur. Antik dönem savunma yapılarının yer seçiminde hangi faktörlerin ne ölçüde belirleyici olduğuna dair sistematik bir anlayış literatürde sınırlıdır.

Bu çalışma, Muğla ili sınırları içinde yer alan savunma yapılarını inceleyerek, doğal peyzajın bu yapıların konumlandırılmasında jeolojik ve morfolojik faktörlerin etkisini ortaya koymaktadır. Dağlık bölgelerden kıyı alanlarına kadar geniş bir topografik çeşitliliğe sahip olan Muğla, antik dönemde savunma yapılarının konumlandırılmasında hem doğal koruma olanaklarının hem de çevrenin stratejik potansiyelinin değerlendirildiği bir coğrafya olarak öne çıkmaktadır. Bu coğrafyanın detaylı incelenmesi, peyzajın savunma yapıları üzerindeki çok katmanlı etkisini anlamaya yönelik bir perspektif sunmaktadır.

Bu çalışmada, Muğla il sınırlarını içeren 1:25000 ölçekli topoğrafya haritaları, tescil fişleri, arkeolojik kazı ve yüzey araştırma raporları, saha çalışmaları ve literatürden derlenen 240 savunma yapısına ait noktasal veriler Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ortamında analiz edilmiştir. Çalışma kapsamında; horst ve graben sistemleri ile nap yapıları gibi tektonik unsurların güzergaha etkisine ek olarak kaya türü, eğim, yükselti, deniz kıyısına yakınlık ve jeomorfolojik birimler gibi parametreler karşılaştırmalı bir şekilde incelenmiştir. Topoğrafik ve jeolojik haritalardan elde edilen verilerden hareketle, savunma yapılarının yer seçiminde hangi unsurların önceliklendirildiği tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra, antik savunma yapılarının yer seçiminde doğal çevrenin ve jeolojik unsurların etkisini anlamak için izlenmesi gereken süreçler ve analizler için bir metodolojik çerçeve önerilmiştir.

Çalışma sonuçları, savunma yapılarının konumlandırılmasında antik dönem karar vericilerinin bölgenin litoloji ve morfolojisini gözeterek yer seçiminde bulunduğunu göstermektedir. Özellikle, savunma yapılarının mühendislik açısından uygun litolojik birimlerin bulunduğu alanlara yoğunlaşması, zirve noktalarından ziyade geniş alan hâkimiyeti sağlayan bölgelerin tercih edilmesi ve deniz kıyısındaki yer seçim kriterleri ile dağlık alanlardaki kriterlerin farklılık göstermesi, antik toplumların doğal çevreyi analiz ederek kararlar aldıklarını ortaya koymaktadır. Ayrıca, genel güzergahların oluşturulmasında bölgenin ana tektonik hatlarından etkilenildiği de çalışma kapsamında gözlenen sonuçlar arasındadır. Bu araştırma, sunduğu metodolojik yaklaşım ile farklı coğrafi bölgelerdeki savunma yapılarının yer seçim kriterlerini analiz etmek için bir temel oluşturmakla birlikte, bazı savunma yapılarına ait lokasyonların arazi çalışmalarıyla teyit edilmesi gerektiğini de işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Savunma Yapıları, Jeoloji, Kale, Morfolojik Analiz, Muğla, Yer Seçimi

Abstract

Site selection played a crucial role in the positioning of not only settlements, bridges, agricultural areas, and trade routes but also defensive structures such as forts, fortresses, castles, city walls, watchtowers, and military camps in antiquity. However, a systematic understanding of the factors influencing site selection for ancient defensive structures and the extent of their impact remains limited in the literature. This study investigates defensive structures within the boundaries of Muğla Province, situated in the southwestern region of Türkiye, to explore the influence of geological and morphological factors on their placement within the natural landscape. With its diverse topography, ranging from mountainous regions to coastal areas, Muğla provides a unique geographical context where the natural environment's protective features and strategic potential were evaluated for positioning defensive structures in antiquity. A detailed examination of this region provides a perspective for understanding the multilayered influence of the landscape on defensive structures.

This study analyzed point data for 240 defensive structures within a Geographic Information Systems (GIS) environment, based on 1:25,000-scale topographic maps, registration records, archaeological excavation and survey reports, field studies, and relevant literature. The study comparatively analyzed a range of parameters influencing site selection such as rock types, slope, elevation, proximity to the coastline, and geomorphological units, along with the influence of tectonic features such as horst and graben systems and nappe structures on routes. Using data derived from topographic and geological maps, the study identified the key factors prioritized in site selection. Moreover, it introduces a methodological framework to guide the processes and analyses necessary for understanding the role of natural and geological factors in the site selection of ancient defensive structures.

The findings reveal that decision-makers of the period consciously considered the lithology and morphology of the region when selecting their sites. These structures were clustered in areas with lithological units suitable for engineering purposes and where broad territorial control could be achieved, rather than at elevated summits. The differences in site selection criteria between coastal and mountainous areas demonstrate that ancient societies made adaptive decisions by carefully analyzing their natural environment. Additionally, the study highlights that the region's major tectonic features played a significant role in shaping the overall routes. This study, with its proposed methodological approach, provides a foundation for analyzing site selection criteria for defensive structures in different geographical regions. However, it also emphasizes the importance of verifying the locations of certain defensive structures through field studies.

Keywords: *Defensive Structures, Castle, Geology Morphological Analysis, Muğla, Site Selection*

Tokat İli'ndeki Mithradat Krallığı Kaleleri Özelinde Tahmin Modeli ile Olası Kale Lokasyonlarına Dair Önermeler

Assessments of Possible Fortress Locations Based on a Predictive Model with a Focus on the Mithradatic Kingdom Fortresses in Tokat Province

Betül Keloğlu (1) Emine Sökmen Adalı (2)

(1) Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı, Antalya, Türkiye (betulostris@gmail.com)
(2) Ankara Sosyal Bilimler Üniversitesi, Antropoloji Bölümü, Ankara, Türkiye
emine.sokmen@asbu.edu.tr

Öz

Savunma kavramı, Hellenistik dönem tarih yazımında önemli bir tartışma konusudur. Bu çalkantılı ve savaş merkezli dönem, toplumların ekonomik, sosyal ve askeri yapıları hakkında derinlemesine bilgiler sunmaktadır. Büyük İskender'in ölümünün ardından, Anadolu toprakları üzerindeki komutanlar arasındaki güç mücadeleleri idari boşlukların oluşmasına yol açmıştır. Bu belirsizlik ortamında, Mithradat Krallığı Orta Karadeniz bölgesinde güçlü bir hâkimiyet kurarak, Greko-Pers unsurları harmanlayan kendine özgü bir sosyal ve idari yapı geliştirmiştir. Diğer Hellenistik krallıklardan farklı olarak, Mithradatlar kentleşme politikası izlememiş; bunun yerine, verimli tarım arazilerini, köy topluluklarını ve kült merkezlerini stratejik olarak konumlandırdıkları kaleler aracılığıyla koruyarak yönetimi sağlamışlardır.

Çalışmada, kalelerin krallık coğrafyasının kontrolü üzerindeki etkilerine dair yeni hipotezler öne sürmek için tahmin modeli geliştirmek amaçlanmıştır. Ayrıca, VI. Mithradates'in Roma'ya karşı yürüttüğü savaşlarda bu kalelerin stratejik rolleri antik kaynakların sunduğu bilgiler doğrultusunda değerlendirilmiştir. Mithradat Krallığı'nın savunma yapıları, bölgenin siyasi ve askeri tarihine ışık tutarken, aynı zamanda bu kalelerin toplumun günlük yaşamı üzerindeki etkilerini de ortaya koymaktadır. Mithradat Krallığı'ndaki kalelerin askeri ve idari işlevleri detaylı bir şekilde ele alınarak Coğrafi Bilgi Sistemleri yazılımlarının morfometrik analizleri ve mekânsal ilişki araçları kullanılarak kalelerin coğrafi dağılımları, yer seçimleri ve birbirleriyle olan ilişkileri analiz edilmiştir. Buradan yola çıkarak henüz tespit edilmemiş kalelerin olası lokasyonlarına dair önermeler yapılmıştır.

Çalışma alanı olarak Tokat il sınırları içndeki kalelerin dağılımı örneklem olarak seçilmiştir. Alan içerisinde kayalık tepelerde konumlanmış 15 kale, Hellenistik dönemi karakteristik yerleşim yeri seçimi olan yamaçlarda konumlandırılmış 35 yerleşim ve 3 kült merkezi bulunmaktadır. SRTM verisi ile temel topografya ortaya konmuştur. Jeolojik formasyonlar, akarsu ağı, eğim, yerleşim merkezine yakınlık gibi parametreler ile analizler yapılmıştır. Elde edilen veriler tahmin modellemesi için kriter belirlemede kullanılmıştır. Analizler sonucunda ortaya çıkan ilişkisel veri sınıflandırılarak sonuç haritaları ortaya çıkarılmıştır. Mevcut lokasyonlar üzerinden aynı kriterleri taşıyan alanlar tespit edilerek tahmin modeli oluşturularak düşükten yükseğe ağırlıklandırma yapılmıştır. Savunma yapıları genelde bölgenin topografik yapısına uygun olacak şekilde bölgeye en hakim görüş açısında bulunan alanlara yerleştirilmektedir. Ancak tarihsel süreçler boyunca alanın statüsü ve stratejik önemi değişebildiğinden eşik değerleri de yapılan araştırmanın amacına, dönemine ve alanına göre değişim gösterecektir. mevcut kriterleri ve eşikler çeşitlendikçe modelin de tahmin yeteneği gelişmektedir. Bu gibi tahmin modelleri çalışmalarında multidisipliner yaklaşımlar, verileri yorumlamada güçlü önermeler sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kale, Mithradat Krallığı, Yer Seçim Analizi, Tahmin Modeli

Abstract

The concept of defense is a significant subject of debate in Hellenistic historiography. This turbulent and war-centric period offers profound insights into the economic, social, and military structures of societies. Following the death of Alexander the Great, power struggles among his commanders over Anatolian territories led to administrative vacuums. In this climate of uncertainty, the Mithradatic Kingdom established a strong dominance in the Central Black Sea region, developing a distinctive socio-administrative structure that blended Greco-Persian elements. Unlike other Hellenistic kingdoms, the Mithradatids did not pursue an urbanization policy; instead, they maintained control through strategically located fortresses that protected fertile agricultural lands, rural communities, and cult centers.

This study aims to develop a predictive model to propose new hypotheses on the role of fortresses in controlling the kingdom's geography. Additionally, the strategic roles of these fortresses during the wars waged by Mithradates VI against Rome are evaluated based on information provided by ancient sources. While the defensive structures of the Mithradatic Kingdom shed light on the region's political and military history, they also reveal the impact of these fortresses on the daily lives of its inhabitants. The study provides a detailed examination of the military and administrative functions of the fortresses through morphometric analyses and spatial relationship tools of Geographic Information System (GIS) software. By analyzing the geographical distribution, site selection, and interrelations of these fortresses, the study proposes potential locations for yet-undiscovered fortifications.

The study selects the distribution of fortresses within the provincial boundaries of Tokat as a case study. The study area contains 15 fortresses positioned on outcrops, 35 settlements located on slopes characteristic of Hellenistic site selection, and three cult centers. Fundamental topographical features were analyzed using SRTM data, while geological formations, river networks, slopes, and proximity to settlements were incorporated into the analysis. The resulting data were used as criteria for predictive modeling. The analyzed relationships were classified, and final maps were produced. Areas with similar characteristics to existing fortress locations were identified, and a predictive model was developed, assigning varying degrees of weight to different parameters. Defensive structures were generally placed in locations with the most commanding views of the region, in accordance with the topographical features of the landscape. However, since the strategic significance of locations has changed over time, threshold values vary depending on the period, purpose, and scope of the study. As criteria and thresholds diversify, the predictive capacity of the model improves. In predictive modeling studies of this nature, multidisciplinary approaches provide strong interpretations of the data.

Keywords: *Fortress, Mithradatic Kingdom, Site Selection Analysis, Predictive Model*

Antik Lebedus Surlarının Jeolojik Özellikleri ve Jeoarkeolojik Yaklaşımlar

Geological Features of Ancient Lebedus Walls and Geoarchaeological Approaches

İsmail İşintek (1), Erhan Akay (1), Altuğ Hasözbek (2)

(1) Dokuz Eylül Universitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İzmir, Türkiye
(2) Centro Nacional de Investigación sobre la Evolución Humana (CENIEH) in Burgos, Spain
(ismail.isintek@deu.edu.tr)

Öz

On iki antik İyon kentinden biri olan Lebedus, günümüz Ürkmez (Seferihisar, İzmir, Batı Anadolu) yerleşkesinin güneyinde, Bereket Tepe ve Mersin Alanı mevkiinde bulunur. Antik kent bugün yalnızca Lebedus körfezi kıyısında yer alan ve yanal yönde 250 metre izlenebilen, 1-3 m yüksekliğindeki kent surlarının kalıntılarıyla temsil edilir.

Surlar, ileri derecede tahrip olmuş, bölümsel olarak tümüyle eksilmiş, genel olarak 1 ile 3 sıra halinde korunmuş, oldukça düzgün kesilmiş en küçüğü 20x40x50 cm, en büyüğü 150x60x50 boyutlarında pirizmatik, bol gözenekli, gölsel kireçtaşı bloklarından yapılmıştır. Kireçtaşları, sarımsı bej renkli, az pekleşmiş düşük dayanımlı, çatlaksız, masif, bol saz benzeri, silindirik gövdeli kalıplaşmış bitki fosilleri, kabuklaşmış yaprak fosilleri ve bol onkoid veya pisoid taneli, gölsel karbonatlardır. Gölsel kireçtaşları çok düşük pekleşme derecesine sahip olduğu için kolay kesilebilme özelliğine sahiptir ve sur yapımı için, bu nedenle seçilmiş görünmektedir. Şehir surlarının Mezozoik yaşlı çok dayanımlı dolomitler üzerinde olmasına rağmen, surlar içinde bir tek dolomit bloğu kullanılmamış olması bunu düşündürmektedir.

Kent surlarına ait kalıntıların 250 m yakınındaki Bereket Tepe'de, matriksi kumtaşı-şeyllerden oluşan Bornova Karmaşığı, Miyosen yaşlı Ürkmez Formasyonu'nun karasal kırıntılıları tarafından uyumsuz olarak örtülür. Tepe üzerinde, Ürkmez Formasyonu içinde tatlı su kireçtaşı düzeyleri bulunur. Söz konusu kireçtaşları sur bloklarıyla birebir benzer litolojik ve petrografik özelliktedir. Bununla birlikte Tepe üzerinde söz konusu kireçtaşlarının kesildiğine dair veriler vardır. Bu durum Antik Lebedus'luların blokları çok yakında bulunan Bereket Tepe'den elde ettikleri düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Lebedus surları, traverten, karbonat çökelleri, İyon kentleri, yapı taşları.

Abstract

Lebedus, one of the twelve ancient Ionian cities, is located around Bereket Hill and Mersin Area to the South of Ürkmez *(Seferihisar, İzmir, western Anatolia). Today, the ancient city is represented only by the remains of city walls, standing 1-3 m high and traceable laterally for 250 m along the shore.*

The walls, which are severely damaged and partially missing in some sections, are generally preserved as 1-3 rows of blocks. These blocks used in the wall are quite regularly cut, prismatic, porous lacustrine limestone blocks of 20x40x50 up to 150x60x50 cm. The limestones are yellow-beige, slightly compacted, low strength, crack-free, massive lacustrine carbonate rocks. They contain abundant reed-like cylindrical plant fossils, encrusted leaf fossils, oncoids and pisoids. Due to their low degree of compaction, these lavustrine limestones are easily cut, which seems to have made them a preferred material for wall construction. That is why, despite the walls have been constructed directly on Mesozoic high-strength dolomites, no dolomite blocks were used in construction of the walls.

Approximately 250 m from the city walls, at Bereket Hill, Bornova Melange, with a sandstone-shale matrix, is unconformably overlain by the terrestrial clastic rocks of the Miocene Ürkmez *Formation. At the top of the hill, fresh water limestone interlayers within the* Ürkmez *Formation are exposed. These limestone layers exhibit identical lithological characteristics to the blocks used in the walls. Furthermore, evidence of cutting activity on these limestone layers suggests that the people of ancient Lebedus likely sourced the wall blocks from the Bereket Hill, located in close proximity to the city.*

Keywords: *City walls of Lebedus, travertine, carbonate deposits, Ionian cities, building blocks.*

Jeolojik Miras Alanlarının Drone Çekimleri ve 3B Fotoğraflama Tekniği ile Kayıt Altına Alınmasının Yerbilimlerine Katkısı Eskişehir ve Adana Örnekleri

Contrıbutıon of Recordıng Geologıcal Herıtage Areas Usıng Drone Shots and 3D Photography Technıques to Earth Scıences Eskişehir and Adana Examples

Nazlıcan Aslan (3), Korhan Çakır (2), Ahmet Mesut Cengiz (3), Devrim Erşen (1), Adem Özata (1), Gültekin Erten (1), Cenk Karaca (1), Çağlar Aslan (2), Meftun Kerem Sönmez (2), İlke Demirhan (2)

(1) Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı
(2) Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Şehit Cuma Dağ Tabiat Tarihi Müze Müdürlüğü
(3) Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Bilimsel Dok. ve Tanıtma Dairesi Başkanlığı
(nazlicanaslan06@gmail.com)

Öz

2024 yılında Adana ve Eskişehir İllerinde yapılan jeolojik miras çalışmasında gelecek kuşaklara aktarılması ve uluslararası ölçekte korunması gerekli ve ülkemizin jeolojik tarihçesinin bir sonucu olarak zengin jeolojik olgular barındıran alanlar tespit edilmiştir.

Adana ve Eskişehir illerinde yapılan çalışmada birçok jeolojik oluşum ve bu oluşumların sonucu olan kaynak zenginliği ile jeoloji-insan ilişkisinin gözlendiği ve Jeolojik Miras potasniyeli yüksek bu alanların ayrıntılı çalışmaları yapılmış ve bu çalışmaların içerisinde havadan drone çekimleri ve çekimlerin işlenmesi süreci, aynı zamanda yerden 3D fotoğraflama tekniği ve fotoğrafların işenmesi sonucunda bir kayıt türü olan sanal turlar elde edilmştir.

Drone çekimi çalışmaları sonucunda elde edilen veriler bilgisayar programları yardımı ile işlenerek 3 boyutlu topografik yükseklik modelleri elde edilmiş ve bu modellemelerin üzerine jeoloji haritaları işlenmiştir. 3D balık gözü fotoğraflama tekniği ile elede edilen veriler ile bilgisayar programları ile işlenerek sanal turlar elde edilmiştir.

Sonuç olarak önemli bir elektronik arşiv yöntemi olan havadan drone çekimleri ve 3D fotoğraflama tekniği ile elde edilen veriler MTA Genel Müdürlüğü'nün veri tabanına eklenerek kayıt altına alınmış ve yerbilimlerine katkı sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Jeolojik miras, Drone, 3D Sanal Tur, Adana, Eskişehir

Abstract

In the geological heritage study conducted in Adana and Eskişehir Provinces in 2024, areas that need to be transferred to future generations and protected on an international scale and that contain rich geological facts as a result of the geological history of our country were identified.

In the study carried out in Adana and Eskişehir provinces, detailed studies of these areas with high Geological Heritage potential were made, where many geological formations and the resource wealth resulting from these formations and the geology-human relationship were observed. These detailed studies included aerial drone shooting and the processing of the shots, as well as 3D photography from the ground. As a result of the technique and processing of photographs, virtual tours, which are a type of recording, were obtained.

The data obtained as a result of drone shooting studies were processed with the help of computer programs and 3D topographic elevation models were obtained and geological maps were processed on these models. Virtual tours were obtained by processing the data obtained with the 3D fish-eye photography technique with computer programs.

As a result, the data obtained by aerial drone shooting and 3D photography technique, which is a good electronic archive method, was recorded by adding it to the Database of the MTA General Directorate and contributed to earth sciences.

Keywords: *Geological heritage, Drone, 3Dd Virtual Tour, Adana, Eskişehir*

Şanlıurfa Siverek Sütun Bazaltlarının (SE Türkiye), Volkanik Jeomirası ve Jeoturizm Değerleri

Volcanic Geoheritage and Geotourism Values of the Şanlıurfa Siverek Columnar Basalts, (SE Türkiye)

Oğuz Mülayim (1), Fatih Köroğlu (2), Onur Alkaç (3)

(1) Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı, Adıyaman Bölge Müdürlüğü, Adıyaman, 02040, Türkiye
(2) Tekfen Mühendislik, Tekfen Tower No: 209/1, 34394, Şişli/İstanbul, Türkiye
(3) Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 23100, Elazığ, Türkiye
(omulayim@tpao.gov.tr)

Öz

Jeomiras niteliğindeki yapılar, doğa ve yerbilimcilerle birlikte halkın da ilgisini çeken birçok eşsiz unsurdan oluşmaktadır ve volkanik jeomiras bu unsurlarından biridir. Volkanik jeomiras unsurlarından biri de sütun bazaltlardır. Sütun bazaltlar, bazaltik lavların soğuyup büzüştüğünde %5-10 oranında hacmini kaybederek ilk çatlakların gelişerek sütunların oluşmasıyla meydana gelmektedir. Bu çatlaklar, lavın kristalleşmesi sürecinde gelişerek genellikle altıgen sütunların karakteristik bir desenini oluşturan jeolojik bir oluşumdur. Bu sütunlar dünya çapında birçok yerde görülebilir, muhteşem görünümleriyle karakterize edilir ve volkanik aktivitede yer alan jeolojik süreçleri aydınlatır. Bu yapılar genellikle taşkın bazaltları veya büyük lav alanları gibi aşırı lav akışının olduğu alanlarda gözlenmektedir. Aynı zamanda şekil itibarıyla sabun kalıplarına benzediği için halk arasında 'Sabun Kayalar' olarak bilinen bazalt sütunlar, son yıllarda oldukça fazla ziyaretçi çekmektedir. Bu çalışma, Türkiye'nin Güneydoğu bölgesinin jeolojisinde yer alan Siverek sütun bazaltlarını jeolojik, estetik ve jeomiras değerleri açısından incelemektedir. DKD-BGB doğrultusunda uzanan Siverek sütun bazaltları; ortalama 45 metre genişliğe, 7-8 metre yüksekliğe sahiptir. Amigdaloidal dokuya sahip magmatik kayaların birkaç metre üstünde açığa çıkmıştır. Bölgede lavlarının yayılımı Geç Miyosen'den Erken Miyosen'e kadardır. Bu potansiyel jeomiras öğesi niteliğindeki yapılar Güneydoğu Türkiye'nin hiçbir yerinde bu özellikleriyle görülmemektedir. Çalışmanın amacı, saha çalışmalarıyla Siverek sütun bazaltlarını yayılımı ve özelliklerini saptamak, petrografisini tanımlamak, jeomiras değerini ve jeoturizm potansiyelini belirlemektir. Sonuç olarak bu çalışma, potansiyel volkanik jeomiras niteliğinde nadir yerlerden biri bir olan Siverek sütün bazaltlarının, Güneydoğu Türkiye›deki yeni bir jeoturizm merkezi olarak geliştirilmesine dikkat çekmek amacıyla hazırlanmıştır. Böylece çalışmada, ziyaretçi odaklı turizm faaliyetlerine yönelik mevcut eğilimlere, jeoturizm ve jeoeğitim kavramlarının teşvik edilmesi ve insan faaliyetlerinin jeolojik miras değerlerini olan etkilerine de dikkat çekilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Siverek sütun bazalt, volkanik jeomiras, jeoturizm, sürdürülebilir kalkınma

Abstract

Geoheritage structures consist of many unique elements that attract the attention of natural scientists and geologists as well as the public, and volcanic geoheritage is one of these elements. One of the volcanic geoheritage elements is columnar basalts. Columnar basalts are formed when basaltic lava cools and shrinks, losing 5-10% of its volume and forming initial cracks that form columns. These cracks are a geological formation that occurs during the crystallization process of the lava and generally form a characteristic pattern of hexagonal columns. These columns can be seen in many places around the world, are characterized by their magnificent appearance and shed light on the geological processes that take place during volcanic activity. These structures are usually observed in areas of excessive lava flow, such as flood basalts or large lava fields. Basalt columns, also known to the public as 'soap rocks' because they resemble bars of soap in shape, have attracted numerous visitors in recent years. In this study, the Siverek columnar basalts in the geology of the southeastern region of Türkiye are examined in terms of their geological, esthetic and geoheritage values. The Siverek columnar basalts, which extend in the ENE-WSW direction, have an average width of 45 meters and a height of 7-8 meters. They are exposed a few meters above the magmatic rocks with amygdaloid texture. The distribution of lavas in the region ranges from late Miocene to early Miocene. These potential geoheritage element structures are not found with these characteristics anywhere in southeastern Türkiye. The aim of the study is to determine the distribution and characteristics of the Siverek columnar basalts, define their petrography, determine their geoheritage value and geotourism potential through field studies. As a result, this study was prepared to draw attention to the development of the Siverek Columnar Basalts, one of the rare sites with potential volcanic geoheritage, as a new geotourism center in southeastern Türkiye. Thus, the study draws attention to current trends in visitor-oriented tourism activities, the promotion of geotourism and geoeducation concepts, and the impact of human activities on geological heritage values

Keywords: *Siverek Columnar Basalt, Volcanic Geoheritage, Geotourism, Sustainable development*

Kağızman-Tuzluca Havzası'ndan Önemli Bir Jeolojik Miras Örneği Olan Dev Gergedan ve Eşlik Eden Omurgalı Fosil Bulguları, Tuzluca, IĞDIR

Important Geological Heritage Specimen Giant Rhinoceros and Associated Vertebrate Fossils from the Kağızman-Tuzluca Basin Tuzluca, IĞDIR

Neşe Oyal (1), Sibel Esma Karaman (1), Koray Sözeri (2), Korhan Çakır (1) , Fatma Yavaş (1) , Cengiz Öztürk (1), Emrah Şimşek (3), Gerçek Saraç (1), Adem Yulu (4), Mehmet Ali Sevgi (5), Ahmet Cem Erkman (6), Cemal Tunoğlu (7)

(1) Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Şehit Cuma DAĞ Tabiat Tarihi Müzesi 06530 Ankara, Türkiye
(2) Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı 06530 Ankara, Türkiye
(3) MTA Uluslararası Madencilik A.Ş.(MTAIC) 06530 Ankara, Türkiye
(4) Iğdır Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Iğdır, Türkiye
(5) Iğdır Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Felsefe ve Dinler Bölümü Iğdır, Türkiye
(6) Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Antropoloji Bölümü Kırşehir, Türkiye
(7) Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Ankara, Türkiye
(nese.oyal@mta.gov.tr)

Öz

MTA Genel Müdürlüğü'nün 2024-08-16-01 (01-6) kod no.lu "Müze Araştırmaları (Omurgalı Paleontolojisi-Dev Gergedanlar)" projesi kapsamında 2024 yılında çalışma alanı olarak seçilen Iğdır-Tuzluca bulgu yeri Kağızman-Tuzluca Havzası Güngören Formasyonu'nda olup Dünya'da ve Türkiye'de nadir bilinen ve jeolojik miras açısından büyük öneme sahip Oligosen yaşlı omurgalı ve memeli paleofaunalarını içeren fosil yataklarına sahiptir.

Güngören köyü yakınında en dikkat çekici yüzlekleri veren Güngören Formasyonu, akarsu ve delta çökellerinin dikey ve yanal geçişleriyle karmaşık bir istif karakteri göstermektedir. Akarsu çökelleri kanal dolgusu, taşkın ovası ve menderesli nehir fasiyesi özelliklerine sahiptir. Delta istifleri, dev gergedan *Paraceratherium* sp.'nin kalıntılarıyla karakterize edilmektedir. Bulgu alanında ilkel bir tragulid olan *Iberomeryx* sp., oldukça büyük bir etobur olan *Hyaenodon* sp. cinsleri ve küçük bir gergedana ait Radius (ön kol) parçası da bulunmuştur. Erken Şattiyen'e ait olduğu varsayılan yaprak fosilleri, Güngören Formasyonu'nun alt seviyelerindeki deltaik bir ortamda depolanan ince tabakalı kireçtaşlarından toplanmıştır. Mikro ve makroflora kayıtları, bu zaman aralığında paleoiklim koşulları açısından sıcak ılıman ile subtropikal iklim koşulları arasında değişikliklerin yaşandığına işaret etmektedir. Doğu Anadolu'dan elde edilen düşük yağış değerleri ise geç Oligosen paleoiklim koşulları açısından kurak bir sürecin varlığını öngörmektedir.

2024 yılında çok sayıda balık dişi ve kemiği, timsah kemikleri ve dişleri (*Diplocynodon* sp.) ile *Nitellopsis* sp. olarak tanımlanan karofitlerin (gyrogonit) saptandığı Erken Miyosen Turabi Formasyonu'nda, Turabi köyü yakınlarındaki Kızılkaya Formasyonu'nda ve geç Erken-erken Orta Miyosen (Geç Burdigaliyen-Langiyen) ile ilişkili karasal küçük gastropodlarla birlikte bazı mikromemeli fosillerin (böcekçiller, kemirgenler ve lagomorflar) tespit edildiği Çincavat Formasyonu'nda prospeksiyon çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Iğdır-Tuzluca, Çincavat ve Turabi formasyonları ile Ağrı-Doğubayazıt fosil bulgu alanlarında Iğdır Üniversitesi Ağrı Dağı Uygulama ve Araştırma Merkezi ile MTA Genel Müdürlüğü arasında yürütülen ortak çalışmalarla dev gergedana ve farklı omurgalı gruplarına ilişkin fosil örneklerle, omurgasız fosillerden mikrogastropodlara, ekinidlere ve bivalvlere ait fosiller ile silisleşmiş bitki fosilleri MTA Şehit Cuma DAĞ Tabiat Tarihi Müzesi'ne kazandırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kağızman-Tuzluca Havzası, Güngören Formasyonu, Oligosen, Dev Gergedan **(***Paraceratherium),* Jeolojik Miras

Abstract

The Iğdır-Tuzluca fossil locality, selected as a study area in 2024 within the scope of the General Directorate of MTA "Museum Researches (Vertebrate Paleontology-Giant Rhinos)" project with the code number 2024-08-16-01 (01-6) is located within the Güngören Formation in the Kağızman-Tuzluca Basin containing fossil beds with Oligocene vertebrate and mammal paleofaunas as rarely known important geological heritage specimens in the world and in Turkey.

The Güngören Formation with the most striking faunas near the Güngören village shows a complex deposit character with vertical and lateral transitions of fluvial and deltaic sediments. Fluvial sediments have the characters of channel fill, floodplain and meandering river facies. The deltaic deposits are characterized by the remains of the giant rhinoceros Paraceratherium sp. Also, a primitive tragulid Iberomeryx sp., a fairly large carnivore Hyaenodon sp. species were also identified and a Radius (forearm) fragment of a small rhinoceros was found. Leaf fossils assumed to belong to the early Chattian, were collected from the thin layered limestones deposited in a deltaic environment that are in the lower levels of the Güngören Formation. Micro and macroflora records show that there were changes between warm temperate and subtropical climatic conditions in this period. Also, low precipitation values in Eastern Anatolia indicate a dry period in terms of late Oligocene paleoclimatic conditions.

In 2024, prospecting studies were carried out in the Early Miocene Turabi Formation where many fish teeth and bone fossils, crocodile bones and teeth (Diplocynodon sp.) and also charophytes (gyrogonites) identified as Nitellopsis sp. were identified. Some micromammal fossils (insectivores, rodents and lagomorphs) were identified together with terrestrial small gastropods from the Kızılkaya Formation near Turabi village and the Çincavat Formation of the late Early-early Middle Miocene (Late Burdigalian-Langhian) age. Within the scope of the joint studies carried out between Iğdır University Ağrı Dağı Application and Research Center and General Directorate of MTA in Iğdır-Tuzluca, the Çincavat and Turabi Formations and Ağrı-Doğubayazıt fossil localities, fossil specimens belonging to a giant rhinoceros and different vertebrate groups, fossils belonging to microgastropods, echinids and bivalves from invertebrate fossil groups and silicified plant fossils were added to the MTA Şehit Cuma DAĞ Natural History Museum collection.

Keywords: *Kağızman-Tuzluca Basin, Güngören Formation, Oligocene, Giant Rhinoceros (Paraceratherium), Geological Heritage*

Jeopark Çalışmalarında İnsansız Hava Aracı Kullanımı

Use of Unmanned Aerial Vehicles in Geopark Studies

Direnç Azaz

İstanbul Üniversitesi – Cerrahpaşa Müh. Fak. Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Büyükçekmece Yerleşkesi, Hadımköy, İstanbul (direnc@iuc.edu.tr)

Öz

İnsansız hava araçları (İHA) günlük hayatta tahmin edilen kullanım alanlarının ötesinde bir etkinlikle yaygın olarak hayatımıza girdi. Önceleri video ve fotoğraf çekimini takiben sosyal medya kullanımı ve rekreasyonel ve sportif alanlar en yaygın kullanım alanı olsa da, mesleki profesyonellerin devreye girmesi ile farklı mesleklerde kullanılmaya başlandı. Günden güne gelişen teknolojinin bu araçlarda uygulanması, yapay zeka (YZ) destekli otonom uçuşları ve yüksek çözünürlüklü kameraların yanısıra Lidar, Multispektral ve Termal sensörler gibi farklı ataşmanları bünyesine kattı. Faydalı yük açısından değerlendirildiğinde; arama kurtarma, yangın söndürme, nakliye, trafik kontrolleri, yapı hasar tespitleri ve güç enerji santralleri arıza tespiti ve haritalama gibi kullanım alanlarında çığır açıldı. Yer tabanlı mesleklerde; çalışılan sahaların boyutları ve zaman tasarrufu dikkate alındığında fotogrametrik çözümler ve getirdiği yüksek hassasiyet ile birlikte 3D modelleme için birçok meslek alanında tercih edilebilir oldu. Daha önce yapılan klasik çalışmalarda jeolojik miras öğelerini fotoğraflamaktan öteye gidilemiyordu. Korunması gereken bu doğal anıtların gördüğü zararlar veya jeolojik özellikleri istenen biçimde ölçülemiyordu. Ancak çekilen fotoğraflardan öte bir veriye sahip yatay ya da düşey fotoğraf serileri ile hazırlanan 3D modeller ile milimetre bazında aşınımlar ölçülebilmekte ve kopan bir parçanın ya da yeni oluşan bir çatlağın görülmesi, gözlenmesi ve zamanda takibi mümkün olabilmektedir. İster bir seri fotoğraftan ortofoto tekniği ile üretilmiş harita olsun isterse bir dikey ortofoto model olsun, bu seri fotoğrafların ortak noktalarını bir araya getiren yazılımlar, çok sayıda düğüm noktaları oluşturur. Her bir düğüm noktasını X,Y,Z referanslı bir sayısal veriye dönüştürür. Buna bir de çekilen fotoğraftan alınan her bir pikselin RGB değerleri de eklenir. Bütün bu noktaların bir araya geldiği veri yığını, bulut verisi (datası) olarak adlandırılır ve bir nokta bulutu olarak saklanır. Gerek yeni bir jeopark envanter çalışmasında, gerekse hayata geçmiş bir jeoparkta; jeositlerdeki aşınma ve yıpranmalar ile antropojenik zararlar kolaylıkla tespit edilerek gerekli önlemlerin alınması sağlanabilir. Rotaların yeniden planlanması veya yeni rotalar oluşturulması ve sahadaki güncel değişimlerin periyodik olarak kayıt altına alınması ve değişimlerin gözlenmesi mümkündür.

Bu bildiride, bir jeopark alanında insansız hava araçları ile hangi çalışmaların yapılabileceği ve bu çalışmaların örnek jeopark adayı alanlar üzerinde uygulamaları tartışılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Jeolojik miras, jeopark, jeosit, İHA.

Abstract

Unmanned aerial vehicles (UAVs) have entered our lives with an activity beyond the expected areas of use in daily life. Although the most common area of use was social media use and recreational and sports areas, following video and photo shooting, they started to be used in different professions with the involvement of professionals. The application of technology that develops day by day in these vehicles has added different attachments such as Lidar, Multispectral and Thermal sensors beyond artificial intelligence (AI) supported autonomous flights and high-resolution cameras. When evaluated in terms of payload; a breakthrough was made in areas of use such as search and rescue, fire extinguishing, transportation, traffic controls, structural damage detection and power plant fault detection and mapping. In ground-based professions; considering the size of the fields worked and the time savings, photogrammetric solutions and 3D modeling with the high precision it brings have become preferable in many professions. With the classical studies done before, it was not possible to go beyond photographing geological heritage elements. The damages or geological features of these natural monuments that needed to be protected could not be measured as desired. However, with 3D models prepared with horizontal or vertical photo series that have data beyond the taken photos, wear can be measured on a millimeter basis and it is possible to see, observe and follow up in time a broken piece or a newly formed crack. Whether it is a map produced with orthophoto technique from a series of photographs or a vertical orthophoto model, software that brings together the common points of these series of photographs creates a large number of node points. It converts each node point into a digital data with x, y, z references. The RGB values of each pixel getting from the taken photo are also added to this. The data stack where all these points come together is called Cloud data and is stored as a point cloud. Whether in a new geopark inventory study or in an established geopark; wear and tear and anthropogenic damages in geosites can be easily detected and necessary precautions can be taken. It is possible to re-plan routes or create new routes and to periodically record current changes in the field and observe the changes.

In this paper, the studies that can be conducted with unmanned aerial vehicles in a geopark area and the applications of these studies on sample aspiring geopark areas will be discussed.

Keywords: *Geological heritage, geopark, geosite, UAV.*

Ulusal ve Uluslararası Görünürlük İçin 14 Mart Türkiyenin En Önemli 100 Jeolojik Mirası ve Anahtar Jeolojik Alanlarının Belirlenmesi Çalıştayı: Önemi ve Sonuçları

14th March Workshop on Determınatıon of Turkey's Most Important 100 Geologıcal Herıtage and Key Geologıcal Areas for Natıonal and Internatıonal Vısıbılıty: Importance and Results

Korhan Çakır (1), Çağlar Aslan (1), Sonay Boyraz Aslan (2), Nazlıcan Aslan (4), Devrim Erşen (3), Gültekin Erten (3), Nurdan Yavuz (3), Kenan Zorlu (4), Kerem Meftun Sönemz (1), Fatma Yavaş (1)

(1) Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Şehit Cuma Dağ Tabiat Tarihi Müze Müdürlüğü
(2) Jeolojik Mirası Koruma Derneği (JEMİRKO)
(3) Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı
(4) Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Bilimsel Dok. ve Tanıtma Dairesi Başkanlığı
(korhan.cakir@mta.gov.tr)

Öz

Ülkemizde jeolojik miras alanında korunması gereken birçok yerimiz bulunmaktadır. Türkiye'nin bu zengin jeolojik çeşitliliği dinamik tektonik olayların sonucunda gelişmiştir. Bu alanları Dünya'ya tanıtmak için UNESCO Türkiye Milli Komisyonu (UTMK), Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA), Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü (TVK), TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Kültürel Jeoloji ve Jeolojik Miras Çalışma Grubu ile Jeolojik Mirası Koruma Derneği (JEMİRKO) çeşitli çalışmalar yapıp bu çalışmalar ışığında 14 Mart 2024 günü bir çalıştay düzenleyerek Ulusal ve Uluslararası Görünürlük İçin Türkiye'nin En Önemli 100 Jeolojik Mirası ve Anahtar Jeolojik Alanlarının Belirlenmesi çalıştayı gerçekleştirilmiştir.

Çalıştay 14 Mart 2024 günü, MTA Kültür Merkezi Sadrettin Alpan Salonu'nda, 210 kişinin katılımı ile gerçekleşmiştir. Söz konusu katılımcılar üniversitelerden, kamu ve özel sektörden, jeoloji mühendisleri başta olmak üzere birçok farklı disiplinden uzmanlardan katılımcılardan oluşmaktadır. Bu çalıştayın yapılmasının asıl amacı Uluslararası Jeoloji Bilimleri Birliği'nin (IUGS) "Dünyanın En Önemli 100 Jeositi Listesi" projesini başlatmış olmasıdır.

Uluslararası Jeoloji Bilimleri Birliği'nin 60. Yılında (2022 yılı) belirlemiş olduğu ilk 100 Jeolojik Miras alanlarına 2 jeolojik mirasımız girmiştir. Bunlar; Miyosen Kapadokya İgnimbrit İstifi ve Pamukkale Travertenleri olmuştur.

14 Mart 2024 Çalıştayı sonucunda 2 jeolojik miras öğesi (Bitlis'teki Nemrut Kalderası, Burdur'daki Salda Gölü) ön plana çıkmış, Uluslararası Jeoloji Bilimleri Birliği'nin belirlemiş olduğu ikinci 100 Jeolojik Miras alanları listesine sadece Salda Gölü dahil edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kültürel Jeoloji, Jeolojik Miras, MTA, JEMİRKO, Jeolojik koruma

Abstract

We have many to be protected places in the field of geological heritage in our country.This rich geological diversity of Turkey developed as a result of dynamic tectonic events. In order to add these areas to the world literature, UNESCO Turkish National Commission (UTMK), General Directorate of Mineral Research and Exploration (MTA), General Directorate of Protection of Natural Assets (TVK), TMMOB Chamber of Geological Engineers (JMO) and Association for the Protection of Geological Heritage (JEMİRKO) have carried out various studies. and in the light of these studies, held a workshop on March 14, 2024 and voted on the Determination of Turkey's 100 Most Important Geological Heritage and Key Geological Areas for National and International Visibility. has been made.

The voting took place on March 14, 2024, at the MTA Cultural Center Sadrettin Alpan Hall, with the participation of 210 people. The 210 people in question consist of expert participants from universities, public and private sectors, and many different disciplines, especially geological engineers. The main purpose of holding this workshop is that the International Union of Geosciences (IUGS) has initiated the "List of the 100 Most Important Geosites in the World" project.

Two of our natural beauties have entered the top 100 Geological Heritage areas determined by the International Union of Geological Sciences in its 60th year (2022). These; Miocene Cappadocia Ignimbrite Levels and Pamukkale travertines.

As a result of the workshop, 2 of our geological beauties (Nemrut Caldera, Bitlis and Salda Lake, Burdur), which were not on the list before, came to the fore, and Lake Salda, located in the province of Burdur, was included in the second 100 Geological Heritage sites determined by the International Union of Geological Sciences.

Keywords: *Cultural Geology, Geological Heritage, MTA, JEMİRKO, Geological Protection*

Sinop Balatlar Kazısı Roma Dönemi Yapı Malzemelerinin Karakteristik Özellikleri

Characteristics of Roman Period Building Materials from the Sinop Balatlar Excavation

Özge Boso Hanyalı (1), Gülgün Köroğlu (2), Sabah Yılmaz Şahin (3)

(1) Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Kültür Varlıklarını Koruma ve Onarım Yüksekokulu, Bomonti-İstanbul
(2) Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Sanat Tarihi Bölümü, Bomonti-İstanbul
(3) İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Büyükçekmece-İstanbul
(ozge.boso@msgsu.edu.tr)

Öz

Sinop kenti ilk kez, Karadeniz kıyı şeridinde Anadolu coğrafyasının kuzeydeki en uç noktasında Boztepe olarak adlandırılan yarımadanın anakara ile birleştiği dar boyunda M.Ö. 7. Yüzyıl civarında Miletoslu Kolonistler tarafından kurulmuştur. Sinop'un Ada Mahallesindeki tarihi yapı kalıntısı halk arasında ve bilimsel yayınlarda "Balatlar Kilisesi" veya "Mitridates Sarayı" adıyla tanınır. Burada 2010 yılında başlatılan bilimsel arkeolojik kazılar neticesinde açığa çıkarılan veriler, geniş bir alana yayılmış pek çok birimden oluşan yapı topluluğunun M.S. 2 ya da 3.yüzyılda inşa edilmiş bir "Roma İmparatorluk Hamamı" olduğunu ortaya koymuştur.

Hristiyan inancın 330 yılında Roma İmparatorluğunda serbest bırakılmasından sonraki dönemde yapının hamam olarak kullanımı hem yeni dinin etkisi hem de ekonomik ve sosyal nedenlerle sona ermiştir. 5. Yüzyıl başlarında Roma Hamamının bazı bölümleri kilise ve manastırın mekân ihtiyacına yönelik olarak dönüştürülerek kullanılmıştır. Sonraki dönemlerde de bu büyük yapı kalıntısı, 1924 yılında gerçekleşen mübadeleye kadar Rum Ortodoks cemaat için kilise ve mezarlık olarak kullanılmıştır.

Balatlarda gerçekleştirilen arkeometrik çalışmalarda Roma dönemine ait harç, tuğla ve taş örneklerinin karakteristik özellikleri ortaya konarak, harç örneklerinin üretim teknolojilerinin ve taş örneklerinin tür ve dokusal özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda örneklerin temel fiziksel, kimyasal, petrografik ve mineralojik özellikleri laboratuvar analizleri ile belirlenmiştir. Kimyasal deneyler kapsamında asit kaybı ve kalsinasyon analizleri yapılmış örneklerin kalsiyum karbonat ($CaCO_3$) kaybı değerleri belirlenmiştir. Örnekler üzerinde petrografik analizler yapılarak harç örneklerinin bağlayıcı-agrega oranları agrega tür ve özellikleri, taş ve tuğla örneklerinin mineralojik özellikleri tespit edilmiştir. Örnekler üzerinde X Işını Difraktometresi (XRD) analizleri yapılarak yapı malzemelerinin mineralojik kompozisyonları belirlenmiştir.

Yapılan asit kaybı deneyinde harç örneklerinin asit kaybı değerlerinin %30-35 oranında, kalsinasyon analizi sonucunda 1050°C'deki CaCO3 kaybının %20-25 oranında olduğu belirlenmiştir. Yapılan petrografi çalışmalarında harç örneklerinin içerisinde kuvars, feldispat mineralleri ile kumtaşı ve metakumtaşı kayaç parçacıklarının bulunduğu tespit edilmiştir. Yapılan XRD analizi sonucunda kalsit ve kuvars minerallerinin ana bileşen olduğu tespit edilmiştir. Çalışmanın sonucunda Roma dönemi harçlarının hidrolik özelliğe sahip olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Malzeme karakterizasyonu, Roma dönemi, Sinop-Balatlar kazısı, Türkiye

Abstract

The city of Sinop was first established by Miletus colonists around the 7th century BC on the narrow neck of the peninsula known as Boztepe, located at the northernmost point of Anatolia along the Black Sea coastline. The remains of a historical structure in the Ada neighborhood of Sinop are commonly referred to as the "Balatlar Church" or the "Mitridates Palace" in both public discourse and scientific literature. Data uncovered from the archaeological excavations that began in 2010 revealed that the complex, consisting of numerous units spread over a large area, was a "Roman Imperial Bath" constructed in the 2nd or 3rd century AD.

Due to the influence of the new religion as well as social and economic factors, the building's usage as a bath came to an end in the years after the Roman Empire liberalized Christianity in 330. Early in the fifth century, portions of the Roman baths were transformed and put to use for the first time to accommodate churches' and monasteries' space requirements. Up to the exchange in 1924, the remnants of this sizable structure were utilized as a Greek Orthodox church and cemetery in the ensuing years.

Determining the distinctive qualities of Roman mortar, brick, and stone samples, as well as the types and textural attributes of stone samples and mortar production procedures, are the goals of the archaeometric investigations conducted at Balat. In this case, laboratory analysis was used to identify the materials' fundamental physical, chemical, petrographic, and mineralogical characteristics. Acid loss and calcination analyses were conducted as part of the chemical testing, and the samples calcium carbonate ($CaCO_3$) loss values were ascertained. To ascertain the types and characteristics of aggregates, the mineralogical characteristics of stone and brick samples, and the binder-aggregate ratios of mortar samples, petrographic analyses were conducted on the samples. The samples were subjected to X-Ray Diffractometer (XRD) studies in order to ascertain the mineralogical makeup of the building materials.

In the acid loss test, it was determined that the acid loss values of the mortar samples were 30-35%, and the $CaCO_3$ loss at 1050°C was 20-25% as a result of calcination analysis. Petrographic studies revealed that the mortar samples contained quartz, feldspar minerals, and sandstone and metasandstone rock particles. XRD analysis revealed that calcite and quartz minerals were the main components. As a result of the study, it was determined that Roman mortars have hydraulic properties.

Keywords: *Material characterization, Roman period, Sinop-Balatlar excavation, Türkiye*

Kültürel Pratiklerde Sıva Kullanımı: Jeoarkeolojik Bir Bakış

Plaster Utilization in Cultural Practices: A Geoarchaeological Perspective

Gizemnur Koca Akçay (1), Hüseyin Evren Çubukçu (1), Yılmaz Selim Erdal (2)

(1) Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800, Beytepe, Ankara, Türkiye
(2) Hacettepe Üniversitesi, Antropoloji Bölümü, 06800, Beytepe, Ankara, Türkiye
(gizemnur.koca@hacettepe edu.tr)

Öz

Sıva; temel bileşen olarak kil, kireç veya alçı kullanılarak elde edilebilen; "üretilmiş" ilk yapı malzemelerinden biridir.

Eski toplumlarda sıva kullanımı; dayanım, koruma gibi işlevlerinin yanı sıra estetik ve kültürel uygulamalarıyla da öne çıkmaktadır. Söz konusu bu uygulamaların en ilgi çekici örneklerinden birisi de Neolitik dönem boyunca Anadolu, Mezopotamya ve Levant bölgelerinde gerçekleştirilmiş olan kafatası ve kemik sıvamalarıdır.

Antik toplumlar, bulundukları coğrafyanın jeolojik zenginliklerine bağlı olarak farklı sıva formülasyonları geliştirmiştir. Bu farklılıklar, hammadde kaynaklarının doğal dağılımı ile yakından ilişkilidir. Bunun yanı sıra; toplumun üretim teknolojilerinin gelişmişliği ile inanç ve gelenekler gibi kültürel kimliği belirleyici faktörler de bu uygulamalarda farklılıklar görülmesine neden olabilir.

Sıva örneklerinin jeoarkeolojik bir araştırma konusu olabilmesi, malzemenin karakteriyle doğrudan ilişkilidir. Mineraller ve kayaçlar kullanılarak elde edilen bu malzemenin karakterizasyonu doğrudan jeolojik bir inceleme gerektirirken; üretim süreçlerinin araştırılması da yine malzemenin geçirmiş olduğu bir dizi jeokimyasal ve mineralojik değişimin anlaşılmasıyla açıklanabilir.

Sıva örneklerinin analizleri sırasında önem teşkil eden nitelikler, kimyasal bileşimleri ve mikroyapısal özellikleridir. Bu nitelikleri belirlemeye yardımcı olması ve bunu arkeolojik örnekte tahribat yaratmadan yapabilmeyi sağlamasıyla Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ve Enerji Dağılımlı X-Işını Spektroskopisi (EDS) analitik yöntemleri öne çıkmaktadır.

Bu çalışmada kapsamında SEM-EDS ve XRD analizleri gerçekleştirilen arkeolojik sıva örneklerinde; kuvars (SiO_2), plajiyoklaz (NaAlSi3O8), kalsit (CaCO3) ve kil mineralleri ((kaolinit (NaAlSi3O8), illit ($KAl_2(AlSi_3O_{10})(OH)_2$)) ile çeşitli organik kalıntılara rastlanmıştır. Elde edilen mineralojik ve jeokimyasal veriler; malzeme seçimi ve işlenme tekniklerinin incelenmesi ile bu malzemelerin kullanım pratiği hakkında yorum yapma olanağı tanımış ve çalışmaya çok boyutlu bir perspektif kazandırmıştır.

Anahtar Kelimeler: Arkeolojik sıva, jeoarkeoloji, jeokimya, mineraloji, neolitik.

Abstract

Plaster, one of the earliest "manufactured" construction materials, can be produced using clay, lime, or gypsum as its primary components.

In ancient societies, the use of plaster extended beyond its structural and protective functions, serving significant aesthetic and cultural purposes. One of the most intriguing applications of plaster is observed in the Neolithic period, particularly in Anatolia, Mesopotamia, and the Levant, where it was employed for skull and bone plastering practices.

Ancient civilizations developed various plaster formulations based on the geological resources available in their respective regions. These variations are closely linked to the natural distribution of raw materials. Additionally, factors such as the production technologies, religious beliefs, and cultural traditions influenced the diversity of plaster applications.

The suitability of plaster as a subject of geoarchaeological research is inherently related to its material properties. Since plaster is produced from minerals and rocks, its characterization necessitates a geological approach. Furthermore, investigating the production processes requires an understanding of the geochemical and mineralogical transformations that the material undergoes during its preparation and application.

Key attributes in the analysis of plaster samples include their chemical composition and microstructural characteristics. Among the most effective analytical techniques for these assessments are Scanning Electron Microscopy (SEM) and Energy-Dispersive X-ray Spectroscopy (EDS), which allow for the detailed examination of material properties without causing destruction to the archaeological specimens.

In this study, mineralogical analysis was conducted on archaeological plaster samples. SEM-EDS and XRD analyses of the samples revealed the presence of quartz (SiO_2), plagioclase ($NaAlSi_3O_8$), calcite ($CaCO_3$), and clay minerals, including kaolinite ($Al_2Si_2O_5(OH)_4$) and illite ($KAl_2(AlSi_3O_{10})(OH)_2$), as well as various organic residues. The obtained mineralogical and geochemical data enabled an examination of material selection and processing techniques, offering insights into the practical use of these materials and adding a multidimensional perspective to the study.

Keywords: *Archaeological plaster, geoarchaeology, geochemistry, mineralogy, neolithic.*

Doğu Anadolu Obsidiyen Kaynaklarından Yukarı Dicle Havzası'na Obsidiyen Ticareti Yolları

Obsidian Trade Routes from Eastern Anatolian Sources to the Upper Tigris Basin

Ayşin Konak (1), Üftade Muşkara (1), Tolunay Bayram (1)

(1) Kocaeli Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi, Arkeoloji Bölümü, Umuttepe Yerleşkesi, İzmit/Kocaeli (aysin.konak@kocaeli.edu.tr)

Öz

Paleolitik Dönemden itibaren obsidiyen, yontma taş alet üretiminde kullanılan stratejik bir ham madde olarak prehistorik topluluklar için büyük önem taşımış ve Yakındoğu'da geniş bir alana yayılmıştır. Bu volkanik camın uzak mesafelere taşınması, prehistorik toplumlar arasındaki ekonomik, sosyal ve kültürel dinamikleri anlamak için önemli ipuçları sunmaktadır. Bu çalışma, Doğu Anadolu'daki obsidiyen kaynaklarından Yukarı Dicle Havzası'na uzanan ticaret yollarını ve bu güzergâhların işleyiş mekanizmalarını jeokimyasal ve arkeolojik veriler ışığında değerlendirmektedir.

Araştırma, Çanak Çömleksiz Neolitik Döneme tarihlendirilen Gre Fılla ve Çanak Çömlekli Neolitik ile Kalkolitik Dönemlere tarihlendirilen Kendale Hecala gibi arkeolojik alanlardaki obsidiyen buluntularını kapsamaktadır. Bu buluntuların jeokimyasal analizinde taşınabilir X-Işını Floresans Spektroskopisi (pXRF) kullanılmış ve yüksek doğrulukta kaynak eşleşmeleri elde edilmiştir. Ayrıca Gusir Höyük, Sumaki Höyük, Hallan Çemi, Demirköy, Körtik Tepe, Çayönü, Salat Camii Yanı, Hakemi Use ve Kenan Tepe gibi merkezi yerleşimlerin obsidiyen ticaret ağlarındaki rolü incelenmiştir. Veriler, bu yerleşimlerdeki toplulukların yalnızca yerel kaynaklara bağımlı olmadığını göstermektedir.

Bingöl A, Bingöl B, Nemrut, Grup 3d, Süphan, Erzurum, Pasinler, Sarıkamış, Meydan Dağı ve Sıcaksu gibi volkanik alanlardan taşınan obsidiyen miktarı, Yukarı Dicle Havzası'nın doğrudan ve dolaylı ticaret ağlarında önemli bir geçiş noktası olduğunu kanıtlamaktadır. Uzak kaynaklardan gelen obsidiyen, havzanın Zagroslar'dan Doğu Akdeniz'e uzanan ticaret yollarının bir parçası olduğunu göstermektedir.

Bu çalışma, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak obsidiyen dolaşım güzergâhlarını haritalandırmanın yanı sıra, obsidiyen kullanımına atfedilen sosyal ve sembolik anlamları da ele almaktadır. Yerleşim yerleri; yontma taş endüstrisi, yerel kaynak kullanımı ve obsidiyen kaynak çeşitliliği gibi kriterler doğrultusunda karşılaştırılmıştır. Belirli obsidiyen türlerinin tercih edilmesi, bazı aletlerin belirli kaynaklardan gelen obsidiyenle üretilmesi, bu malzemenin pratik ihtiyaçların ötesinde statü ya da ritüel kullanımlarla da ilişkilendirilebileceğini göstermektedir.

Farklı yerleşimlerde obsidiyenin mekânsal dağılımının incelenmesi, bu malzemenin teknolojik ve kültürel bağlamdaki rolüne dair ayrıntılı yorumlar sunmuştur. Bulgular, Yukarı Dicle Havzası'nın yalnızca bir tüketim alanı değil, aynı zamanda stratejik bir geçiş noktası olduğunu ortaya koymaktadır. Prehistorik toplulukların obsidiyen kaynaklarına erişimi ve bu kaynaklara yönelik talepleri doğrultusunda karşılıklı kültürel etkileşim içinde oldukları anlaşılmaktadır. Neolitik Dönem boyunca Bingöl B ve Nemrut obsidiyenlerinin yaygın kullanıldığı, Kalkolitik Dönem'de ise Bingöl B kaynaklarının kullanımında artış olduğu gözlemlenmiştir. Obsidiyen dolaşımının Neolitik ve Kalkolitik Dönem boyunca devam etmesi, bölgedeki sosyal ağların köklü ve sürdürülebilir hale geldiğini düşündürmektedir.

Anahtar Kelimeler: Doğu Anadolu, jeokimyasal analiz, Neolitik, obsidiyen, ticaret yolları, Yukarı Dicle Havzası

Abstract

Since the Paleolithic Period, obsidian, a volcanic glass used primarily in the production of chipped stone tools, has been a strategic raw material for prehistoric communities and spread widely across the Near East. The long-distance transport of this resource provides significant insights into the economic, social, and cultural dynamics of prehistoric societies. This study examines the trade routes extending from Eastern Anatolian obsidian sources to the Upper Tigris Basin and the operational mechanisms of these routes through geochemical and archaeological data.

The research focuses on obsidian finds from archaeological sites such as Gre Fılla, dated to the Pre-Pottery Neolithic, and Kendale Hecala, dated to the Pottery Neolithic and Chalcolithic periods. Portable X-ray fluorescence (pXRF) spectroscopy was used in the geochemical analyses, yielding highly accurate source matches. Additionally, the roles of key settlements in the basin, including Gusir Höyük, *Sumaki* Höyük, *Hallan* Çemi, *Demirköy, Körtik Tepe, Çayönü, Salat Camii Yanı, Hakemi Use, and Kenan Tepe, within obsidian trade networks were assessed. The data indicate that these communities were not solely dependent on local resources.*

The large quantities of obsidian transported from volcanic areas such as Bingöl A, Bingöl B, Nemrut, Group 3d, Süphan, Erzurum, Pasinler, Sarıkamış, Meydan Dağı, and Sıcaksu demonstrate that the Upper Tigris Basin was integrated into both direct and indirect exchange networks. The presence of obsidian from distant sources underscores the basin's role in trade routes connecting the Zagros Mountains to the Eastern Mediterranean.

This study also incorporates Geographic Information Systems (GIS) to map obsidian distribution routes and addresses the social and symbolic meanings associated with its use. Archaeological sites were compared based on criteria such as chipped stone tool industry, local resource use, and obsidian source diversity. The selection of specific obsidian types and the production of tools from particular sources indicate that obsidian use was influenced not only by practical needs but also by status or ritual purposes.

The spatial distribution of obsidian at different sites provided insights into the technological and cultural significance of this material. The findings reveal that the Upper Tigris Basin functioned as both a consumption area and a strategic transit point for raw material circulation. Prehistoric communities' interactions were shaped by their access to obsidian sources and related demands, with Bingöl B and Nemrut obsidian being widely used during the Neolithic, and an increase in the use of Bingöl B obsidian in the Chalcolithic period. The persistence of obsidian circulation throughout these periods highlights the development of long-lasting and sustainable social networks in the region.

Keywords: *Eastern Anatolia, geochemical analysis, Neolithic, obsidian, trade routes, Upper Tigris Basin*

Fosillerin Kültürel ve Folklorik Yansımaları – Jeomitoloji

Cultural and folkloric observations of fossils – Geomythology

Atike Nazik (1), Nazire Özgen Erdem (2)

(1) Çukurova Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, ADANA
(2) Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü SİVAS
(nozgen@cumhuriyet.edu.tr)

Öz

Jeolojik zamanlarda yaşamış bitki ve hayvan kalıntıları olan fosiller, tarih boyunca toplumlarının ilgisini çekmiştir. Doğada karşılaştıkları bu jeolojik oluşumlara garip nesneler olarak bakmış, başka anlamlar yüklemiş ve farklı kültürlerde farklı inançlar geliştirmişlerdir. Antik Çağ'da, Thales (M.Ö. 654-548), Anaximander (M.Ö. 611-547) ve Empedocles (M.Ö. ~490-430) gibi doğa filozofları fosiller hakkında gözlemler yapmışlardır. Fosiller üzerine bilimsel incelemeler ise 18. yüzyıldan itibaren sistematik bir biçimde başlamıştır.

Bir yöredeki somut ve somut olmayan kültür mirası birçok açıdan yörenin jeolojik yapısı ve malzemeleri ile beslenmektedir. İlginç şekil ve formlarıyla fosiller bazen kutsal nesnelere, hayali yaratıklara veya günlük hayatta kullanılan nesnelere benzetilmiştir. Fosiller, halk masallarında, efsanelerde ve diğer sözlü anlatılarda önemli bir yeri vardır. Ayrıca, bazı fosil figürleri, koruyucu amaçlarla (örneğin muska olarak) kullanılmış ve çeşitli arkeolojik eserlerde –özellikle mimari yapılar, vazolar, küpler ve mücevherlerde– yer almıştır.

Fosillerin kültürel boyutları, sadece görsel benzerliklerle sınırlı kalmamış olup, bazı toplumlarda, mistik ve koruyucu özelliklere sahip olduklarına dair inançlar da gelişmiştir. Bugün, bu inanç ve gelenekler, halk edebiyatı, mitoloji ve folklor olarak yaşatılmaktadır. Fosillerin kültürel bağlamda yorumlanması son altmış yıl içinde yoğunlaşan akademik çalışmalara konu olmuştur.

Ülkemizde de son yıllarda yerbilimlerinin kültürle ilişkisi üzerine çeşitli çalışmaların yapıldığı bilinmektedir. Bu çalışma, dünya genelinde ve özellikle Türkiye›de, kültürün ve folklorun önemli bir unsuru haline gelen fosillerin gizemli hikayelerini farklı fosil gruplarından (ammonit, foraminifer, dinozor, molusk vb.) örneklerle sunmayı amaçlamaktadır. Bu bağlamda, yerel masalların, efsanelerin ve halk anlatılarının, bulundukları coğrafyada yaygın olan fosil türleriyle olan ilişkisini irdelemek, bu alanda yapılacak gelecekteki araştırmalar için önemli bir çıkarım sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Folklor, fosil, jeoloji, kültür, mitoloji

Abstract

Fossils, the remains of plants and animals that lived in geological times, have attracted the attention of societies throughout history. In ancient times, people encountered these geological formations and regarded them as strange objects to which they attached different meanings and developed different beliefs in different cultures. Among the natural philosophers of antiquity such as Thales (c. 654-548 BC), Anaximander (c. 611-547 BC) and Empedocles (c. 490-430 BC) made observations about fossils. However, scientific studies of fossils only began systematically in the 18th century.

The tangible and intangible cultural heritages of a region were nourished in many ways by the geological structure and materials of that area. Fossils, with their interesting shapes and forms, have sometimes compared to sacred objects, imaginary creatures, or objects used in daily life. Fossils have an important place in folk tales, legends and other oral narratives. In addition, some fossil figures have been used for protective purposes (e.g. as amulets) and have appeared in various archeological artifacts – particularly in architectural structures, vases, jars and jewelry.

The cultural dimension of fossils is not limited to visual similarities. In some societies, the belief has developed that these fossils have mystical and protective properties. Today, these beliefs and traditions are preserved in folk literature, mythology and folklore. The interpretation of fossils in a cultural context has become the subject of academic research, especially in the last sixty years.

In recent years, various studies have been conducted in Turkey on the relationship between earth sciences and culture. The aim of this study is to present the mysterious stories of fossils, which have become an important element of culture and folklore, through examples of different fossil groups (such as ammonites, foraminifera, dinosaurs, mollusks, etc.) both worldwide and especially in Turkey. In this context, examining the relationship between local tales, legends and folktales and the fossil species that are common in the respective regions will provide important insights for future research in this field.

Keywords: *Folklore, fossil, geology, culture, mythology*

IUGS Jeo-Koleksiyonlar: Türkiye'nin Jeo-Koleksiyon Potensiyeline Bir Bakış

IUGS Geo-Collections: A Glance to the Geo-Collections Potential of Türkiye

Atike Nazik (1), Mehmet Özkul (2), Nazire Özgen Erdem (3)

(1) Çukurova Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 01330, Sarıçam, Adana, Türkiye
(2) Pamukkale Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Denizli, Türkiye
(3) Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Sivas, Türkiye
(anazik@cu.edu.tr)

Öz

Dünyamızın canlı olmayan tüm parçaları olan yeryüzünün mineralleri, kayaları, fosilleri, toprakları, çökelleri, yer şekilleri, topografya, jeolojik ve morfolojik süreçler, nehirler ve göller gibi hidrolojik özellikler jeoçeşitliliği oluşturmaktadır. Yerbilimciler, jeolojik miras değerlerinden bazılarının yerinde korunmasını, bazılarının da müzelerde korunmasını sağlarlar. Dolayısıyla, jeokoruma bu jeolojik miras değerlerimizin gelecek kuşaklara aktarılmasını sağlarlar.

Bilindiği gibi Uluslararası Jeolojik Bilimler Birliği (IUGS) bünyesinde Uluslararası Jeomiras Komisyonu bulunmaktadır. Bu Jeomiras komisyonun bir parçası olarak Jeo-Koleksiyonlar Alt Komisyonu kurulmuştur. Bu alt komisyon, en yüksek bilimsel değere sahip Jeo-Koleksiyonları belirlemek ve onlara tanınma sağlamak için uluslararası bir program oluşturmuş ve Jeo-koleksiyon tanımını da şöyle yapmıştır: "IUGS Jeo-koleksiyonu, jeolojik bilimler için özellikle yüksek bilimsel, tarihsel veya eğitimsel önemi nedeniyle küresel öneme sahip bir müze koleksiyonu veya müze koleksiyonunun bir parçasıdır". Ayrıca bu komisyon, jeo-koleksiyonlar için standartlar geliştirmiştir. Seçici komite tarafından, değişik ülkelerden ilk 11 jeokoleksiyon onaylanmıştır.

Bu çalışma, IUGS Jeo-koleksiyon projesinin tanıtımını yapmak, Türkiye'de Kültür ve Turizm Bakanlığı, Üniversitelere ve çeşitli kuruluşlara bağlı olan müzeler bünyesinde yer alan jeo-koleksiyonların tanınmasını sağlamak için standartlar hakkında bilgi vermek amacıyla sunulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Jeomiras, jeo-koleksiyon, tanıtım, Türkiye,

Abstract

All non-living (abiotic) parts of our world, including the earth's minerals, rocks, fossils, soils, sediments, landforms, topography, geological and geomorphological processes, and hydrological features such as rivers and lakes, constitute geodiversity. Geoscientists ensure that some of the geological heritage values are preserved in situ and some in museums. Thus, geoconservation ensures that these geological heritage values are passed on to future generations.

It is known that there is an International Commission on Geoheritage within the International Union of Geological Sciences (IUGS). Subcommission on Geo-Collections was established as part of this Geoheritage Commission. This sub-commission established an international program to identify and give recognition to Geo-Collections of the highest scientific value and defined Geo-Collections as follows: "An IUGS Geo-collection is a museum collection or part of a museum collection of global importance because of its particularly high scientific, historical or educational relevance for geological sciences". In addition, this commission has developed standards for geo-collections. First 11 Geo-collections from different countries has recently ratified by The IUGS Executive Committee.

This study is presented to promote the IUGS Geo-collections project and to provide information about the standards for the recognition of geo-collections in the museums affiliated with the Ministry of Culture and Tourism, Universities and various organizations in Türkiye.

Keywords: *Geoheritage, geo-collection,promotion, Türkiye*

Sanat ve Jeoloji İlişkisi

The Relationship Between Geology and Art

Levent İskenderoğlu (1), Yüksel Göğebakan (2)

(1) İnönü Üniversitesi, Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi, Resim Bölümü
(2) İnönü Üniversitesi, Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi, Resim Bölümü
(levent.iskenderoglu@inonu.edu.tr)

Öz

Sanat yoluyla iç dünyasını ve sezgilerini anlamlı bir zemine taşıyarak haz duygusu üzerinden bir estetik inşa eden insanın ilk birikimleri bizzat parçası olduğu doğaya aittir. Aslında sanat ve jeoloji arasındaki ilişki sanatın ilk var olduğu an kadar eskidir. Sanatın ilk var edildiği zemin milyonlarca yılda oluşan marn, kumtaşları, Killi kireçtaşı ve resifal kireçtaşı gibi litolojilere sahip olan mağaraların duvarları olmuştur. Bunlar kendine özgü estetik değeri olan son derece özgür yüzeylerdir. Aslında ilk çizgiler, bizzat yerkürenin üzerine çizilmiştir. İlk sanatçılar, saf sezgi ve aklın ürünü saf bir sanatı icra ediyorlardı. Çizgi onlar için özgürlük ve bir varlık kanıtı anlamı taşıyordu. Bu çizgileri, kendinden sonraki tüm sanatlardan ayıran tarafı bu jeolojik yüzeylerin insan eliyle oluşturulmuş bir sınır ya da çerçeve içermemeleridir. Tüm zamanlar boyunca jeoloji ve insanın düşleri arasında süregelen bu ilişki, düş kurmak için içine yönelmek, sahip olduğu bilgiyi sezgileri ile zenginleştirmek ve duyguları ile yüzleşmek zorunda olan insan için anlamlı bir varoluş zemini yaratmaktadır.

İnsan daima, kendi varlığı dışındaki tüm şeylerin varlığına dair algılama, sorgulama ve hatta yargılama eğilimi içerisinde olmuş, bu eğilimi, yaşamı sıradanlıktan kurtarmanın en etkili yolu olarak görmüş ve düşüncenin veya düşünebilmenin bu sihirli gücünün, eyleme etkisinin ilk günden beri farkında olmuştur. Doğadaki kendiliğindenlik ve öz varlık hali karşısında daima rahatsızlık duyan insan buna müdahale etme arzusunu hiçbir zaman dizginleyememiştir. İşte belki de tarih boyunca, daima bir sonraki durumu tasarlayarak ve yaratarak medeniyetler inşa ettiren güdü, bu kendiliğindenliğe ve öz varlık haline müdahale etme arzusudur. Buradan hareketle sanat kendiliğinden olana karşı bir başkaldırıdır denebilir.

Bu araştırmanın amacı Paleolitik çağdan beri sanatın, insan ve jeoloji arasındaki ilişkiden nasıl etkilendiğini ve özellikle yerkürenin ontolojisi ile sanatın ontolojisi arasındaki zihinsel ilişkinin doğasını anlamaya çalışmaktır. Araştırma sürecinde Malatya Levent Vadisi ve mağaralarında güncel sanatın imkanlarıyla sezgisel algoritmalar tasarlanmış, sanat eserleri üretilmiş ve mağaraların 21. yüzyıl koşullarında da hala etkili birer düş alanı olduğu görülmüştür. Yaklaşık 28 km uzunluğunda tektonik bir vadi olan Levent Vadisi'nin güncel sanat için oldukça elverişli bir zemin olduğunu söylemek mümkündür. Jeomorfolojik olarak yatay yüzeylenen kayalık alanların oldukça estetik ve biricik bir görünüme sahip olması vadiyi çekici kılan başlıca özelliklerinden birisidir. Jeo-estetik değerler açısından son derece zengin bu alan içerisinde jeoloji ve sanat arasında yeni ve güçlü bağların kurulabileceği sanatsal eylemler gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda, Levent Vadisi'nin land art, video art, enstalasyon ve benzeri güncel sanat uygulamaları için benzersiz bir alan olduğu düşünülmektedir. Özellikle, mağaraların tarihi dokusu ve doğal akustiği, ses ve ışık tabanlı sanat eserleri için ideal bir ortam sağlamaktadır. Sanatın binlerce yıllık serüveni gösteriyor ki; günümüzde yeniden Paleolitik çağın saf aklına ve saf sezgilerine dayalı bir sanat zeminine şiddetle ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle yaratıcı zihnin kendisini en saf haliyle yeniden keşfedebilmesi için jeolojinin insan zihnine sunduğu imkanların yeniden değerlendirmesi gerektiği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sanat, jeoloji, güncel sanat

Abstract

The first accumulations of man, who carries his inner world and intuitions to a meaningful ground through art and builds an aesthetic through a sense of pleasure, belong to the nature of which he is a part. In fact, the relationship between art and geology is as old as the moment when art first came into being. The ground where art was first created was the walls of caves with lithologies such as marl, sandstone, clayey limestone and reefal limestone that formed over millions of years. These are extremely free surfaces with their own aesthetic value. In fact, the first lines were drawn on the earth itself. The first artists were performing a pure art, the product of pure intuition and reason. Lines meant freedom and a proof of existence for them. What distinguishes these lines from all the art that came after them is that these geological surfaces do not contain a boundary or frame created by human hands. This relationship, which has continued between geology and man's dreams throughout time, creates a meaningful ground of existence for man, who has to turn inward to dream, enrich his knowledge with his intuition and confront his emotions.

Man has always had a tendency to perceive, question and even judge the existence of all things other than his own, and has seen this tendency as the most effective way to save life from ordinariness, and has been aware of the effect of this magical power of thought or thinking on action since the very beginning. Man, who has always been disturbed by the spontaneity and self-existence in nature, has never been able to restrain his desire to intervene in it. Perhaps the instinct that has caused civilizations to be built throughout history by always designing and creating the next situation is the desire to intervene in this spontaneity and self-existence. From this point of view, it can be said that art is a rebellion against the spontaneous.

The aim of this research is to try to understand how art has been affected by the relationship between man and geology since the Paleolithic Age, and especially the nature of the mental relationship between the ontology of the earth and the ontology of art. During the research process, intuitive algorithms were designed with the possibilities of contemporary art in the Levent Valley and caves of Malatya, works of art were produced, and it was seen that caves are still effective dream spaces in the conditions of the 21st century. It is possible to say that Levent Valley, which is a tectonic valley of approximately 28 km in length, is a very suitable ground for contemporary art. The fact that the rocky areas that surface horizontally geomorphologically have a very aesthetic and unique appearance is one of the main features that make the valley attractive. In this area, which is extremely rich in terms of geo-aesthetic values, artistic actions have been carried out where new and strong connections can be established between geology and art. In this context, Levent Valley is considered to be a unique area for Land Art, video art, installation and similar contemporary art applications. In particular, the historical texture and natural acoustics of the caves provide an ideal environment for sound and light-based works of art. The thousands of years of art's adventure shows that; today, there is a strong need for an artistic ground based on the pure mind and pure intuition of the Paleolithic age. For this reason, it is thought that the opportunities offered by geology to the human mind should be re-evaluated in order for the creative mind to rediscover itself in its purest form.

Keywords: *Art, geology, contemporary art*

Siverek Sütunsal Soğuma Yapıları ve Takoran Vadisinin Jeoturizm Açısından Değerlendirilmesi

Evaluation of Siverek Columnal Cooling Structures And Takoran Valley in Terms oof Geotourism

Korhan Çakır (1), Çağlar Aslan (1), Devrim Erşen (2)

(1) Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Şehit Cuma Dağ Tabiat Tarihi Müze Müdürlüğü
(2) Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı
(korhan.cakir@mta.gov.tr)

Öz

Urfa ili, turizm açısından oldukça önemli bir potansiyele sahiptir. İlin karmaşık jeolojik yapısına bağlı olarak, çeşitlilik ve miktar bakımından oldukça önemli jeolojik miras alanları bulunmaktadır. Volkanik yapılar ve karstik alanlar, doğal oluşumların başında gelmektedir. Urfa ilinde bugüne kadar jeolojik miras alanları ile ilgili bir çalışma yapılmamıştır. Urfa ilinin el değmemiş doğası, volkanik kayaçlardaki soğuma yapıları ve karbonatlı kayaçlardaki karstik oluşumlar ilin jeolojik miras öğelerini oluşturmaktadır.

Urfa ili, Siverek ilçesi, Ergen Köyündeki Karcadağ Volkanizmasının ilk evresini oluşturun Siverek Grubuna ait geç Miyosen yaşlı Kördis Bazaltı içerisindeki bazaltlarda gözlenen sütun yapıları gelecek kuşaklara aktarılması gereken jeolojik miras alanlarının başında gelmektedir. Ülkemizde birkaç örneği bulunan sütun yapıları arasında hem konumu bakımından hem de görsel açıdan en güzel örneklerinden biridir.

Sütunsal soğuma yapılarının geliştiği bazaltların kuş uçuşu 2 km uzağında, Şanlıurfa›nın Siverek ilçesine 40 kilometre mesafede bulunan ve yaklaşık 40 kilometre uzunluğundaki Takoran Vadisi, içerisindeki kilise, taş köprü ve doğal jeolojik yapılar zengin bitki örtüsü, kaya mezarları ve tarihi yapılarıyla dikkat çekmekte ve bölge halkı tarafından ‘’saklı cennet” olarak anılmaktadır.

Siverek sütun bazaltları oluşumu bakımından volkanik kayaçlardaki soğuma çeşitliliği sebebi ile bilimsel öneme sahip olması yanında Takoran Vadisi’ne yakın bir konumda bulunması nedeniyle jeoturizm potansiyeli taşıyan bu alanın bir jeolojik miras ögesi olarak korunmasını da önemli kılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Jeolojik miras, sütunsal soğuma yapısı, bazalt, Karacadağ, Siverek

Abstract

Urfa province has a significant potential in terms of tourism. Due to the complex geological structure of the province, there are geological heritage areas that are quite important in terms of diversity and quantity.Volcanic structures and karst areas are among the main natural formations. To date, no study has been carried out on geological heritage areas in Urfa Province. The untouched nature of Urfa province, cooling structures in volcanic rocks, melting structures in carbonate rocks and karst formations constitute the geological heritage elements of the province.

Among these areas, the columnar structures in the basalts observed in the Upper Miocene aged Kördis Basalt belonging to the Siverek Group, which constituted the first phase of the volcanic Karcadağ Volcanism in Urfa Province, Siverek district, Ergen Village, are among the Geological Heritage areas that should be transferred to future generations.Among the column structures of which there are several examples in our country, it is one of the most beautiful examples both in terms of its location and visually.

Takoran Valley, which is approximately 40 kilometers long and 40 kilometers away from Siverek district of Şanlıurfa, which is 2 km away as the crow flies from the basalts where columnar cooling structures develop, attracts attention with its unique nature.

The valley, where there are churches, stone bridges and natural geological structures, is referred to as a “hidden paradise” by the local people with its rich vegetation, rock tombs and historical buildings.

Siverek Column Basalts have scientific importance due to the variation in cooling in volcanic rocks in terms of their formation, and at the same time, their location close to the Takoran Valley in today’s conditions makes this area important in terms of conservation and geotourism.

Keywords: *Geological heritage, columnical cooling structures, basalt, Karacadağ, Siverek*

Yanlış bir Mağara Turizmi Uygulaması : Çimağıl Mağarası (Bayburt)

A Wrong Cave Tourism Practice : Çimağıl Cave (Bayburt)

Yıldırım Güngör (1), Yahya Çiftçi (2)

(1) İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Müh.Fak.Jeoloji Müh.Bölümü Büyükçekmece yerleşkesi Hadımköy/İstanbul
(2) Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü (Emekli) Ankara
(yildirim.gungor@iuc.edu.tr)

Öz

Çimağıl Mağarası Bayburt'un 47 kilometre güneydoğusunda bulunan Aşağı Çimağıl köyünün 4.6 kilometre kuzeybatısında, 2550 metre rakımda yer almaktadır. Toplam uzunluğu 1000 metreden fazla olan mağara geç Jura- erken Kretase yaşlı neritik kireçtaşları içinde gelişmiştir. Tavan yüksekliği yer yer 15 metreye kadar çıkmaktadır. Girişi oldukça kolay olan mağaraya ulaşım ise oldukça zordur. Arkeolojik bir öneme sahip olması mağaranın önemini daha da artırmaktadır. Turizme açılan mağaralar bulundukları bölgelere ciddi bir ekonomik katkı sağlamaktadır. Bu anlayış mağaralar için oldukça tehlikelidir. Büyük gelir hevesiyle başlayan yanlış bir yatırım hem ciddi bir ekonomik zarara hem de mağaranın geri dönülmez bir şekilde tahrip edilmesine neden olmaktadır. Çimağıl Mağarası buna çarpıcı bir örnektir. Mağaranın özellikle hayaletler salonu denilen kısmında sarkıt, dikit, traverten havuzları folyo yapıları, perde sarkıtlar başta olmak üzere birçok mağara çökeli bulunmaktadır. Bu salon tek başına mağaranın ziyaret edilmesi için önemli bir sebeptir ve sürdürülebilir kalkınma amaçlarına da uygundur. Bu nedenle geçmiş dönemlerde yapılan bir çalışmayla mağara turizme açılmıştır. Ancak ziyaretçi gelmediği için kısa bir süre işletildikten sonra terk edilmiştir. Bir mağaranın turizme açılabilmesi için öncelikle o mağaranın turizm bölgelerine yakın olması gereklidir. Mağaraya ulaşımın kolay olması ise önemli diğer bir kriterdir. Mağara çökellerinin görsel veya bilimsel olarak zengin olması turizme açılması düşünülen bir mağara için ikinci derecede bir öneme sahiptir. Ulaşımı kolay olmayan bir mağara görsel olarak ne kadar zengin olursa olsun turizme açılmamalıdır. Detaylı bir çalışma yapılmadan sırf bölgeye ekonomik katkıda bulunsun diye yapılan turizmi yatırımının kısa bir süre içinde hüsrana uğraması kaçınılmazdır. Bu bildirinin amacı; ciddi bir alt yapı yatırımı yapıldıktan sonra kısa sürede atıl duruma gelen Çimağıl Mağarasında yapılan hataları öneklerle ortaya koyarak, bu tür hatalı yatırımların yapılmasına engel olmaktır.

Anahtar Kelimeler: Çimağıl Mağarası, mağara turizmi, dikit, sarkıt, sürdürülebilir kalkınma

Abstract

Çimağıl Cave is located at an altitude of 2550 m, 4.6 km northwest of the village of Aşağı Çimağıl, 47 km southeast of Bayburt. It has a total length of more than 1000 metres and was developed within the late Jurassic-early Cretaceous aged neritic limestones. The ceiling height reaches up to 15 metres in places. Access to the cave, which is quite easy to enter, is quite difficult. The fact that it has an archaeological importance increases the importance of the cave even more. Caves opened to tourism make a serious economic contribution to the regions where they are located. This understanding is very dangerous for caves. A wrong investment that starts with the enthusiasm of big income causes both a serious economic loss and irreversible destruction of the cave. Çimağıl Cave is a striking example. There are stalactites, stalagmites, travertine pools, foil structures, curtain stalactites and many cave sediments, especially in the part of the cave called the hall of ghosts. This hall alone is an important reason to visit the cave and it is also suitable for sustainable development purposes. For this reason, the cave was opened to tourism with a study carried out in the past. However, since there were no visitors, it was abandoned after a short period of operation. For a cave to be opened for tourism, it should be close to tourism regions. Easy access to the cave is another important criterion. The fact that the cave deposits are visually or scientifically rich is of secondary importance for a cave to be opened for tourism. A cave that is not easily accessible should not be opened for tourism no matter how visually rich it is. Without a detailed study, it is inevitable that the tourism investment made just to contribute economically to the region will be disappointed in a short time. The aim of this paper is to prevent such erroneous investments by revealing the mistakes made in Çimağıl Cave, which became idle in a short time after a serious infrastructure investment was made.

Keywords: *Çimağıl Cave, cave tourism, stalactite, stalagmite, sustainable development*

Kastamonu Mağaraları ve Kanyonlarının Jeoturizm Potansiyeli

Geotourism Potential of Kastamonu Caves and Canyons

Nazire Özgen Erdem (1), Yıldırım Güngör (2)

(1) Cumhuriyet Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 58140 Sivas
(2) İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Müh.Fak.Jeoloji Müh.Bölümü Büyükçekmece yerleşkesi Hadımköy/İstanbul
(nazire.erdem@gmail.com)

Öz

Kastamonu zengin bir jeoçeşitliliğe, dolayısıyla da zengin bir jeolojik miras envanterine sahiptir. Mağaralar ve kanyonlar bu envanter grubundan sadece ikisidir. Kastamonu mağaralarından dört adedi öne çıkmaktadır. Bu mağaralardan ilki Sarpunalınca Mağarasıdır. Mağara Kastamonu'nun Devrakani ilçesine bağlı Şenlik köyü sınırları içindedir. Birkaç girişi olan mağaraya ulaşım çok kolaydır. Toplam uzunluğu 600 metreden fazla olan mağara çok büyük bir çöküntü salonu ile küçük birkaç dehlizden oluşmaktadır. Büyük çöküntü salonu yaklaşık 30 metre genişliğe ve 20 metre tavan yüksekliğine sahiptir. Mağarayı özel yapan mağara tavanında bulunan ve uzunlukları yer yer 4 metreyi geçen devasa aykırı sarkıtlardır. Bu aykırı sarkıtlar Türkiye'de bilinen hiçbir mağarada gözlenmemiştir. İkinci mağara Devrakani'nin yaklaşık 10 kilometre kuzeyinde bulunan Alçılar köyü sınırları içindeki Gizemli (Sisli) Mağaradır. Çökel açısından oldukça zengin olan mağara büyük bir çöküntü salonu ile birkaç dehlizden oluşmaktadır. Kılıçlı Mağara Loç Vadisindeki köylerden biri olan Çamdibi köyü sınırları içindedir. Üst Jura-Alt Kretase yaşlı **İnaltı** Formasyonu içinde gelişmiştir. Arkeolojik olarak da oldukça önemli olan mağaranın uzunluğu yaklaşık 350 metredir. Mağaranın genişliği 3 ile 20, yüksekliği de 3 ile 13 metre arasında değişmektedir. Bu mağara da çökel açısından oldukça zengindir. Dördüncü mağara olan Ilgarini Mağarası dünya çapında önemli bir antropojenik jeositttir. Ulaşılabilen uzunluk 858 metre, derinlik ise 250 metredir. Mağara içinde oldukça fazla yaşam izleri bulunmaktadır. Mağaranın geçmişi binlerce yıl öncesine kadar gitmektedir. Bu mağara da **Üst Jura-Alt** Kretase yaşlı **İnaltı** Formasyonu içinde gelişmiştir

Kastamonu kanyonları içindeki karstik oluşumlar başlı başına birer jeolojik miras olacak kadar değerli ve zengindir. Kastamonu kanyonları arasında en ünlü olanı Valla kanyonudur. Geçilmesi oldukça zor ve profesyonel donanım gerektiren bir kanyondur. Kanyon duvarları yer yer 1000 metreyi geçmektedir. Azdavay sınırları içinde olan Çatak kanyonunun kaya duvarları da yer yer 800 metreye kadar ulaşmaktadır. Çatak kanyonu da donanımsız geçilecek bir kanyon değildir. Hora kanyonu diğer iki kanyona göre nispeten daha kolay olmasına rağmen rehbersiz geçilmemesi gereken bir kanyondur.

Bu bildirinin amacı sadece macera turizmi ile ön plana çıkmaya çalışan Kastamonu'nun bazıları dünya çapında olan mağaralarının ve kanyonlarının aslında birer jeoturizm öğesi olduklarını ve bu açıdan ele alınmaları gerektiğini tartışmaktır.

Anahtar kelimeler: Aykırı sarkıt, jeolojik miras, jeosit, jeopark, Kastamonu.

Abstract

Kastamonu has a rich geodiversity and, consequently, a significant geological heritage inventory. Among the notable features in this inventory are its caves and canyons. Four caves in Kastamonu stand out due to their unique geological characteristics.The first is Sarpunalınca Cave, located within the borders of Şenlik village in the Devrekani district of Kastamonu. With multiple entrances, the cave is easily accessible. It extends over 600 meters in total and comprises a large collapse hall along with several smaller caverns. The main collapse hall spans approximately 30 meters in width and reaches a ceiling height of 20 meters. What makes this cave particularly remarkable are the exceptionally large stalactites hanging from its ceiling, some exceeding 4 meters in length. These outlier stalactites are unique, as they have not been observed in any other known cave in Turkey.The second cave, known as the Mysterious (Misty) Cave, is located within the borders of Alçılar village, about 10 kilometers north of Devrekani. This cave is rich in sedimentary deposits and consists of a large collapse hall along with multiple caverns.The third cave, Kılıçlı Cave, is situated within the borders of Çamdibi village, one of the settlements in the Loç Valley. It has developed within the Upper Jurassic–Lower Cretaceous-aged Inalti Formation. Archaeologically significant, the cave extends approximately 350 meters in length, with its width ranging from 3 to 20 meters and its height from 3 to 13 meters. It is also rich in sedimentary deposits.The fourth cave, Ilgarini Cave, is an important anthropogenic geosite with global significance. It has an accessible length of 858 meters and a depth of 250 meters. The cave contains numerous traces of ancient human habitation, dating back thousands of years. Like Kılıçlı Cave, it developed within the Upper Jurassic–Lower Cretaceous Inalti Formation.

The karst formations within Kastamonu's canyons are also of considerable geological value, to the extent that they qualify as geological heritage sites in their own right. Among them, the most famous is Valla Canyon, a highly challenging canyon that requires professional equipment for traversal. In some areas, its canyon walls exceed 1,000 meters in height. Çatak Canyon, located within the borders of Azdavay, features rock walls that rise up to 800 meters. Like Valla Canyon, it is not suitable for crossing without specialized equipment. Hora Canyon, though relatively easier to traverse than the other two, still requires a guide for safe passage. The aim of this paper is to highlight that the caves and canyons of Kastamonu, some of which hold international significance, are valuable geotourism assets and should be recognized as such.

Keywords: *Outlier stalactite, geological heritage, geosite, geopark, Kastamonu,*

Gökpınar Vadisi Jeositinde (Denizli, GB Türkiye) Elektrik Üretim Mirası

Electricity Generation Heritage in The Gökpınar Valley Geosite (Denizli, SW Turkey)

Ercan Haytoğlu

Pamukkale Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Tarih Bölümü, Denizli
(ehayt@pau.edu.tr)

Öz

Gökpınar Vadisi, antik dönem yerleşim izleri (mağaralar) ve jeolojik konumu ile bir jeosit özelliğindedir. Vadi başında ve orta kısmında Denizli'nin en önemli su kaynaklarından birisi bulunurken, kente su sağlamaya yönelik boru ve kanallar vadinin içinden geçmektedir. Vadinin her iki yamacı boyunca dikkat çeken traverten-tufa oluşumları ve zengin bitki örtüsü ilgi çekmektedir. Denizli kent merkezine bitişik olması nedeniyle vadi içindeki kontrolsüz konut ve iş yeri yapılaşması, vadi üzerinde ciddi baskı ve tehdit oluşturmaktadır. Bu nedenle jeosit içindeki yapıların tescili ve korunmaları için gerekli adımlar atılmalıdır.

20. yüzyıl başlarında kentlerin elektrik ile aydınlatılması önem kazanmıştır. Vadi, sahip olduğu su kaynakları nedeniyle elektrik üretimi için düşünülmeye başlanmıştır. 1924 yılında başlayan yer seçimi çalışmalarının ilk bölümü vadi üzerinde 1939 yılında inşasına başlanan ve 1948 yılında tamamlanan Gökpınar Hidroelektrik Santrali I ile sonuçlanmıştır. İkincisinin inşasına ilk santralin faaliyete geçtiği yıl başlanmış ve 1954 yılında Gökpınar Hidroelektrik Santrali II olarak faaliyete geçirilmiştir. İlk santrale kapalı, ikinci santrale açık kanallar ile getirilen suyun 100 metreden cebri borular ile akıtılmasıyla elektrik üretilmiştir. Elektrik üretimi gölet oluşturmadan ve vadinin yapısına zarar verilmeden gerçekleştirilmiştir. 1970'li yıllarda üretimden çıkarılan iki santral binası 2018'e kadar varlığını korumuş iken, 2020 yılında Gökpınar Hidroelektrik Santral I binası yıkılmıştır. Zamanla vadi içindeki doğal doku ile uyumlu binalardan biri yok olmuş, ikincisi ise santral binası ve lojmanları ile ivedi olarak korunmaya muhtaç haldedir.

Denizli'de kurulması düşünülen Denizli Traverten Jeoparkı'nın önemli bir jeositi olması düşünülen Gökpınar Vadisi'nin temiz su kaynakları ve elektrik üretim mirasının korunması, görünür hale getirilmesi, farkındalık ve toplumsal bilinç oluşturulmasına öncelikli bir konudur.

Bu çalışma ile vadi, vadi içindeki iki santral yapısı, işleyişi ve binalarının durumu üzerinden değerlendirmeler yapılmıştır. Vadideki jeolojik varlıkların yanısıra, alana değer katan tarihi yapıların önemine dikkat çekilmeye çalışılmıştır. Çalışma hazırlanırken arşiv belgeleri, kitap, makale ve süreli yayınlardan faydalanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Denizli, jeosit, Gökpınar Vadisi, hidroelektrik üretim mirası

Abstract

Gökpınar Valley has a special position with its ancient settlement traces (caves) and geological setting. While one of the most important water resources of Denizli is located at the beginning and middle part of the valley, pipes and canals for the water need of the city pass through the valley. The travertine-tufa formations and rich vegetation along both slopes of the valley attract attention. The uncontrolled residential and commercial construction in the valley, which is adjacent to Denizli city center, poses a serious pressure and threat on the valley. For this reason, necessary steps should be taken for the registration and protection of the constructions in the geosite.

In the early 20th century, the lighting of cities with electricity gained importance. The valley started to be considered for electricity generation due to its water resources. The search started in 1924, resulted in the construction of Gökpınar Hydroelectric Power Plant I in the valley, the first of which was started in 1939 and completed in 1948. The construction of the second one started in the same year as the first one and was commissioned in 1954 as Gökpınar Hydroelectric Power Plant II. Water was brought to the first power plant through closed channels and to the second power plant through open channels and electricity was generated by flowing through penstock pipes from 100 meters. Electricity production was achieved without creating a pond or damaging the structure of the valley. While the two power plant buildings, which were decommissioned in the 1970s, existed until 2018, the Gökpınar Hydroelectric Power Plant I building was demolished in 2020. Over time, one of the buildings compatible with the natural texture in the valley was destroyed, while the second one is in urgent need of protection with its buildings and lodgings.

First and foremost, clean water basins are under threat. It is a priority issue to protect and make visible the clean water resources and electricity generation heritage of Gökpınar Valley, which is considered to be an important geosite of the Denizli Travertine Geopark to be established in Denizli, and to raise awareness and social consciousness.

With this study, evaluations will be carried out on the valley, the two power plant structures within the valley, their operation and the condition of their buildings. In addition to the geological assets in the valley, the importance of the historical buildings that add value to the area will be emphasized. Archival documents, books, articles and periodicals were utilized in the preparation of the study.

Keywords: *Denizli, geosite, Gökpınar Valley, hydroelectric production heritage*

KÜLTÜREL JEOLOJİ, JEOLOJİK MİRAS VE JEOTURİZM OTURUMU

Cultural Geology, Geological Heritage and Geotourism Session

Ercan AKSOY, Korhan ÇAKIR, Mehmet ÖZKUL

Poster Sunumlar/*Poster Presentations*

Permiyen–Triyas Yok Oluşu, Taşkent (Konya) Jeosit Önerisi

Permian–Triassic Extinction Event, Taşkent (Konya) Geosite Proposal

Baran Karapunar (1), Müjde Gürsoy (2), Babür Erdem (3)

(1) School of Earth and Environment, University of Leeds, Woodhouse Lane, Leeds, LS2 9JT United Kingdom
(2) MTA Genel Müdürlüğü Şehit Cuma Dağ Tabiat Tarihi Müzesi Çukurambar, 06530 Çankaya, Ankara, Türkiye
(3) Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Biyolojik Bilimler Bölümü, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye
(mujde.gursoy@gmail.com)

Öz

Permiyen–Triyas Yok Oluşu, denizel türlerin %80–95'inin, karasal omurgalı familyaların %70'inin yok olduğu tahmin edilen, Fanerozoyik'teki beş kitlesel yok oluştan en büyüğüdür. Yaklaşık 252 milyon yıl önce gerçekleşen ve 60.000 yıl süren bu yok oluşun Sibirya'da meydana gelen volkanik patlamalar sonucunda ortaya çıkan CO2 gibi sera gazlarının ortalama küresel sıcaklığı 12°C'ye varan miktarlarda artırması ve denizlerde artan oksijensizlik nedeniyle gerçekleştiği düşünülmektedir.

Dünya'da denizel ortamlardaki Permiyen–Triyas geçişinin kesintisiz veya az kesintili olarak gözlenebildiği, çoğunlukla kalınlığı 10–50 metre arasında değişen 10 civarında lokalite bulunmaktadır. Türkiye'de tespit edilen bazı alanlarda Permiyen–Triyas denizel çökellerinin kalınlıkları yüzlerce metreyi bulmaktadır. Türkiye'deki bu çökeller yok oluşun ve yok oluş sonrası canlı çeşitliliğindeki iyileşmenin fosil kayıtlarla gözlenebildiği çok nadir örneklerden biridir. Taşkent (Konya) lokalitesi de bunlardan biridir ve hem bilimsel olarak hem de jeoturizm açısından Türkiye ve Dünya ölçeğinde oldukça önemli bir jeolojik mirastır.

Jeosit olarak önerilen yaklaşık 80 km2'lik alan, Orta Torosların kuzeyinde, Taşkent ilçesinin güneyinde yer almaktadır. Permiyen–Triyas yaşlı birimler, Geç Devoniyen–Geç Kretase aralığında çökelmiş olan Aladağ Birliği içerisinde yer alır. Üst Permiyen, bol foraminifer, alg, ekinoderm, mollusk, brakiyopod içeren Çekiç Dağı Formasyonu ile temsil edilir ve Permiyen–Triyas sınırı öncesinde ince bir tabaka olarak depolanan yok oluş sonrası oolitli seviye ile son bulur. Üzerine Triyas yaşlı Gevne Formasyonu'nun az fosilli stromatolitli ve oolitli kireçtaşı seviyeleri gelir. Bu katmanların üzeri, Alt Triyas'a ait bol bivalv, gastropod ve ammonit içeriği ile göze çarpan kiltaşı ve kireçtaşı ardalanması ile örtülür.

Türlerin yok oluşunun anlaşılmasında fosil kayıtların öneminin kavranmasının yanı sıra, Konya Taşkent lokalitesi zengin endemik florasıyla, günümüzdeki biyoçeşitlilik kriziyle ilgili farkındalık oluşması için de bir fırsat sunmaktadır. Paleontolojik ve jeolojik önemi yüksek olan erişimin kolay olduğu bu alanın jeolojik miras olarak tanımlanması, buradaki nadir tabiat varlıklarının koruma altına alınmasını sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Jeosit, jeo-koruma, jeolojik miras, Permiyen–Triyas, yok oluş.

Abstract

The Permian–Triassic Mass Extinction is the largest of the big five mass extinctions in the Phanerozoic, during which 80–95% of marine species and 70% of terrestrial vertebrate families are estimated to become extinct. This mass extinction, which took place about 252 million years ago and lasted 60,000 years, is thought to have been driven by a rapid global warming up to 12°C and oceanic deoxygenation linked with the CO2 emissions from the Siberian traps.

There are approximately 10 localities in the world where the Permian–Triassic transition in marine environments was continuously or nearly continuously deposited, most of which yield strata ranging from 10–50 metres in thickness. In Türkiye, the thickness of the Permian-Triassic marine sediments reaches hundreds of metres in some of the studied areas. These deposits in Türkiye are one of the very few examples on Earth where extinction and post-extinction recovery of organisms can be observed in the fossil record. Taşkent, Konya is one of these few localities and is a very important geological heritage in Türkiye and in the World both scientifically and in terms of geotourism.

*The approximately 80 km2 area proposed as a geosite herein is located in the north of the Central Taurus Mountains, south of the Taşkent district. The Permian–Triassic strata belong to the Alada**ğ** Unit, which was deposited in the Late Devonian–Late Cretaceous interval. The Permian is represented by the **Çekiç Dağı** Formation, which yields abundant foraminifera, algae, echinoderms, molluscs, and brachiopod, and terminates with a thin post-extinction oolite bed deposited before the Permian–Triassic boundary. It is overlain by the less fossiliferous stromatolite and oolitic limestone beds of the Triassic Gevne Formation. These beds are overlain by the Lower Triassic mudstone and limestone succession with abundant bivalves, gastropods and ammonites.*

In addition to understanding the importance of the fossil record in the inference of species extinctions, with its rich endemic fauna, the Taşkent locality in Konya provides an opportunity to raise awareness about the ongoing biodiversity crisis. The recognition as a geological heritage of this easily accessible area with high palaeontological and geological importance ensure the protection of this unique natural heritage.

Keywords: *Geosite, geo-conservation, geological heritage, Permian–Triassic, mass extinction.*

MAGMATİZMA VE MAGMATİK SÜREÇLER OTURUMU

Magmatism and Magmatic Processes Session

Fuat ERKÜL, Emrah Yalçın ERSOY, Ş. Can GENÇ, Hadi Shafaii MOGHADAM, İbrahim UYSAL, Fatma GÜLMEZ YILDIRIM

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

Üst Mantoda Mafik Magma Etkileşim Süreçleri ve Kromit Yataklarının Oluşumu

Passage of Mafic Magmas and Formation of Chromite Deposits in the Upper Mantle

Mei-Fu Zhou

Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Science, Guiyang, China
(zhoumeifu@vip.gyig.ac.cn)

Öz

Ofiyolitik istiflerin manto kesimini temsil eden peridotitler, boyutları yüzlerce metreye kadar ulaşabilen, düzensiz ve lentiküler şekillerde gözlenen podiform kromititler içerirler. Bu kromititler, fosil petrografik Moho'nun hemen altında, üst mantodaki farklı petrolojik süreçlerle oluşmuş ve üst manto boyunca hareket eden mafik magmalar içinde meydana gelmiştir. Yitimle ilişkili bir ortamda, astenosferik mantoda oluşan ergiyikler yukarı doğru hareket ederek yitim zonu bölgesine taşınır. Bu ergiyiklerin yiten levha ile etkileşimi, ergiyik bileşiminde bir değişime neden olur ve bu bileşimsel değişim neticesinde kromit kristalizasyonu tetiklenmiş olur. Oldukça küçük kromit daneleri, metazomatize olmuş manto kaması içinden geçen ve yukarı doğru hareket eden ergiyik içerisinde taşınır. Kromit içeren bu ergiyikler, en üst manto yakınındaki magma kanallarında kromit birikimini sonuçlar; bu noktada, yukarı doğru akış dikeyden yataya yakın bir hale geçer ve akış hızı önemli ölçüde azalır. Bu süreçle birlikte, manto koşulları altında ergiyiklerde çözücülerin etkin taşınımı sayesinde küçük danelerin birleşip iri danelerin oluşması yoluyla kromit nodüllerinin oluşumu, yenilikçi bir kinetik Monte Carlo Potts modeli ile simüle edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kromitit, mafik magma, simülasyon, üst manto

Abstract

Mantle peridotites of many ophiolites contain podiform chromitites that are concentrated as irregular to lenticular orebodies with sizes up to hundreds of meters. These chromitites were formed just below the fossil petrologic Moho by a unique process in the upper mantle. They were formed in mafic magmas that pass through the upper mantle. In a subduction-related setting, melts generated in asthenospheric mantle migrated upwards and pass through the subduction zone. Assimilation of magmas with the subducted slab triggered chromite crystallization. Minute grains of chromite are suspended in the upward-moving magmas as they migrate through the overlying metasomatized mantle wedge. Such chromite-bearing magmas eventually deposit chromite in magma conduits in the uppermost mantle close to the Moho where the upward flow changes from vertical to subhorizontal and velocity is greatly reduced. This process is successfully simulated. In addition, we use a novel kinetic Monte Carlo Potts model to simulate the formation of chromite nodules via growth of large grains facilitated by the consumption of smaller ones with effective transport of solutes in melts under the mantle conditions.

Keywords: *Chromitite, mafic magma, simulation, upper mantle*

Yitim Başlangıcında Çok Fazlı Manto Ergime ve Metasomatizma Süreçleri: Kretase Yaşlı Kızıldağ Ofiyoliti'ne (G-Türkiye) Ait Jeokimyasal ve Os-izotop Verileri

Multiple Mantle Melting and Metasomatism during the Initial Stages of Subduction: Multi-geochemical and Os-Isotope Evidence from a Well-Preserved Cretaceous Kızıldağ Ophiolite, Southern Türkiye

İbrahim Uysal (1), Ahmet Dündar Şen (2), Ben-Xun Su (3), Yalçın Ersoy (4), Yılmaz Demir (5), Qi-Qi Pan (3), Utku Bağcı (6), Marguerite Godard (7)

(1) Karadeniz Technical University, Department of Geological Engineering, Trabzon, Türkiye
(2) Gümüşhane University, Department of Geological Engineering, Gümüşhane, Türkiye (ahmetds@gmail.com)
(3) State Key Laboratory of Lithospheric and Environmental Coevolution, Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029, China
(4) Dokuz Eylül University, Department of Geological Engineering, İzmir, Türkiye
(5) Recep Tayyip Erdoğan University, Department of Geological Engineering, Rize, Türkiye
(6) Mersin University, Department of Geological Engineering, Mersin, Türkiye
(7) Géosciences Montpellier, Université de Montpellier, CNRS, Montpellier, France

Öz

Ofiyolitlerin oluşum ve evrim süreçleri için çeşitli modeller önerilmiş olmasına rağmen tektonik oluşum modelleri tartışılmaya devam etmektedir. Anadolu'da bulunan ve Tetis okyanus kabuğunun bir kalıntısı olan Kızıldağ ofiyoliti, yitim ile ilişkili süreçler ve manto dinamikleri hakkında kritik bilgiler sunmaktadır. Bu çalışma, manto peridotitleri ve ilişkili kabuk kayaçlarından elde edilen örneklerin mineral ve tüm kayaç bazında ana oksit ve iz element içeriklerinin yanı sıra siderofil elementler ve Re-Os izotop içeriklerine dair yeni analiz sonuçları sunmaktadır. Petrografik özelliklere dayalı olarak iki farklı manto peridotit grubu tanımlanmıştır: Grup-1 harzburjitler, orijinal manto koşullarına işaret eden düşük modal klinopiroksen bolluklarına sahip ve yüksek derecede tüketilmiş karakter sunarken Grup-2 harzburjitler, ikincil klinopiroksen içeren ve zenginleşmiş iz element konsantrasyonlarına sahip, metasomatik süreçlerin izlerini taşıyan manto peridotitlerini temsil etmektedir. Her iki gruba ait spinel analizlerinden elde edilen yaklaşık kısmi erime dereceleri %17 ilâ %20 arasında değişmektedir. Buna karşılık, ortopiroksen (Opir) iz element bileşimleri kısmi ergimenin ilksel olarak garnet duraylılık alanında başladığını (%2-18) ve ardından spinel (Spl) duraylılık alanında devam ettiğini (%4-12), dolayısıyla söz konusu peridotitlerin toplam %13 ilâ %25 arasında değişen kısmi ergime kalıntıları olduklarını göstermektedir. Her iki mineral fazı da ergime süreçleri hakkında önemli bilgiler sunmakla birlikte metasomatik alterasyon izleri de göstermektedir. Bu durum, bu iki fazın (opir ve spl), manto ergime derecelerinin daha doğru bir tahmini için birlikte değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Grup-2 harzburjitlerde gözlenen önemli metasomatizma bulguları, söz konusu ofiyolitik manto peridotitlerinin basit bir kısmi ergime kalıntısı olmadıklarını ve ilksel jeokimyasal bileşimlerinin önemli derecede değişmiş olabileceğini göstermektedir. Bununla birlikte, kabuksal kayaçlar tipik yay-önü bazaltından boninit bileşimine geçişi işaret eden iz element dağılımları ve uyumsuz element zenginleşmeleri sunmaktadır. Bu veriler yitim ile ilişkili magma bileşimini yansıtmaktadır ve manto ergime süreçleri ile yitim arasındaki dinamik etkileşimlerin varlığını göstermektedir. Manto ve kabuksal kayaçlara ait Os izotop (187Os/188Os) değişimleri, mantodaki ergiyik etkileşimleri ve yiten okyanusal kabuktan türeyen radyojenik osmiyumun (187Os) mantonun Os-izotop bileşiminde bir değişimi sonuçlaması gibi kompleks olayların yitimin farklı safhalarında rol aldığını göstermektedir. Bu çalışma, Kızıldağ ofiyolitinin jeokimyasal evrimi hakkında önemli veriler içermekte olup, Tetis okyanusal litosferinin yitimi ile ilişkili tektonik ve magmatik süreçlerin daha iyi anlaşılmasına katkıda bulunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kısmi ergime, Kızıldağ ofiyoliti, Manto metasomatizması, Ofiyolit, Yitim Başlangıcı

Abstract

Complex processes for the formation and evolution of ophiolites have been proposed but are not yet fully demonstrated. The Kızıldağ ophiolite, a significant remnant of the Tethyan oceanic crust located in the Anatolian region, provides critical insights into subduction-related processes and mantle dynamics. This study presents new analyses of major and trace elements from mineral and bulk rock samples, together with highly siderophile element and Re-Os isotopic measurements, collected from mantle peridotites and associated crustal rocks. Based on petrographic features, two distinct groups of mantle peridotites are identified: Group-1, which comprises highly depleted harzburgites with low modal abundances of clinopyroxene, indicative of original mantle conditions; Group-2, characterized by secondary clinopyroxene and elevated trace element concentrations, indicating significant metasomatic processes. The estimated degrees of partial melting for both groups of peridotites, derived from spinel analyses, range from 17% to 20%. In contrast, orthopyroxene compositions suggest that melting primarily occurred in the garnet stability field (2-18%) before transitioning into the spinel stability field (4-12%), resulting in total melting degrees between 13 and 25%. Although both mineral phases provide valuable insights into melt extraction processes, they also exhibit signs of metasomatic alteration. This suggests that these two phases should be evaluated together for a more accurate estimate of the mantle's degree of melting. The significant metasomatism observed in Group-2 implies that the ophiolitic mantle peridotites do not merely represent melt residues, complicating interpretations of their geochemical signatures. Furthermore, the crustal rocks exhibit geochemical signatures indicative of a transition from fore-arc basalt to boninite, characterized by unique trace element patterns and enrichments in incompatible elements. These signatures reflect the influence of subduction-related magmas and signify the dynamic interactions between mantle processes and subduction. Variations in osmium isotope ratios (187Os/188Os) of mantle and crustal rocks reveal further complexities regarding melt interactions and the incorporation of radiogenic osmium from subducted oceanic crust into the mantle. This study enhances our understanding of the geochemical evolution of the Kızıldağ ophiolite and provides valuable insights into the tectonic and magmatic processes associated with the subduction of the Tethyan ocean.

Keywords: *Kızıldağ ophiolite, Mantle metasomatism, Ophiolite, Partial melting, Subduction initiation*

Tuzla Ofiyoliti Lökokratik Kayaçlarının İç Toros Okyanusu ile İlişkisi

The Relationship Between the Leucocratic Rocks of the Tuzla Ophiolite and the Inner Tauride Ocean

Rahmi Melih Çörtük (1), Ömer Faruk Çelik (1), Mutlu Özkan (2), Joshua H. F. L. Davies (3), Andrea Marzoli (4)

(1) Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 41380 Kocaeli/Türkiye
(2) Kocaeli Üniversitesi, Çevre Koruma Teknolojileri Bölümü, 41285, Kocaeli, Türkiye
(3) Département des Sciences de la Terre et de l'Atmosphère/Geotop, Université du Québec à Montréal, Québec, H2X3Y7, Canada
(4) Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali, Università di Padova, 35020 Legnaro, Italy
(rahmimelih@gmail.com)

Öz

Plajiyogranitler ofiyolitik istifler içerisinde küçük hacimli olarak gözlenmelerine rağmen, eski okyanusal alanların oluşum süreçleri ve zamanları hakkında oldukça değerli bilgiler sağlayan lökokratik kayaçlardır. Türkiye'nin güneyindeki Toros Kuşağı Ofiyolitleri baskın olarak manto peridotitleri ve kümülat gabrolarla karakterize edilmektedir. Ancak, Doğu Toroslar'daki Tuzla ofiyoliti, lökokratik kayaçların oluşum süreçlerinin anlaşılması bakımından Toros kuşağı ofiyolitleri içerisinde önemli bir yere sahiptir. Tuzla ofiyoliti ofiyolitik istifin manto bölümüne ait kayaçlar ve üst kabuk bölümünü temsil eden bazaltik volkanik kayaçlardan meydana gelmekte olup, bu kayaçlar plajiyogranitler ve doleritler tarafından kesilmektedir. Tuzla ofiyolitine ait kabuksal kayaçlardan yapılan jeokimyasal çalışmalar, bu ofiyolitik kütlenin Toros kuşağı ofiyolitlerine benzer şekilde yitim zonu üstü (SSZ) koşullarında oluştuğunu göstermektedir. Bu ofiyolitik kütle içerisindeki plajiyogranit daykları saha, mineralojik ve jeokimyasal verileri ile U-Pb kristallenme yaşlarındaki farklılıklara göre Tip-I ve Tip-II olmak üzere iki farklı dayk tipi olarak ayırt edilmiştir. Bazaltik volkanik kayaçları kesen Tip-I dayklar düşük K_2O (<0.2 ağ. %) ve yüksek Na_2O (6.8–7.2 ağ. %) içeriğine sahiptir ve mineral bileşimleri esas olarak plajioklaz ve kuvarstan, az miktarda ferromagnezyen fazlardan oluşur. Tip-I daykların kondrite normalize edilmiş Nadir Toprak Element (NTE) desenleri, genel olarak düşük NTE konsantrasyonları, nispeten düz dağılım desenleri, bu kayaçların MORB tipi magmaların fraksiyonel kristallenmesiyle oluştuğunu işaret etmektedir. Tip-II dayklar ise Tuzla Ofiyoliti'nin manto bölümüne ait kayaçları kesmekte olup, yüksek SiO_2 (72.1 ağ. %), Na_2O (6.7 ağ. %), nispeten yüksek K_2O (1.1 ağ. %), yüksek Al_2O_3 (14.1 ağ. %), güçlü pozitif Eu anomalileri ve belirgin zenginleşmiş NTE desenleriyle karakteristiktir. Bu durum, Tip-II daykların yitim süreçlerindeki akışkanların etkisiyle değişime uğramış metasomatize manto kaynağının kısmi ergimesi ile oluştuğunu düşündürmektedir. Ayrıca, kalsik amfibollerin çeperlerinde gelişen alkali amfibollerin (riyebekit) varlığı bu kayaçların metasomatik süreçlerden etkilendiklerini işaret etmektedir. LA-ICP-MS U–Pb zirkon yaşlandırma analizleri, iki farklı magmatik fazın varlığını ortaya koymaktadır: Tip-I plajiyogranitler 92.2 ± 0.3 My (εHf(t) = +1.3 ila +26.6) U-Pb zirkon kristallenme yaşı vermiş olup, SSZ İç Toros Okyanusal alanının açılma zamanıyla uyumludur. Tip-II plajiyogranitler ise 82.8 ± 0.3 My (εHf(t) = +2 ila +12.3) zirkon kristallenme yaşı vermiş olup, bu yaş verisinin, yitim süreçleriyle modifiye edilmiş metasomatik manto kaynağından türeyen geç evre magmatik aktiviteyi temsil ettiği düşünülmektedir.

Bu çalışma TÜBİTAK (Proje No: 117Y392) tarafından finanse edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: İç Toros Okyanusu, Kretase, Plajiyogranit, Ofiyolit, Toros kuşağı

Abstract

Although plagiogranites occur in small volumes within ophiolitic sequences, they are leucocratic rocks which provide highly valuable insights into the formation processes and timing of ancient oceanic domains. The Tauride Belt Ophiolites in southern Türkiye are predominantly characterized by mantle peridotites and cumulate gabbros. However, the Tuzla Ophiolite in the Eastern Taurides is the significant area among the Tauride Belt ophiolites for understanding the formation processes of leucocratic rocks. The Tuzla Ophiolite consists of mantle rocks of the ophiolitic sequence and basaltic volcanic rocks representing the upper crustal section, which are intruded by plagiogranites and dolerites. Geochemical studies on the crustal rocks of the Tuzla Ophiolite indicate that, this ophiolitic body formed in a supra-subduction zone (SSZ) setting similar to other Tauride Belt ophiolites. Based on field observations, mineralogical and geochemical data, and differences in U–Pb crystallization ages, the plagiogranite dykes within this ophiolitic body are classified into two distinct types as Type-I and Type-II. Type-I dykes, which intrude basaltic volcanic rocks, have low K_2O (<0.2 wt.%) and high Na_2O (6.8–7.2 wt.%) contents, with mineral assemblages primarily composed of plagioclase and quartz, along with minor ferromagnesian phases. Chondrite-normalized rare earth element (REE) patterns of the Type-I plagiogranites, characterized by low overall REE concentrations and relatively flat distributions, suggest that these rocks originated through the fractional crystallization of MORB-type magmas. Type-II dykes, on the other hand, intrude mantle-derived rocks of the Tuzla Ophiolite and are characterized by high SiO_2 (72.1 wt.%), Na_2O (6.7 wt.%), relatively high K_2O (1.1 wt.%), elevated Al_2O_3 (14.1 wt.%), strong positive Eu anomalies, and distinct enriched REE patterns. These geochemical characteristics suggest that Type-II dykes formed through the partial melting of a metasomatized mantle source due to the subduction-related fluids. Additionally, the presence of alkali amphiboles (riebeckite) developing along the rims of calcic amphiboles indicates that these rocks were influenced by metasomatic processes. LA-ICP-MS U–Pb zircon dating analyses reveal the presence of two distinct magmatic phases: Type-I plagiogranites yield a U–Pb zircon crystallization age of 92.2 ± 0.3 Ma (εHf(t) = +1.3 to +26.6), which is consistent with the spreading period of the SSZ Inner Tauride Oceanic domain. Type II plagiogranites yield a zircon crystallization age of 82.8 ± 0.3 Ma (εHf(t) = +2 to +12.3), which represents a late-stage magmatic activity derived from a subduction-modified, metasomatic mantle source.

This study was funded by TÜBİTAK (Project No: 117Y392).

Keywords: *Inner Tauride Ocean, Cretaceous, Plagiogranite, Ophiolite, Tauride Belt*

Ezine-Ayvacık Magmatik Sistemleri ile ilişkili U-Th ve Nadir Toprak Element Zenginleşmesinin Değerlendirilmesi

Evaluation of the origin of U-Th and Rare Earth Element enrichment associated with the Ezine-Ayvacık Magmatic Systems

Fatma Gülmez (1), Zekiye Karacık (1), Yüksel Örgün (1), Ş. Can Genç (1), Namık Aysal (2)

(1) Department of Geological Engineering, Faculty of Mines, Istanbul Technical University, 34469, Istanbul, Türkiye
(2) Department of Geological Engineering, Faculty of Engineering, Istanbul University-Cerrahpaşa, 34320, Istanbul, Türkiye
(gulmezf@itu.edu.tr)

Öz

Batı Anadolu'daki Oligo-Miyosen yaşlı magmatizma, granitik plütonlar (Kestanbol, Evciler, Eybek, Ilıca, Çataldağ ve Kozak) ile geniş alanlara yayılan volkanik birimler tarafından temsil edilmektedir. Bölgedeki magmatik süreçlerin, yitim bileşenli metasomatik bir manto kaynağından türediği ve fraksiyonel kristallenme ile eşlik eden kıtasal kabuk katkısı mekanizmalarının etkisiyle evrildiği gösterilmiştir. Tüm bu magmatik sistemler içerisinde yalnızca Biga Yarımadası'nın güneybatısında yer alan Kestanbol Plütonu ve Nusratlı-Arıklı tüfleri, uranyum, toryum ve nadir toprak elementleri bakımından zenginleşmeler sergilemektedir. Ancak mevcut veriler, bu zenginleşmelerin kökenini açıklamak için yetersizdir.

Çoğunlukla monzonit, monzodiyorit ve siyenit litolojilerinden oluşan Kestanbol Plütonu, potasik-ultrapotasik dayklar, aplitik-pegmatitik damarlar, mikrodiyoritik anklavlar ve nefelin monzogabro bileşimli mafik bloklar içerir. Plütonun doğusu, latitik porfirlerden oluşan bir kuşak ile çevrilidir. Magmatizma ile eş zamanlı olarak andezitik ve riyolitik lavlardan oluşan Ayvacık volkanikleri ile Tuzla Fayı'nın güneyindeki alanlarda sınırlanmış piroklastik baskın Balabanlı volkaniklerini oluşturmuştur. Bu çalışma kapsamında, radyoaktivite anomalilerinin gözlendiği Nusratlı-Arıklı tüflerinden elde edilen jeokronolojik bulgular (zirkon U-Pb: 18.38 ± 0.45 My), Balabanlık volkanikleri ile bu tüflerin eş yaşlı olduğunu göstermektedir.

Ezine-Ayvacık magmatik sistemini temsil eden kayaçlarda gerçekleştirilen tüm kayaç jeokimyası, mineral kimyası ve radyoaktivite analizleri sonucunda, U-Th ve radyonüklidler bakımından en zengin litolojilerin plütona ait pegmatitik damarlar olduğu belirlenmiştir (U: 11- 108 ppm, Th: 23- 297 ppm). Alkali feldispat pegmatitler, aksesuar olarak sfenle birlikte torit grubu mineraller içermektedir. Silise doyumsuz kayalar içinde, yaygın olarak apatit içeren fonolitik daykların radyoelement içeriklerinin (ort: U 30, ort. Th: 105 ppm) lamprofirik dayklar(ort. U: 15, ort. Th: 61) ve nefelin monzogabro blokuna (U: 9 ppm, Th: 31 ppm) kıyasla belirgin şekilde daha yüksek olduğu ortaya konmuştur. Magmatizmanın en genç ürünü olan riyolitik lavlarda uranyum (1-5 ppm) ve toryum (0-22 ppm) içerikleri düşüktür. Bununla birlikte, özellikle fay zonları boyunca alterasyona uğramış (killeşme, zeolitleşme, demir oksit mineralizasyonu vb.) riyolitik ve andezitik lavlarda uranyum değerleri yükselmektedir (U: 15 - 60 ppm). İgnimbritlerde, fiamme ve camlarda yapılan noktasal analizler, bu fazların U ve Th içeriklerinin düşük olduğunu; ancak zeolitleşmiş matrikste değerlerin yükseldiğini (U < 21 ppm, Th < 30 ppm) ortaya koymuştur.

Elde edilen veriler, Ezine-Ayvacık magmatik sisteminde U, Th ve REE zenginleşmelerinin, plütonik ve hipabisal kayalarda aksesuar fazlar (sfen, apatit ve torit grubu mineraller), volkanik kayalarda ise alterasyon süreçleri tarafından kontrol edildiğine işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: U-Th zenginleşmesi, Magmatizma, Torit, U-Pb jeokronoloji, Kestanbol Plütonu, Ezine-Ayvacık magmatik sistemi

Abstract

Oligo-Miocene magmatism in western Anatolia is represented by granitic plutons (Kestanbol, Evciler, Eybek, Ilıca, Çataldağ and Kozak) and widespread volcanic units. The igneous processes originated from a mantle source metasomatized by subduction components and evolved through fractional crystallization accompanied by crustal assimilation. Among these magmatic systems, Kestanbol pluton and the Nusratlı-Arıklı tuff in the southwest of the Biga peninsula exhibit uranium, thorium and associated REE enrichments. However, the available data remain insufficient to fully explain the origin of these enrichments.

The Kestanbol Pluton, composed primarily monzonite, monzodiorite and syenite type lithologies, contains potassic-ultrapotassic dykes, aplitic-pegmatitic veins, microdioritic enclaves and mafic blocks of nepheline monzogabbro in composition. Along its east margin, the pluton is bordered by latitic porphyries. Magmatism coevally produced the Ayvacik volcanics, composed mainly of andesitic and rhyolitic lavas, and slightly younger pyroclastic-rich Balabanlı volcanics located south of the Tuzla fault. In this study, geochronological data (zircon U-Pb: 18.38 ± 0.45 My) obtained from the Nusratli-Arıklı tuffs which exhibit radioactive anomalies, indicate that they are coeval with the Balabanlı volcanics.

Whole rock geochemistry, mineral chemistry and radioactivity analyses of rocks from the Ezine-Ayvacik magmatic system revealed that the highest U-Th and radionuclides concentrations occur in the pegmatitic veins (U: 11-108 ppm, Th: 23-297 ppm) of the pluton. The alkali feldspar pegmatites contain thorite-group minerals with sphene, as accessory phase. Among the silica-undersaturated rocks, radioelement concentrations of phonolitic dykes (av. U: 30, av. Th: 105 ppm) containing predominantly apatite as accessory phase are significantly higher than those of lamprophyric (mean: U 15, Th 61) and nepheline monzogabbro blocks (U 9 ppm, Th 31 ppm). Rhyolitic lavas, the youngest product of the Oligo-Miocene magmatism in the region, have low uranium (1-5 ppm) and thorium (0-22 ppm) contents. However, radioelement concentration increases in rhyolitic and andesitic lavas affected by alteration (mineralization of clay, zeolite, iron oxide, etc.), especially along fault zones (U: 15-60 ppm). In-situ analyses on fiamme and glass in ignimbrites show that the U and Th contents of these phases are low, but the values increase in the zeolitic matrix (U < 21 ppm, Th < 30 ppm).

The findings of this study reveal that U, Th and REE enrichments in the Ezine-Ayvacik magmatic system are controlled by accessory phases (sphene, apatite and thorite group minerals) in plutonic and hypabyssal rocks and by alteration processes in volcanic rocks.

Keywords: *U-Th enrichments, Magmatism, Thorite, U-Pb geochronology, Kestanbol Pluton, Ezine-Ayvacık magmatic system.*

Galatya Volkanik Bölgesinin Miyosen Dönemi Magmatik Evrimi

The Magmatic Evolution of the Galatian Volcanic Province During the Miocene

Özgür Karaoğlu (1), Elif Varol (2), Michele Lustrino (3), Massimo Chiaradia (4), Özlem Toygar Sağın (1), Sidney R. Hemming (5), İbrahim Uysal (6)

(1) Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 26040, Eskişehir, Türkiye
(2)Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800, Ankara, Türkiye
(3) Dipartimento di Scienze della Terra, Sapienza Università di Roma, P.le A. Moro, 5, 00185, Roma, Italy
(4) Department of Earth Sciences, University of Geneva, Rue des Maraîchers 13, 1205 Geneva, Switzerland
(5) Department of Earth and Environmental Sciences, Columbia University, New York, NY 10027, USA
(6) Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 61080, Trabzon, Türkiye
(ozgur.karaoglu@ogu.edu.tr)

Öz

Galatya Volkanik Bölgesi (GVB), Kuzeybatı Anadolu'daki en büyük Neojen yaşlı volkanik bölgelerden biri olup, yaklaşık 8.900 km²'lik bir alanı kaplamaktadır. Volkanik aktivite 22.5-7.5 My önce gerçekleşmiştir. GVB boyunca dokuz büyük stratovolkan püskürmelerinden lav akıntıları ve piroklastik birikimler oluşmuştur. Bunlardan dördü kaldera çökme evresiyle ilişkilidir. Batı GVB boyunca volkanik ve volkanoklastik seriler yaklaşık ~700 metre kalınlığında bir ardalanma oluşturur. GVB'nin en büyük volkanı, bu bölgenin kuzeybatısında yer alan Köroğlu stratovolkanıdır. GVB genelinde lav serileri ile ana volkanik yapıları oluşturan domlar ve intrüzyonlar yaygındır. Volkanların koni oluşum evrelerinde, çeşitli püskürme merkezlerinin yan yamaç çöküşleri ve birkaç kaldera yapısını içeren piroklastik akıntılar, piroklastik düşme ve yayılım çökelleri gibi proksimal istifler oluşmuştur. Daha sonraki piroklastik birimler, ağırlıklı olarak asidik bileşimli olup Sarıkavak çevresindeki merkezi GVB'nin merkezi ile güney ve batı kesimlerinde, özellikle Seben-Beypazarı-Güdül civarında daha kesintisiz bir şekilde izlenmektedir. Heterojen breş katmanları ve lav blokları, genellikle piroklastik birikimlerle ardalanmış olarak, GVB genelinde yaygındır.

Volkanik kayaçlar bileşimsel olarak, alkalen-subalkalen, bazik ile asidik bileşimler arasında değişmekte olup genellikle geçişken ve sodyumca zengin bir kompozisyon sergilemektedir. GVB volkanik kayaçlarında dengeli koşullarda kristalleşen minerallerin (olivin, piroksen ve plajiyoklaz) ergiyik ile gerçekleştirilen tahmini jeotermobarometrik hesaplamaları, bazaltik bileşimli kayaçlar için ~1070-1235 °C ve ~7-19 kbar, andezitik-dasitik bileşimli kayaçlar için ise ~1000-1150 °C ve ~3-12 kbar sıcaklık-basınç koşullarını göstermektedir. Ana oksit'e karşı SiO_2 Harker değişim diyagramları iyi bir korelasyon göstermekte ve fraksiyonel kristalleşmenin etkilerini ortaya koymaktadır. Radyojenik izotop değişimi göz önünde bulundurarak, fraksiyonel kristalleşmenin yanında etkili bir alt kabuk kirlenmesinin de varlığından söz edilebilmektedir Kısmi ergime modellemesine göre, GVB'nin ana magma kaynaklarının, hafif nadir toprak elementlerinin (REE) fraksiyonlanması temelinde, yüksek spinel/granat oranına sahip lerzolitik bir mantodan %2-10 aralığında gerçekleşen bir ergimeyle oluştuğu hesaplanmıştır.

GVB'nin manto kaynaklarında gözlemlenen kimyasal özelliklere dayalı olarak yitim ile ilişkili metasomatizmanın, Neo-Tetis levhasının kuzey kolunun kuzeye doğru dalmasıyla ilişkili olduğu düşünülmektedir. Süreklilik gösteren levha gerilemesi, Kıbrıs levhasındaki kritik gerilme dağılımıyla birlikte genişlemeye yol açarak GVB volkanik bölgesi boyunca magmanın hareketini tetiklemiştir. Levhanın nihai kopması, Arap levhasının Avrasya ile çarpışması sonrasında toroidal bir manto akışı oluşturmuş ve bu durum, telesismik P-dalgası tomografisi ile görüntülenen pasif ve sıcak astenosfer yükselmesiyle ilişkili olarak GVB'nin doğusunda 15-16 Ma alkalen magmatizmanın geniş çapta yayılmasını kolaylaştırmıştır.

Anahtar Kelimeler: Senozoyik Volkanizma, Galatya, Segmentasyon, Manto, Astenosferik Yükselme

Abstract

The Galatian Volcanic Province (GVP), located in north-western Anatolia, is one of the largest Neogene volcanic provinces, covering an area of ~8,900 km2. The volcanic activity extended from 22.5-7.5 Ma. Lava flows and pyroclastic deposits erupted from nine major stratovolcanoes, four of which are associated with a caldera collapse phase. The volcanic and volcanoclastic series along the western GVP form about a ~700-metres-thick succession. The largest volcano along the entire GVP is the Köroğlu stratovolcano, in the northwest part of this province. Domes and intrusions are common throughout the GVP, as well as the lava series constructing the main volcanic structures. During the building episodes of volcano growth, proximal successions of pyroclastic flows, pyroclastic falls, and rare surge deposits resulted in a few caldera edifices, and multiple flank collapses of the various emission centres. Successive pyroclastic units dominantly characterized by intermediate composition are traced to central GVP around Sarıkavak, more continuously around the southern and western part of the GVP, near Seben-Beypazarı-Güdül. Heterolithic breccia layers and lava blocks, which are usually intercalated with pyroclastic deposits, are found throughout the entire GVP.

Volcanic rocks in the Galatian Volcanic Province (GVP) exhibit compositions ranging from alkaline to subalkaline and from basic to acidic, generally displaying a transitional and sodium-rich geochemical affinity. Geothermobarometric estimations, based on equilibrium crystallisation conditions of minerals such as olivine, pyroxene, and plagioclase in equilibrium with the melt, indicate temperature-pressure conditions of ~1070-1235 °C and ~7-19 kbar for basaltic compositions and ~1000-1150 °C and ~3-12 kbar for andesitic-dacitic rocks. Harker variation diagrams of major oxides against SiO_2 show strong correlations, highlighting the influence of fractional crystallisation processes. Considering radiogenic isotope variations, it is evident that, alongside fractional crystallisation, lower crustal contamination played a significant role in magma evolution. Partial melting modelling suggests that the parental magmas of the GVP were generated from a lherzolitic mantle source with a high spinel/garnet ratio, undergoing partial melting in the range of 2-10%, based on the fractionation of light rare earth elements (REE).

The subduction-related metasomatism inferred for the GVP mantle sources based on their chemistry is interpreted to be linked to the northward subduction of the northern branch of the Neo-Tethys slab. Successive slab retreat resulted in extension for the critical stress distribution through the Cyprus slab, favouring magma propagation for the GVP volcanic region. The eventual break-off of the slab after the continent-continent collision of Arabian with Eurasian could have caused a toroidal mantle flow, favouring the widely distributed 15-16 Ma alkaline magmatism in the eastern GVP, associated with passive hot asthenospheric upwelling imaged by teleseismic P-wave tomography.

Keywords: *Cenozoic Volcanism, Galatean, Segmentation, Mantle, Asthenopheric Upwelling*

Balya (Balıkesir) Porfiri Bakır-Molibden Cevherleşmesi ile İlişkili Magmatik Kayaçların Mineralojik ve Jeokimyasal Özellikleri

Mineralogical and Geochemical Features of Igneous Rocks Related with Balya (Balıkesir) Porphyry Copper-Molybdenum Mineralization

T. Elif Özel Şahin (1), Elif Varol Muratçay (2), Ali İmer (3), Ahmet Baştürk (1), David Selby (5)

(1) Esan Eczacıbaşı Endüstriyel Hammaddeler San. ve Tic. A.Ş, Maltepe, İstanbul, Türkiye,
(2) Hacettepe Üniversitesi, Ankara, Türkiye,
(3) Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ankara, Türkiye,
(4) Durham University, U.K.
(elif.ozel.geo@gmail.com)

Öz

Bu çalışma, Balıkesir-Balya bölgesindeki Pb-Zn-Cu skarn yatağının kuzey kesiminde gerçekleştirilen derin arama sondajlarında kesilen porfiri-tipi bir sistemin varlığını ortaya koyarak, bu sistemi oluşturan magmatik kayaçların mineralojik, petrolojik ve jeokimyasal özelliklerini incelemeyi, bu kayaçların kökenini belirlemeyi ve sistemin oluşumunda etkili olan magmatik süreçleri de ortaya koymayı amaçlamaktadır. Sondaj verileri, granodiyorit porfiri içinde arjilik, propilitik, fillik ve potasik alterasyon zonlarının geçişli bir şekilde geliştiğini ve bu zonlar içerisinde porfiri sistemlere özgü B, M ve D damar tiplerinin yer aldığın göstermektedir. Porfiri Cu-Mo cevherleşmesi özellikle B-tipi kuvars-kalkopirit-molibdenit-pirit damarlarıyla ilişkili şekilde gelişmiştir. Üç molibdenit örneğinden elde edilen Re-Os yaşları cevherleşmenin Geç Oligosen (~26–25.5 Ma) dönemde gerçekleştiğini ortaya koymuştur.

Porfiri Cu-Mo sistemini kesen sondaj karotları ve bölgede yüzeyleyen volkanik kayaçlar üzerinde gerçekleştirilen jeokimyasal analizler, kayaçların bazaltik trakiandezit, trakiandezit, andezit, trakit ve dasit/granodiyorit bileşimde olduğunu ve kalk-alkali özellikler sergilediğini ortaya koymaktadır. Elektron mikroprop analizleri ile belirlenen mineral kimyası verilerine göre kayaçları oluşturan ana mineraller, bazaltik birimlerde plajiyoklaz (labradorit) ve klinopiroksen (ojit), andezitik ve dasitik-granodiyoritik kayaçlarda ise plajiyoklaz (andezin), klinopiroksen (diyopsit), amfibol (pargasit-edenit) ve biyotit olarak tanımlanmıştır. Plajiyoklaz-tüm kayaç jeotermometre hesaplamaları, bazaltik kayaçlar için 1070–1090°C, andezitler için 1010–1020°C ve dasitler için 980–990°C kristalleşme sıcaklıklarını vermektedir. Bu verilere dayanarak, feldispat minerallerinin yaklaşık 15–30 km derinlikte kristalleştiği saptanmıştır. Bu bulgular, bölgede orta kabuk seviyelerinde gerçekleşen magmatik süreçlerin varlığını ortaya koymaktadır.

Balya bölgesindeki magmatik kayaçların jeokimyasal özellikleri, oluşumlarında önemli bir fraksiyonel kristallenme sürecinin etkili olduğunu göstermektedir. Bunun yanı sıra, kayaçlarda, yüksek alan enerjili elementlere (Nb, Ta, Pb, Zr) göre büyük iyon çaplı elementler (Rb, Ba, Th, U, K) ve hafif nadir toprak elementleri (La, Ce, Pr, Nd, Sm) açısından zenginleşme gözlenmiştir. Yüksek BİÇE ve HNTE ile düşük YAE element konsantrasyonları, yalnızca fraksiyonel kristallenmenin değil, aynı zamanda dalma-batma süreçleri ve/veya kabuksal kirlenme olaylarının da etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Belirgin bir Eu anomalisi gözlenmeyen birimlerde (EuN/Eu* = 0.85–1.00) ANTE ve ONTE'lerde HNTE'lere göre eş seviyelerde görülen tükenme kaynak magmaların gelişiminde amfibol fraksiyonlaşmasının rolüne işaret etmektedir. Kayaçlardan elde edilen jeokimyasal verilerden magmatik kökeni ve ergimenin gerçekleştiği ortamı belirlemek amacıyla yapılan kısmi ergime modellemeleri, Balya volkanik kayaçlarının ağırlıklı olarak spinel peridotit kaynaklı, düşük dereceli (<%5) yığın ergimesi sonucunda oluştuğunu göstermektedir.

Bu çalışma, Geç Oligosen dönemde KB Anadolu'da meydana gelen çarpışma sonrası magmatik süreçlerin, bölgede sıkışmalı rejimden genişlemeli rejime geçişin ilk aşamalarında porfiri Cu-Mo cevherleşmelerinin oluşumunda belirleyici bir rol oynadığını ortaya koymaktadır. Elde edilen bulgular, Balya bölgesindeki magmatizma-cevherleşme ilişkilerinin daha iyi anlaşılmasına katkı sağlamakla birlikte bölgenin metalojenik potansiyelinin değerlendirimesi açısından da önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Balya, Magmatizma, Cu-Mo Cevherleşmesi, Jeokimya, Porfiri Sistem

Abstract

This study aims to reveal the existence of a porphyry-type system intersected by deep exploration drilling in the northern part of the Balya Pb-Zn-Cu skarn deposit in the Balıkesir-Balya region. It seeks to investigate the mineralogical, petrological, and geochemical characteristics of the magmatic rocks forming this system, determine their origin, and elucidate the magmatic processes responsible for its formation. Drill core observations indicate a zoned alteration system characterized by argillic, propylitic, phyllic, and potassic alteration alongside charactersitic porphyry-style B, M, and D veins. Porphyry Cu-Mo mineralization is particularly associated with B-type quartz-chalcopyrite-molybdenite-pyrite veins. Re-Os dating of three molybdenite revealed that mineralization occurred in the Late Oligocene (~26–25.5 Ma).

Geochemical analyses of drill core samples intersecting the porphyry system and the outcropping volcanic rocks indicate that these rocks exhibit basaltic trachyandesite, trachyandesite, andesite, trachyte, and dacite/granodiorite compositions with calc-alkaline affinities. Electron microprobe analyses reveal that the main minerals include plagioclase (labradorite) and clinopyroxene (augite) in basaltic rocks, whereas plagioclase (andesine), clinopyroxene (diopside), amphibole (pargasite-edenite), and biotite are dominant in andesitic and dacitic-granodioritic rocks. Whole-rock-plagioclase geothermometry calculations indicate crystallization temperatures of 1070–1090°C for basaltic rocks, 1010–1020°C for andesites, and 980–990°C for dacites. These data suggest that feldspars crystallized at depths of approximately 15–30 km. The results provide evidence that magmatic processes occurred at depth.

The geochemical characteristics of the igneous rocks in the Balya region indicate that fractional crystallization played a significant role in their formation. Additionally, these rocks exhibit enrichments in in large-ion lithophile elements (Rb, Ba, Th, U, K) and light rare earth elements (La, Ce, Pr, Nd, Sm) relative to high field strength elements (Nb, Ta, Pb, Zr). Relative enrichments in LILE and LREE concentrations, combined with depletions in HFSE, suggest that in addition to fractional crystallization, subduction-related processes and/or crustal contamination have also played a role in the evolution of these rocks. Absence of notable Eu anomalies (EuN/Eu= 0.85–1.00) combined with similar levels of depletion in MREE and HREE relative to LREE point to the role of amphibole fractionation rather than plagioclase fractionation in source magma generation, Partial melting modeling, conducted to determine the magmatic source indicates that the Balya volcanic rocks were predominantly derived from low-degree (<5%) batch melting of a spinel peridotite source.*

This study demonstrates that post-collisional magmatic processes occurred during the Late Oligocene in NW Anatolia, played a crucial role in the formation of porphyry Cu-Mo mineralization during the initial stages of the transition from regional compression to extension. The results contribute to a better understanding of the magmatism-mineralization relationship in the Balya region and provide significant insights for evaluating the metallogenic potential of the area.

Keywords: *Balya, Magmatism, Cu-Mo Mineralization, Geochemistry, Porphyry System*

Adakitik Ergiyik Üretmenin 8. Yolu: Güneşli Adakitik Graniti (Menderes Masifi) Örneği

The 8th Way to Generate Adakitic Melts: The Case of Güneşli Adakitic Granite (Menderes Massif, Turkiye)

Ömer Kamacı

İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, Sarıyer, İstanbul
(kamaciom@itu.edu.tr)

Öz

Adakitik kayaçların kökeni, 1980'lerden bu yana petrologlar arasında tartışılmaktadır. Yüksek Sr/Y, yüksek LaN/YbN oranlarına sahip ve belirgin bir Eu anomalisi göstermeyen magmatik kayaçlar genellikle adakitik olarak değerlendirilir. Gerçek adakitlerin yalnızca yiten levhanın ergimesi ile ilişkili olduğu kabul edilirken, adakitik özellikler sergileyen kayaçlar, zamanla farklı jeodinamik süreçlerle dünya genelinde tanımlanmıştır. Araştırmalar, adakitlerin birden fazla olası kökene sahip olabileceğini öne sürmektedir. Bu kökenler arasında şunlar yer alır: Granat-amfibolit veya eklojit fasiyesi koşulları altında manto içerisine dalan genç ve sıcak okyanus kabuğunun kısmi ergimesi; yiten levhadan türeyen ergiyik metasomatizması ve sonrasında üzerleyen manto kamasını ergitmesi; yitim veya çarpışma ortamlarında kalınlaşmış alt kıtasal kabuğun delaminasyonuyla derinlerde ergime; kalınlaşmış mafik alt kabuğun kısmi ergimesi; granatın baskın olduğu yüksek basınç altında fraksiyonel kristalizasyon; amfibolün baskın olduğu düşük basınçta fraksiyonel kristalizasyon; yiten levhadan veya alt kıtasal kabuktan türeyen ergiyiklerin, manto kökenli bazaltik ergiyiklerle karışımı; normal alt kabuk basınçlarında sıvı varlığında ergime.

Kuzey Menderes Masifi'nde yüzeylenen Erken Miyosen yaşlı Güneşli Graniti, adakitlerin tüm karakteristik özelliklerini (Sr/Y 108 ppm'e kadar, LaN/YbN 107 ppm'e kadar, Eu/Eu* >0.8) sergilemekle birlikte yüksek silika içeriklerine ve zenginleşmiş Sr ve Nd izotop bileşimlerine (Sri 0,712'ye kadar ve εNd -10'a kadar) sahip olup muskovit içerir. Muskovitin varlığına rağmen alümina doygunluk endeksi (ASI) 1.1'den az olup hafif peralüminyumlu I-tipi granit olarak sınıflanır. Granodiyoritten monzogranitlere doğru evrildikçe üst kabuk katkısı (Sri 0.7096'dan 0.7122'ye) artmaktadır. Kabuksal adakit işaretleri, bölgesel jeolojik bağlamla birlikte değerlendirildiğinde, Güneşli adakitik granitinin, su varlığında, Menderes Masifi'nin orta-derin kabuk kesimlerinden türediğini ve daha sonra üst kabuk asimilasyonundan etkilendiğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: adakitik granitler, kabuksal adakitler, çekirdek kompleksi, Menderes masifi

Abstract

The origin of adakitic rocks has been debated among petrologists since the 1980s. Magmatic rocks characterized by high Sr/Y, high La□/Yb□, and the absence of distinct Eu anomalies are generally classified as adakites. While true adakites are exclusively associated with slab-melting, rocks displaying adakitic signatures have been identified worldwide, originating from a variety of geodynamic processes over time. Researches suggest multiple potential origins for adakites, including partial melting of young, hot oceanic crust subducted into the mantle under garnet-amphibolite or eclogite facies conditions; metasomatism by slab-derived melts, which subsequently melt the overlying mantle wedge; delamination of thickened lower continental crust in subduction or collisional settings, leading to melting at depth; partial melting of thickened mafic lower crust; fractional crystallization under high pressure, where garnet plays a dominant role; fractional crystallization at lower pressures, dominated by amphibole; mixing of partial melts derived from subducted oceanic slabs or lower continental crust with mantle-derived basaltic melts; and fluxed melting at normal lower crustal pressure.

The Early Miocene Güneşli Granite in the northern Menderes Massif exhibits all the characteristic signatures of adakites (Sr/Y up to 108 ppm, LaN/YbN up to 107 ppm, Eu/Eu >0.8) along with high silica content, the presence of muscovite, and isotopically enriched crustal source rocks (Sri up to 0,712 and* εNd *down to -10). Despite the presence of muscovite, it exhibits a slightly peraluminous I-type character (ASI < 1.1). As magma evolves from granodiorite to monzogranite, the upper crustal contribution increases (Sri from 0.7096 to 0.7122). Crustal adakite signatures, when integrated with the regional geological context, suggest that the Güneşli adakitic granite was derived from mid-to-deep crustal sections of the Menderes Massif under water-present conditions and was later influenced by upper crustal assimilation.*

Keywords: *adakitic granites, crustal adakites, core complex, Menderes massif*

Sığ Kabuksal, Çarpışma Sonrası Mafik Bir Kompleksin Petrojenezi: Yıldız Dağı Gabroik İntrüzyonu Üzerine Bir Vaka Çalışması (Kuzey Türkiye)

Petrogenesis of a post-collisional, shallow crustal mafic complex: A case study from the Yıldız Dağı Gabbroic Intrusion (Northern Türkiye)

Gönenç Göçmengil (1), Othmar Müntener (2), Zekiye Karacık (3), Ş. Can Genç (3), Alexey Ulianov (2), Namık Aysal (4)

(1) Department of History of Science, Faculty of Letters, Istanbul University, Türkiye
(2) Institute of Earth Sciences, Unv. of Lausanne, Quartier UNIL-Mouline, Bâtiment Géopolis, 1015 Lausanne, Switzerland
(3) Department of Geological Engineering, Faculty of Mines, Istanbul Technical University, 34469, Istanbul, Türkiye
(4) Department of Geological Engineering, Faculty of Engineering, Istanbul Unv.-Cerrahpaşa, 34320, Istanbul, Türkiye
(gonencgocmengil@istanbul.edu.tr)

Öz

Yıldız Dağı Gabroyik İntrüzyonu (YDGİ), ilişkili dayları ile birlikte Pontidlerin güney segmentine, özellikle İzmir Ankara Erzincan Sütur Zonu (IAESZ) içine sokulmuştur. KD-GB yünlü bu intrüzyon, 2 km²'den fazla bir alanı kaplar ve baskın olarak melagabro, lökogabro hornblend gabro, pegmatit dayları yanı sıra troktolitik anklavlardan oluşmaktadır. Melagabrolar dinamik hem de dinamik olmayan dokular içeren bir magma odasını temsil eden arazi yüzlekleri sergilemektedir. İntrüzyonun en üst kesiminde yer almaktadır. Tüm kayaç jeokimya analizleri, plütonun gabroyik bileşenlerinin, başlıca olivin, klinopiroksen ve manyetit olmak üzere ferro-magnezyen minerallerin fraksiyonlaşması ile oluşan kümülatları temsil ettiğini göstermektedir. Tüm kaya türleri, kuzey Türkiye'de bulunan diğer çarpışma sonrası, erken Senozoyik magmatik oluşumlarına benzer şekilde, hafif zenginleşmiş potasyum içerikleri ve geniş iyon yarıçaplı element zenginleşmeleri yanı sıraNb-Ta ve Hf-Zr negatif anomalileri sunmaktadır. Lökogabro ve hornblend gabro üzerinde gerçekleştirilen jeokronolojik analizlerle (Zirkon U-Pb ve hornblend 40Ar/39Ar) , 44,1 ± 3,15 My ve 42,9 ± 0,15 My yaşları elde edilmiştir. Tüm kayaç Sr-Nd izotopik değerleri genellikle litosferik manto alanı içinde yer alır ve Kuzey Türkiye'de yer alan Eosen yaşlı çarpışma sonrası magmatik kayaçların izotopik bileşimleri ile benzerlik sunmaktadır. Tüm kaya grupları incelendiğinde erken kümülüs mineralleri arasında olivin, klinopiroksen, anortit içerikleri zengin plajiyoklaz ve manyetit bulunurken,hornblend, anortit içerikleri fakir plajiyoklaz, biyotit, ilmenit, apatit ve kuvars, mineraller arasındaki kalıntı ergiyikten kristallenen fazları temsil ettiği saptanmıştır. Kaya içine hapsolmuş eriyik fraksiyonu hesaplamaları %10 ile %12 arasında değişmekte olup, klinopiroksen kristallerinde merkezden kenara doğru Nadir Toprak Element (NTE) içeriklerinin on kat civarında arttığı gözlenmiştir. Mineralojik analizler, en ilksel gabroların bile evrimleşmiş bir magmadan türediğini göstermektedir (En yüksek Olivin Fo 78' kadar). Anortitçe zengin (An 90'a kadar) plajiyoklazların varlığı ve mineraller arası amfibolün yaygınlığı, gabroların evrimleşmiş magmalardan türediği ve manto kaynak alanda su varlığına işaret eder. Hem tekil klinopirokseler hem de çoklu mineraller üzerinde yapılan termo-barometre hesaplamaları orta ila üst kabuksal sokulum ortamlarına işaret etmektedir.

Bu bulgular, YDGİ'nin jeokimyasal ve izotopik olarak IAESZ kuzeyinde gözlenen diğer çarpışma sonrası Eosen yaşlı magmatik oluşumlarla benzerlik gösterdiğini, ancak, sığ bir magma kanalının nadir bir örneğini temsil ettiğini göstermektedir. YDGİ, sığ gabroyik oluşumlar içinde bile aynı anda işleyen hem dinamik hem de dinamik olmayan süreçlerin bir arada gösteren bir magma odasının varlığına işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Magma odası süreçleri, Fraksiyonel kristallenme Gabroik sokulum Pontidler, Yıldız dağı

Abstract

The Yıldız Dağı Gabbroic Intrusion (YDGI), together with its associated dykes, is intruded into the southern segment of the Pontides, specifically into the Izmir Ankara Erzincan Suture Zone (IAESZ). This NE-SW trending intrusion covers an area of more than 2 km² and consists predominantly of melagabbro, leucogabbro, hornblende gabbro, pegmatite dykes as well as troctolitic enclaves. The melagabbros exhibit outcrops representing a magma chamber displaying both dynamic and non-dynamic textures. Leucogabbro is located in the uppermost part of the intrusion. Whole rock geochemistry analyses show that the gabbroic components of the pluton represent cumulates formed by fractionation of ferro-magnesian minerals, mainly olivine, clinopyroxene and magnetite. All rock types present slightly enriched potassium contents and large ion-radius element enrichments, as well as negative anomalies of Nb-Ta and Hf-Zr, similar to other post-collisional, early Cenozoic igneous formations found in northern Türkiye. Geochronological analyses on leucogabbro and hornblende gabbro (Zircon U-Pb and hornblende 40Ar/39Ar) yielded ages of 44.1 ± 3.15 My and 42.9 ± 0.15 My. The Sr-Nd isotopic values of all rocks are generally within the lithospheric mantle domain and are like the isotopic compositions of Eocene aged post-collisional igneous rocks in Northern Türkiye. When all rock groups were analyzed, olivine, clinopyroxene, anorthite-rich plagioclase and magnetite were found among the early cumulus minerals. In contrast, hornblende, anorthite-poor plagioclase, biotite, ilmenite, apatite and quartz were found to represent the phases crystallized from the residual melt among the minerals. Calculations of the melt fraction trapped in the different rock units ranged between 10% and 12%, and it was observed that the Rare Earth Element (REE) contents of clinopyroxene crystals increased about tenfold from the center to the edge. Mineralogical analyses show that even the most primitive gabbro derives from an evolved magma (up to the highest Olivine Fo 78). The presence of plagioclase rich in anorthite (up to An 90) and the prevalence of inter-mineral amphibole indicate that gabbros derive from evolved magmas and that water was present in the mantle source area. Thermo-barometer calculations on both individual clinopyroxenes and multiple minerals indicate mid to upper crustal intrusive conditions.

These findings suggest that YDGI is geochemically and isotopically similar to other post-collisional Eocene-aged magmatic formations observed north of the IAESZ but represents a rare example of a shallow magma channel. The YDGI indicates the presence of a magma chamber that shows both dynamic and non-dynamic processes operating simultaneously, even within shallow gabbroic formations.

Keywords: *Magma chamber processes, Fractional crystallization, Gabroic intrusion, Pontides, Yıldız Dağı*

METAMORFİZMA VE METAMORFİK KUŞAKLAR OTURUMU

Metamorphism and Metamorphic Belts Session

Ali ERGEN, Ersin KORALAY, Gültekin TOPUZ

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

Ofiyolit Oluşumu ve Yerleşiminde Metamorfik Dilim Kayalarının Önemi

Significance of Metamorphic Sole Rocks in Ophiolite Genesis and Emplacement

Osman Parlak

Çukurova Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 01380 Balcalı, Adana, Türkiye
(parlak@cu.edu.tr)

Öz

Tetis ofiyolitleri yapısal olarak pasif kıta kenarlarını üzerler ve genellikle Penrose-tipi tam bir istiflenme sunarlar. İyi bilinen ofiyolitlerden bazıları Balkanlar, Türkiye, Kıbrıs ve Umman›daki gözlenmektedir. Birçok Tetis ofiyoliti, okyanus içi yitim zonu üstü tektonik ortamlarının jeokimyasal özelliklerini gösterirler.

Tetis ofiyolitlerinin tabanında yapısal olarak yüksek dereceli metamorfik dilim kayaları ince bir katman halinde yer alır. Okyanus içi yitimin başlaması ve metamorfik dilimlerin oluşumu ofiyolit yerleşim süreciyle ilişkilendirilmiştir. Metamorfik dilimler, birçok ofiyolit kompleksinin tabanında yapısal olarak yer alan, ince (<500 m), faylarla sınırlanan oldukça gerilmiş yüksek dereceli metamorfik kayalardır. Birçok metamorfik dilim kayaları ters metamorfik zonlanma sunarlar. Metamorfik dilimin yüksek dereceli metamorfizmasından sorumlu ters sıcaklık anomalisi, yitim devam ettikçe hızla azalır. Böylece, metamorfik dilimin yüksek dereceli metamorfizma yalnızca yitim başlangıcında meydana gelebilir çünkü sonrasında tavan bloğu yüksek dereceli metamorfizmaya neden olmak için çok soğuk olacaktır. Çoğu metamorfik dilim kayaları oluşumundan sonra hızla yüzeylese de, metamorfik dilimlerin mavişist fasiyesinde metamorfizmaya uğraması, bir kısmının okyanusal birimlerle birlikte derinlikte kaldığını ve sonrasında yüzeylediğini gösterir. Birçok Tetis ofiyolitinin tabanındaki metamorfik dilimler, post-metamorfik tekil diyabaz daykları tarafından kesilmiştir. Metamorfik dilimler, sıcak ofiyolitik peridotitlerin soğuk okyanusal kabuk ve ilişkili sedimanları üzerlemesini kaydettiğinden, metamorfik dilim kayaları kökensel olarak, yitime uğrayan okyanusal havzalarının doğası ve bileşimi hakkında kanıtlar sağlaması bakımından önemlidir.

Ofiyolit çalışmalarındaki en önemli sorulardan biri, ofiyolitler ve metamorfik dilimler arasındaki mekansal ve zamansal ilişkilerdir. Bu çalışma ile, (a) manto tektonitlerini etkileyen astenosferik ve litosferik deformasyon, (b) ofiyolit ve metamorfik dilim arasındaki ilksel okyanus içi yitim düzleminin oluşumu, (c) metamorfik dilimin P-T koşulları ve (d) ofiyolitler ve metamorfik dilimler için jeokimyasal ve jeokronolojik (U-Pb, Ar-Ar) kanıtlar ele alınarak bölgesel ölçekte Tetis tektonik çatısı içerisinde levha sınırları boyunca magmatizma ve metamorfizma arasındaki mekansal ve zamansal ilişkiler daha iyi anlaşılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Ar-Ar, astenosferik deformasyon, litosferik deformasyon, metamorfik dilim, ofiyolit, tekil dayk, U-Pb

Abstract

The Tethyan ophiolites structurally overlie passive continental margins. They commonly display complete Penrose-type pseudostratigraphy and include some of the well-known ophiolites in the Balkans, Türkiye, Cyprus, and Oman. Many Tethyan ophiolites exhibit the geochemical characteristics of supra-subduction zone (SSZ) tectonic environments.

The Tethyan ophiolites are structurally underlain by thin sheets of high-grade metamorphic sole rocks. The initiation of intra-oceanic subduction and the formation of metamorphic soles have been linked to the ophiolite emplacement process. Metamorphic soles are thin (<500 m thick), fault-bounded sheets of highly-strained, high-grade metamorphic rocks that structurally underlie many ophiolite complexes. Many soles display inverted metamorphic field gradients. The inverted temperature anomaly is responsible for the high-grade metamorphism of the sole decaying rapidly as subduction progresses. Thus, the high-grade metamorphism of the sole can only occur at the onset of subduction because the hanging wall would be too cold to cause high-grade metamorphism thereafter. Although most metamorphic soles were rapidly exhumed after their formation, the blueschist facies overprint on the metamorphic soles indicates that parts remained at depth with oceanic units, awaiting final exhumation. Metamorphic soles beneath many Tethyan ophiolites were intruded by isolated post-metamorphic diabase dikes. As the metamorphic soles record the emplacement of hot ophiolitic peridotites over cold oceanic crust and associated sediments, it is important that the protoliths of the metamorphic soles provide evidence for the nature and composition of subducting oceanic basins.

One of the key issues in ophiolite studies is the spatial and temporal relationship between ophiolites and their metamorphic soles. In this study, I will discuss (a) asthenospheric versus lithospheric deformation of mantle tectonites, (b) genesis of the primary intra-oceanic decoupling surface between ophiolite and metamorphic sole, (c) P-T conditions of the metamorphic sole, and (d) geochemical and geochronological (U-Pb, Ar-Ar) evidence for ophiolites and metamorphic soles in order to better understand the spatial and temporal relationships between magmatism and metamorphism along the plate boundaries within the regional Tethyan tectonic framework.

Keywords: *Ar-Ar, asthenospheric deformation, isolated dike, lithospheric deformation, metamorphic sole, ophiolite, U-Pb*

Pulur Masifi (KD Türkiye) Amfibolitlerinin Kökeni ve Jeodinamik Ortamı

The Origin and Geodynamic Setting of Amphibolites in The Pulur Massif (NE Türkiye)

Kübra Akbulut (1), Yener Eyüboğlu (2), Di-Cheng Zhu (3), Nilanjan Chatterjee (4), Erdin Bozkurt (5)

(1) Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Fizibilite Etütleri Dairesi, Ankara, 06530
(2) Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Trabzon, 61080
(3) State Key Laboratory of Geological Processes and Mineral Resources, and School of Earth Sciences and Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083, China
(4) Department of Earth, Atmospheric and Planetary Sciences, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA 02139, USA
(5) Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara, 06800
(geokubrakbulut@gmail.com)

Öz

Doğu Pontidler (KD Türkiye) olarak da bilinen Doğu Karadeniz Dağ Kuşağı'nın (DKDK) Jura öncesi jeotektonik gelişimi veri eksikliğinden dolayı hâlâ tartışmalıdır. Bu çalışma, tüm kayaç ana-iz-nadir toprak element ve Sr-Nd-Pb izotop, mineral kimyası ve ayrıca zirkon U-Pb ve amfibol 40Ar/39Ar tarihlendirme analiz sonuçlarını içeren bir veri tabanı ile DKDK'nin güney kesimindeki Pulur Masifi'nin yüksek dereceli metamorfitleri (Cenci Ünitesi) içinde yüzeyleyen amfibolitlerin (Pulur amfibolitleri) petrojenetik gelişimi, jeodinamik ortamı ve metamorfizmasına odaklanır.

Amfibolitler Pulur Masifi içinde yaygın olarak küçük elipsoidal veya dairesel kütleler, dayklar ve nadir olarak da siller şeklinde bulunur. Başlıca magneziyo-hornblend ve kalsiyumca zengin plajiyoklas, daha az oranlarda diyopsit, çermakit, magneziyo-hastingsit, grünerit, aktinolit içermektedirler. Amfibolitler için metamorfizma PT koşulları 2,7-4,4 kbar ve 772-829 oC'dir. Jeokimyasal veriler protolitlerinin başlıca okyanus ortası sırt bazaltları (Grup 1), zenginleşmiş mantodan türemiş yitim ilişkili bazaltlar ve yay-gerisi havza tip bazaltları ile benzer jeokimyasal özellikleri yansıtan mafik magmatik kayaçlar olduğunu gösterir. Bu farklı jeokimyasal özellikler amfibolitlerin protolitleri için yay-gerisi havza jeodinamik ortamını işaret eder. Zirkon U-Pb ve amfibol 40Ar/39Ar tarihlendirme çalışmaları, sırasıyla amfibolitlerin protolitleri için kristallenme yaşının geç Karbonifer-Erken Ordovisiyen ve minimum metamorfizma yaşının ise orta Misssisipiyen-erken Pensilvaniyen olabileceğini gösterir.

Sonuç olarak, Pulur Masifi amfibolitlerinin oluşum ve metamorfizma süreçlerinin Reyik Okyanusu'nun açılma ve kapanma safhaları ile yakından ilişkili olduğu düşünülmektedir.

*Bu araştırma TÜBİTAK 118Y111 kod nolu proje tarafından desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Amfibolit, jeokimya, jeokronoloji, metamorfizma, Pulur Masifi

Abstract

The pre-Jurassic geotectonic evolution of the Eastern Black Sea Mountain Belt (EBSMB), which is known as the Eastern Pontides (NE Türkiye), is still controversial due to lack of data. This study focuses on the petrogenetic evolution, geodynamic setting, and metamorphism of the amphibolites (Pulur amphibolites) exposed in the high-grade Cenci Unit of the Pulur Massif, in the southern part of the EBSMB, with a dataset including whole-rock major-trace-rare earth element and Sr-Nd-Pb isotope, mineral chemistry and zircon U-Pb dating and amphibole 40Ar/39Ar analysis results.

Amphibolites occur as small ellipsoidal and/or circular bodies, dikes, or rarely sills within the Pulur Massif. They consist mainly of magnesio-hornblende and Ca-rich plagioclase, minor diopside, tschermakite, magnesiohastingsite, grunerite and actinolite. The estimated P-T of conditions are 2.7-4.4 kbar and 772-829 oC for the amphibolites. The geochemical data indicate that their protoliths are mafic igneous rocks, reflecting characteristics of mainly mid-ocean ridge basalts (Group 1), subduction-related enriched mantle-derived basalts, and back-arc basin-type basalts. These distinct geochemical characteristics imply a back-arc basin geotectonic setting for the protoliths of the amphibolites. Zircon U-Pb and amphibole 40Ar/39Ar dating studies indicate that the age of crystallisation for the protoliths of the amphibolites may be late Carboniferous-Early Ordovician and the age of minimum metamorphism may be middle Mississippian-early Pennsylvanian, respectively.

In conclusion, the formation and metamorphic processes of the amphibolites of the Pulur massif may have been closely related to the opening and closing phases of the Rheic Ocean.

** This research is funded by TÜBİTAK Project 118Y111.*

Keywords: *Amphibolite, geochemistry, geochronology, metamorphism, Pulur Massif*

İzmir-Ankara-Erzincan Kenet Kuşağı (Tokat-Sivas) Listvenitlerin Başkalaşımı ve Oluşum Süreçleri

Metamorphism and Formation Processes of Listvenites in the İzmir-Ankara-Erzincan Suture Zone (Tokat-Sivas)

Mutlu Özkan (1), Ömer Faruk Çelik (2), Rahmi Melih Çörtürk (2), Andrea Marzoli (3)

(1) Kocaeli Üniversitesi, Çevre Koruma Teknolojileri Bölümü, 41001, Kocaeli, Türkiye
(2) Kocaeli Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 41380, Kocaeli, Türkiye
(3)Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali, Università di Padova, 35020 Legnaro, Italy
(mutlu.ozkan@kocaeli.edu.tr)

Öz

Listvenitler, dünyadaki farklı kenet kuşaklarında ve ofiyolitik istiflerde yaygın olarak gözlenen, ultramafik kayaçların CO_2 açısından zengin hidrotermal akışkanlarla metazomatik etkileşimleri sonucu oluşan özel kayaç türleridir. Hem ofiyolitik kayaçların petrolojik evrim süreçlerinin izlenmesi hem de ekonomik mineralleşme potansiyellerinin anlaşılması açısından büyük önem taşırlar. Listvenitlerin, özellikle metalik maden yataklarıyla ilişkisinin ele alındığı pek çok çalışma bulunmasına rağmen, başkalaşım süreçlerinin bu kayaçlar üzerindeki mineralojik ve jeokimyasal etkilerine dair çalışmalar sınırlıdır. Bu çalışmada, Tokat ve Sivas illeri arasında yüzlek veren İzmir-Ankara-Erzincan (İAE) kenet kuşağındaki yığışım karmaşıklarında bulunan metamorfik listvenitlerin mineralojik ve jeokimyasal özellikleri incelenmiştir. Çamlıbel (Tokat güneyi) ve Kurtlapa (Sivas kuzeyi) bölgelerinde bulunan listvenit oluşumları, İAE kenet kuşağında daha önce rapor edilen diğer listvenitlerden farklı olarak, amfibolit ve mavişist fasiyesi kayaç topluluklarıyla birlikte gözlenmiştir. Çamlıbel bölgesindeki listvenitler, magnezyumlu-riyebekit bileşimli sodik amfibol mineralleri içermesiyle dikkat çekmektedir. Ayrıca, bu listvenitlere eşlik eden kayaçlardan elde edilen verilerle birlikte, bölgedeki listvenitlerin mavişist fasiyesi koşullarında başkalaşıma uğradığını göstermektedir. Kurtlapa köyü kuzeyindeki listvenitler ise kaba taneli, rekristalize, koyu gri ve kırmızı benekli görünümleriyle ayırt edilmekte ve amfibolit fasiyesi koşullarında başkalaşıma uğramış kayaçlarla birlikte bulunmaktadır. Bu bulgular, incelenen listvenitlerin oluşum kökenlerinin Türkiye'deki diğer listvenit oluşumlarıyla benzerlik göstermesine rağmen, başkalaşım koşulları açısından önemli farklılıklar taşıdığını ortaya koymaktadır. Her iki bölgeden derlenen listvenit örneklerinin içerdiği Cr-spinel minerallerinin bileşimsel özellikleri, bu kayaçların ilksel formlarının yitim zonu üstü ortam koşullarında gelişen ultramafik kayaçlar olduğunu göstermektedir. Listvenit örnekleri N-MORB'a kıyasla iz ve nadir toprak elementlerince genel olarak tüketilmiş bir içeriğe sahiptirler. Kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak element desenlerinde ise, La elementindeki belirgin zenginleşmenin yanı sıra, pozitif Eu ve negatif Ce anomalileri sergilemektedir. Bunun yanı sıra yüksek Cr ve Ni içerikleri, kayaçların ultramafik kökenlerini işaret etmekte, Sr, Ba ve Rb gibi büyük iyon yarıçaplı elementlerde zenginleşme sunmaktadır. Bu element davranışları, listvenitlerin hem ilksel kayaçları olan ultramafik kayaçlarla hem de metazomatizma süreçleriyle uyumlu bir şekilde geliştiğini ortaya koymaktadır. Elde edilen bulgular, listvenitlerin çok aşamalı bir oluşum süreci sonucunda meydana geldiğini işaret etmektedir. Bu süreçler sırasıyla, (i) yitim zonu üstü ortam koşullarında gelişen peridotitlerin serpantinitleşmesi, (ii) CO_2 açısından zengin akışkanların etkisiyle listvenitlerin oluşumu ve (iii) son olarak listvenitlerin yitim zonunda mavişist ve amfibolit fasiyesi koşullarında başkalaşıma uğramasını içermektedir. Listvenitlerin bu gibi okyanus içi yitim zonu koşullarda başkalaşıma uğramış olması, yalnızca listvenitleşme süreçlerinin anlaşılmasına değil, aynı zamanda karbonun yitim zonları aracılığıyla derin mantoya taşınma süreçlerinin aydınlatılmasına da önemli katkılar sağlamaktadır.

Bu çalışma TÜBİTAK tarafından 112Y123 nolu proje kapsamında desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Listvenit, mavişist, metasomatizma, ofiyolit, serpantinitleşme, ultramafik kayaçlar

Abstract

Listvenites represent a unique class of rocks predominantly found in suture zones and ophiolitic sequences worldwide. They are formed by the metasomatic interaction between ultramafic rocks and CO_2-rich hydrothermal fluids, and they hold significant value for understanding the petrological evolution of ophiolites as well as for assessing their potential for economic mineralization. Although many studies have explored the relationship between listvenites and metallic ore deposits, there is comparatively limited research on how metamorphic processes affect their mineralogical and geochemical characteristics. In this study, we investigate the petrographic, mineralogical, geochemical, and genetic properties of metamorphic listvenites within the accretionary complexes of the İzmir-Ankara-Erzincan (İAE) suture zone, which cropping out between Tokat and Sivas. The listvenite formations in the Çamlıbel *(southern Tokat) and Kurtlapa (northern Sivas) regions differ from previously reported examples in the İAE suture zone, as they are associated with amphibolite- and blueschist-facies rock assemblages. Notably, the* Çamlıbel *listvenites contain sodic amphiboles of magnesium-riebeckite composition, and petrologic data indicate that these rocks underwent metamorphism under blueschist-facies conditions. In contrast, the listvenites north of Kurtlapa village exhibit coarse-grained, recrystallized textures with dark gray and red speckled appearances, and they are found in association with amphibolite-facies rocks. Geochemical analyses of Cr-spinels from both regions indicate that the protoliths of these rocks were ultramafic in origin, having formed in supra-subduction zone (SSZ) environments. The listvenites exhibit depleted trace element and rare earth element (REE) concentrations relative to N-MORB, with chondrite-normalized REE patterns showing marked La enrichment along with positive Eu and negative Ce anomalies. Elevated Cr and Ni contents further corroborate their ultramafic origin, while enrichment in large-ion lithophile elements (Sr, Ba, Rb) indicates the influence of metasomatic processes. These geochemical signatures demonstrate that the formation of these listvenites was governed by both the nature of their ultramafic protoliths and subsequent metasomatic transformations. Our results delineate a multi-stage formation process for the studied listvenites: (i) serpentinization of peridotites formed in SSZ settings, (ii) metasomatic alteration by CO_2-rich fluids leading to listvenitization, and (iii) subsequent metamorphism under blueschist- and amphibolite-facies conditions within subduction zones. The occurrence of these high-pressure metamorphosed listvenites provides valuable insights not only into the processes of listvenitization but also into the mechanisms responsible for transporting carbon into the deep mantle via subduction zones.*

This study was funded by TÜBİTAK number of project 112Y123.

Keywords: *Listvenite, blueschist, metasomatism, ophiolite, serpentinization, ultramafic rocks*

Almacık Karmaşası (KB Türkiye) - Yüzeylenmiş Bir Alt Kabuk Kesiti

Almacık Complex-an exhumed lower to middle crust in northwest Anatolia

Aral I. Okay (1), Andrew R.C. Kylander-Clark (2), Sarah Sherlock (3)

(1) İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, 34469 İstanbul, Türkiye
(2) Department of Earth Sciences, University of California, Santa Barbara, CA, USA
(3) School of Physical Sciences, STEM Faculty, The Open University, Milton Keynes, UK

"Bu sunum Gültekin Topuz tarafından yapılacaktır"

Öz

Almacık Karmaşığı (Kaynaşlı-Akyazı, KB Türkiye), mercek biçimli bir dağlık alan olup, kuzey ve güney sınırları Kuzey Anadolu Fayı'nın kolları tarafından belirlenmektedir. Bu alan, aynı zamanda İstanbul Zonu ile Sakarya Zonu'nu birbirinden ayıran Pontid-İçi Kenedi'ne karşılık gelmektedir. Almacık Dağı genel itibarıyla kuzeydoğu-güneybatı (KD-GB) yönelimli tektonik birimlerden oluşmaktadır. Yaklaşık 12 km genişlikte ve 15 km uzunlukta dörtgen biçimli bir amfibolit fasiyesili koşullarındaki tektonik birim, dağın çekirdeğini teşkil etmektedir. Amfibolit fasiyesi koşullarındaki metamorfik kayaçlardan oluşan bu birim, amfibolit (~%80), metaultramafit (~%15) ve az miktarda ortognaysdan (~%5) oluşmaktadır. Meta-ultramafitler metavebsterit, metaharzburjit ve metadünitten oluşmaktadır. Bu çalışmanın konusu, amfibolit fasiyesi koşulları sunan tektonik dilimin evrimini sınırlamaktır. Önceki araştırmalar, bu amfibolit fasiyesi koşullarındaki birimi, (i) İstanbul Zonu'nun geç Neoproterozoyik temelinin bir parçası, (ii) İntrapontid Okyanusu'na ait Geç Kretase yaşlı ofiyolit, ya da (iii) Sakarya Zonu'nun litosferik mantosunun parçası olarak yorumlamışlardır.

Amfibolit-fasiyesindeki birim, kendi içinde homojen özellikler göstermekte olup, herhangi bir yönde metamorfizma derecesinin arttığına dair bir belirti sunmamaktadır. Petrolojik veriler, metamorfizmanın 740-760°C ve 8±4 kbar koşulları altında gerçekleştiğini göstermektedir. Bu çalışma dahilinde, dokuz örnekten ayırt edilen zirkonlar üzerinde U-Pb yaş tayinleri gerçekleştirilmiştir. Bu yaş tayinleri, geç Neoproterozoyik, Erken-Geç Permiyen, Geç Jura ve orta Eosen dönemlerine ait yaş değerleri çoklu ısısal olayları ortaya koymuştur. Geç Neoproterozoyik yaşları (552 ± 11 My ve 562 ± 4 My) amfibolitlerin içinde ara seviye olarak bulunan ortognayslardan elde edilmiştir. Bu durum, söz konusu amfibolitlerin ilksel kayaçlarının da geç Neoproterozoyik yaşta olduğuna işaret etmektedir. Almacık Dağı, Geç Neoproterozoyik döneminin ardından çeşitli felsik ve mafik damar kayaları tarafından kesilmiştir. Bu damar kayaçlarına ait zirkonlar, 294 ± 2 My (erken Permiyen), 257 ± 4 My (geç Permiyen), 163 ± 2 My (Orta Jura) ve 46 ± 0. 4 My (orta Eosen) U-Pb yaş değerlerini sunmaktadır. Ayrıca, bazı amfibolitlere ait zirkonlardan elde edilen U-Pb yaş değerleri ise 254 ± 8 My (geç Permiyen) ve 156 ± 2 My (Geç Jura) olarak belirlenmiştir.

Bu yaş verileri, geç Neoproterozoyik temelinin, erken ve geç Permiyen dönemlerinde bir dizi magmatik sokuluma maruz kaldığını göstermektedir. Geç Jura döneminde, bu temel ile Permiyen yaşlı sokulumlar yüksek sıcaklık metamorfizmasına uğramıştır. Sonuç olarak, Almacık Karmaşığı, daha önceden yorumlanmış olduğu gibi İntrapontid Kenedi'ne ait Geç Kretase yaşlı bir ofiyolit olmayıp, İstanbul Zonu'nun geç Neoproterzoyik temelinin bir parçasıdır.

Bu çalışma, TÜBİTAK (#116Y127) ve Türk Bilimler Akademisi (TÜBA) tarafından desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Almacık Kompleksi, alt kabuk, jeotermobarometri, U-Pb zirkon

Abstract

The Almacık Complex (Kaynaşlı-Akyazı, NW Turkey) is a lens-shaped mountainous area bounded by branches of the North Anatolian Fault along its northern and southern boundaries. This region corresponds to the Intra-Pontide suture, which separates the Istanbul and Sakarya zones. The Almacık Mountain is primarily composed of NE-SW trending tectonic units. The core of the mountain consists of a rectangular amphibolite-facies tectonic unit, approximately 12 km wide and 15 km long. This amphibolite-facies unit is composed of amphibolite (~80%), meta-ultramafic rocks (~15%), and minor orthogneiss (~5%). The meta-ultramafic rocks include metawebsterite, metaharzburgite, and metadunite. The focus of this study is to constrain the evolutionary history of the amphibolite-facies tectonic unit. Previous research has interpreted this unit as (i) a component of the late Neoproterozoic basement of the Istanbul Zone, (ii) an Upper Cretaceous ophiolite associated with the Intrapontid Ocean, or (iii) a part of the lithospheric mantle of the Sakarya Zone.

The amphibolite-facies unit is homogeneous within itself and shows no evidence of increasing degrees of metamorphism in any direction. Petrographic data indicate that metamorphism occurred at 740-760 °C and 8 ± 4 kbar. In this study, U-Pb age determinations were performed on zircons extracted from nine samples. These age determinations revealed age values corresponding to the late Neoproterozoic, early to late Permian, Late Jurassic, and middle Eocene. Late Neoproterozoic ages (552 ± 11 and 562 ± 4 Ma) were obtained from the orthogneisses within the amphibolite. This suggests that the primary rock of the amphibolite also formed during the late Neoproterozoic. The Almacık Mountain has been intruded by various types of vein rocks. Igneous zircons from these vein rocks yielded U-Pb ages of 294 ± 2 Ma (early Permian), 257 ± 4 Ma (late Permian), 163 ± 2 My (Middle Jurassic), and 46 ± 0.4 Ma (middle Eocene). Additionally, zircon grains from some amphibolites yielded U-Pb ages of 254 ± 8 Ma (late Permian) and 156 ± 2 Ma (Late Jurassic).

These ages indicate that the late Neoproterozoic basement was subjected to a series of intrusions during the Permian. During the Late Jurassic, both the basement and the Permian intrusions underwent high-temperature metamorphism. Consequently, the Almacık Complex is not a Late Cretaceous ophiolite associated with the Intrapontid suture, as previously interpreted, but rather a part of the late Neoproterozoic basement of the Istanbul Zone. Within this basement, a series of intrusive rocks were emplaced during the early and late Permian, and the entire assemblage underwent high-temperature metamorphism during the Late Jurassic.

This study was supported by TÜBİTAK (#116Y127) and the Turkish Academy of Sciences (TÜBA).

Keywords: *Almacık Complex, lower crust, geothermobarometry, U-Pb zircon geochronology*

KB Türkiye'de Geç Triyas Mavişist-Fasiyesli Başkalaşım ve Okyanusal Takımadanın Yığışımına İlişkin Veriler

Late Triassic Blueschist-facies Metamorphism in NW Turkey and Evidence for the Accretion of A Seamount Chain

Tuğçe Uçar (1), Gültekin Topuz (1), Aral I. Okay (1)

(1) Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, 34469 Maslak, İstanbul, Türkiye (ucart22@itu.edu.tr)

Öz

Alt Karakaya Karmaşığı, Sakarya Zonu'nda İzmir-Ankara-Erzincan kenedi boyunca geniş yüzlekler sunmaktadır. Bu birim, Geç Triyas döneminde Tetis okyanusal litosferinin Sakarya Zonu'nun güneyinde kuzey yönünde dalmasıyla oluşan yığışım karmaşasıdır. Bu çalışmanın temel amacı, Bilecik-Bozüyük arasında yer alan ve Alt Karakaya Karmaşığı'nın bir parçası olduğu düşünülen metamorfik kayaç gruplarının başkalaşım yaşını ve koşullarını belirlemektir. Çalışmanın ikinci amacı ise, Bandırma, Bursa ve Bilecik arasındaki Alt Karakaya Karmaşığı içerisinde bulunan metabazitlerin ilksel kayaçlarının oluşum ortamlarını sınırlamaktır. Bilecik-Bozüyük bölgesinde yer alan metamorfik kayaç topluluğu, metabazit, fillat/mikaşist, mermer ve kalkfillat/kalkşist gibi bileşenlerden oluşmaktadır. Ayrıca, bu topluluğun içinde az miktarda serpantinit dilimleri de bulunmaktadır. Birim çoğunlukla yeşilşist fasiyesi ile temsil edilmekte olup, yersel olarak iyi korunmuş mavişist dilimleri içerir. Yeşilşist fasiyesli metabazitlerde bütünüyle klorit tarafından ornatılmış özşekilli/yarı özşekilli granatlar yaygın olarak bulunurken, bazılarında kalıntı sodik amfibol ve rutile rastlanır. Mavişistleri ise sodik amfibol, epidot, granat, fengit, klorit, albit, kuvars ve rutil oluşturur. Nispeten kötü korunmuş bazı mavişistlerde sodik amfibollerin çevrelerinde ve çatlaklarında sodik-kalsik veya kalsik amfiboller gelişmiştir. Bu petrografik bulgular, söz konusu metamorfik kayaçların başlangıçta granat-vet epidot-mavişist fasiyesinde başkalaşım geçirdiğini, yüzeylerken yeşilşist fasiyesine gerilediğini göstermektedir. Kalkşist ve mikaşist örneklerinden ayrılan fengitler üzerinde aşamalı Ar-Ar yaş tayini yapılmış ve yeşilşistmavişist metamorfizmasının yaşı ≥ 200 My (Geç Triyas) olarak belirlenmiştir. Çalışmanın ikinci amacı doğrultusunda, metabazitler üzerinde gerçekleştirilen tüm kayaç ana ve iz element jeokimya analizleri, farklı tektonik ortamları ortaya koymaktadır. Metabazitler; okyanusal ada bazaltı (OIB), zenginleşmiş ve normal okyanus ortası sırtı bazaltı (E- ve N-MORB) ile ada yayı toleyiti (IAT) özelliklerini taşımaktadır. Bu türlerin hacim olarak büyük bir kısmı (%80) anorojenik alkalen ve toleyitik geçiş özelliğine sahip olup, bazı okyanusal plato ve okyanusal ada bazaltlarıyla benzerlik göstermektedir. Bu durum literatürde yer alan Alt Karakaya Karmaşığı'ndaki metabazitlerin de çoğunlukla (%85) alkali nitelikli, OIB-tipi olmasıyla uyumludur. Bu metabazitler, okyanusal plato bazaltlarının genellikle düz REE desenlerinin aksine okyanusal ada bazaltlarında görülen LREE zenginleşmesi ile karakteristiktir. (La/Nb)PM = 1 oranı LREE zenginleşmesi ile ilişkilendirilebilecek kıtasal kabuk karışımının olmadığını işaret etmektedir. Bu çalışmada elde edilen bulgular, literatür de göz önünde bulundurulduğunda Bandırma'dan Eskişehir'in kuzeyine kadar ~230 km uzunluğunda ve ~30 km genişliğindeki alanın Geç Triyas'ta yitim zonunda oluştuğuna işaret etmektedir. Eklenmiş malzemenin ise çoğunlukla deniz altı tepesi/okyanusal takımadasından; geri kalan kısmının ise çevreleyen okyanusal litosferden ve okyanus içi yitim ortamından türediğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Epidot-mavişist, Karakaya Karmaşığı, okyanusal ada, Sakarya Zonu, yeşilşist, yitim-yığışım karmaşığı

Abstract

The Lower Karakaya Complex covers extensive areas in the Sakarya Zone along the İzmir-Ankara-Erzincan suture. It is a Late Triassic subduction-accretion complex that formed as a result of northward subduction of the Tethyan oceanic lithosphere beneath the southern margin of the Sakarya Zone. The primary purpose of this study is to determine the metamorphism age and conditions of the metamorphic rock assemblage in the Bilecik-Bozüyük area, which is commonly considered part of the Lower Karakaya Complex. The secondary aim is to constrain the tectonic setting of the protoliths of the metabasic rocks of the Lower Karakaya Complex in the Bandırma, Bursa and Bilecik areas. The metamorphic rock assemblage in the Bilecik-Bozüyük area consists of metabasic rocks, phyllite/micaschist, marble and calcphyllite/calcschist and a minor amount of serpentinite. The unit is represented by greenschist-facies rocks, but locally contains wellpreserved blueschist-facies slices. Greenschist-facies metabasites commonly contain idiomorphic/subidiomorphic garnets completely replaced by chlorite and also include relict sodic amphibole and rutile. Blueschists consist of sodic amphibole, epidote, garnet, phengite, chlorite, albite, quartz and rutile. In some relatively poorly preserved blueschists, sodic amphiboles are rimmed and/or replaced by sodiccalcic or calcic amphiboles. These petrographic features show that the metamorphic rock assemblage first underwent metamorphism under garnet-epidote-blueschist-facies conditions, and were largely retrograded under greenschist-facies conditions during exhumation. Incremental Ar-Ar dating on the phengite from a calcschist and a micaschist consistently yielded ages ≥ 200 Ma (Late Triassic). The bulk rock compositions of the metabasic rocks suggest formations in various tectonic settings such as oceanic island basalt (OIB), enriched- and normal-mid-ocean ridge basalt (E- and N-MORB) and island arc tholeiitic (IAT). A significant part of these (80%) are anorogenic alkaline and transitional tholeiitic character, similar to those found in some oceanic plateaus and seamounts. This is consistent with the literature data on the metabasic rocks within the Lower Karakaya Complex that are also represented by OIB-type affinity over 85%. These metabasic rocks are characterized by the LREE enrichment similar to those in oceanic island basalts. The ratio (La/Nb)PM = 1 rules out any crustal contamination that could have also led to LREE enrichment. This study together with the data from the literature suggests that the ~230 km long and ~30 km wide area from Bandırma to the north of Eskişehir was formed in the subduction zone during the Late Triassic, and accreted material mostly originated from the seamount/oceanic island chain.

Keywords: *Epidote-blueschist, greenschist, Karakaya Complex, seamount, Sakarya Zone, subduction-accretion complex*

Pütürge Metamorfitleri'nin Tektonik Evrimi, Güneydoğu Anadolu, Türkiye

Tectonic Evolution of the Pütürge Metamorphites, Southeast Anatolia, Türkiye

Emrah Şimşek (1), Osman Parlak (1), Alastair Robertson (2), Mete Çetinkaplan (3), Kıymet Deniz Yağcıoğlu (4), Namık Aysal (5), Guohui Chen (6), Corina Ionescu (7), Nail Yıldırım (8)

(1) Çukurova Üniversitesi, Jeoloji Müh. Bölümü, 01380 Balcalı, Adana, Türkiye
(2) University of Edinburgh, School of GeoSciences, Grant Institute, Edinburgh EH9 3FE, UK
(3) Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Müh. Bölümü, 35160 Buca, İzmir, Türkiye
(4) Ankara Üniversitesi, Jeoloji Müh. Bölümü, 06830 Gölbaşı, Ankara, Türkiye
(5) İstanbul Üniv.-Cerrahpaşa, Jeoloji Müh. Bölümü, 34500 Büyükçekmece, İstanbul, Türkiye
(6) Hohai University, School of Earth Sciences and Engineering, Nanjing 210098, China
(7) Babeş-Bolyai University, Electron Microscopy Center, 5-7 Clinicilor Str., 400006 Cluj-Napoca, Romania
(8) MTA Uluslararası Madencilik A.Ş. (MTAIC), 06530 Çankaya, Ankara, Türkiye
(emrahhhsimsek@gmail.com)

Öz

Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağının bileşeni olan Pütürge Metamorfitleri, bir temel ile bunun üzerinde bulunan örtü biriminden oluşur. Temel birimi başlıca metagranit, gnays, amfibolit, amfibol şist ve biyotit şistlerden oluşur. Örtü birimi ise muskovit şist, disten-granat-stavrolit şist, kuvars şist, sillimanit-granat-biyotit-plajiyoklas- kuvars şist, kalkşist, kuvarsit ve mermerlerle temsil edilir. Pütürge Metamorfitleri erken-orta Eosen yaşlı volkano-sedimanter Maden Kompleksi tarafından uyumsuz olarak üzerlenmektedir.

Tüm kayaç ana ve iz element jeokimyası metagranitler ve gnaysların aktif kıta kenarı ortamında, amfibolit ve amfibol şistlerin ise kıtasal yay gerisi bir ortamda geliştiğini göstermektedir. Pütürge Metamorfitleri'nde LA-ICP-MS zirkon U-Pb tarihlendirmesi ile metagranitlerde 550-534 My (Ediyakaran-erken Kambriyen), gnayslarda 553-546 My (Ediyakaran) ve amfibolitlerde 550-538 My (Ediyakaran-erken Kambriyen) konkordiya yaşları elde edilmiştir. Bu durum Pütürge Metamorfitleri'nin Gondvana kıtasının kuzey kenarı boyunca güneye doğru dalma nedeniyle gelişen Kadomiyen magmatizmasından etkilendiğini göstermektedir. Örtü birimindeki (biyotit-kuvars-muskovit şist) kırıntılı zirkonlar maksimum çökelme yaşını gösteren 158.3±5.6 My (erken Geç Jura) konkordiya yaşını vermiştir. Pütürge Metamorfitleri'ne ait örtü biriminin çökelme yaşı erken Geç Jura ile erken-orta Eosen arasında sınırlandırılmıştır. Bu bulgular, Pütürge Metamorfitleri'nin çekirdek (Kadomiyen) ile örtü birimleri arasında önemli bir zaman boşluğunun olduğunu göstermektedir.

LA-ICP-MS rutil U-Pb jeokronolojisi, çekirdek ve örtü birimleri için konkordiya (79.7±3.2 My; Kampaniyen) ve alt kesişme (70.5±9.9-64.8±6.4 My; Maastrihtiyen/Daniyen) yaşlarını vermiştir; bu da Geç Kretase-erken Paleosen metamorfizmasına işaret etmektedir. Bölgesel metamorfizmanın Barroviyen zonunu temsil eden klorit, biyotit, granat, stavrolit, disten, sillimanit gibi indeks mineraller Pütürge Metamorfitleri'nde yaygın olarak gözlenmektedir. Domino-Theriak programı kullanılarak yapılan P-T hesaplamaları, Barroviyen fasiyes serileri içerisinde, 712±32OC/7.2±1.1 kbar ilerleyen (üst amfibolit fasiyesi) ve 545±45OC/3.55±1.45 kbar gerileyen (yeşilşist fasiyesi) metamorfizma koşullarını vermiştir. Bu bölgesel metamorfizmanın, Geç Kretase'de Neotetis (Berit) Okyanusu'nun kuzeye doğru dalması sırasında, hala sıcak olan Geç Kretase yaşlı Yüksekova ensimatik ada yayının altında derin bir gömülme sonucu meydana geldiğini ileri sürüyoruz.

Elde edilen veriler, Pütürge Metamorfitleri'nin hem Kadomiyen hem de Alpin orojenezinden etkilendiğini göstermektedir. Pütürge Metamorfitleri'nin orta dereceli metamorfizması, Geç Kretase'de yüksek basınç-düşük sıcaklık metamorfizmasına uğrayan, litolojik ve yapısal olarak benzer, daha doğudaki Bitlis Metamorfitleri ile tezat oluşturmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Barroviyen metamorfizması, Geç Kretase, Güneydoğu Anadolu, Kadomiyen, Pütürge Metamorfitleri, rutil, zirkon

Abstract

The Pütürge Metamorphites, part of the Southeastern Anatolian Orogen, consist of a metamorphic basement, overlain by a cover unit. The basement consists mainly of metagranite, gneiss, amphibolite, amphibole schist and biotite schist. The cover unit is represented by muscovite schist, kyanite-garnet-staurolite schist, quartz schist, sillimanite-garnet-biotite-plagioclase quartz schist, calcschist, quartzite and marble. The early-middle Eocene volcano-sedimentary Maden Complex unconformably overlies the Pütürge Metamorphites

Whole-rock major and trace element geochemistry suggests that the metagranites and gneisses formed in an active continental margin setting, whereas the amphibolites and amphibole schists developed in a continental back-arc environment. LA-ICP-MS zircon U-Pb dating of the Pütürge Metamorphites yielded concordia ages of 550-534 Ma (Ediacaran-early Cambrian) for metagranites, and 553-546 Ma (Ediacaran) for gneisses, 550-538 Ma (Ediacaran-early Cambrian) for amphibolites, The Pütürge Metamorphites were affected by Cadomian magmatism, probably related to southward subduction along the northern margin of Gondwana. Detrital zircons from the cover unit (biotite-quartz-muscovite schist) yielded a concordia age of 158.3±5.6 Ma (early Late Jurassic), which is interpreted as the maximum depositional age. The depositional age of the cover unit of the Pütürge Metamorphites is constrained as between early Late Jurassic and early-middle Eocene, the age of the unconformably overlying Maden Complex. This evidence indicates that there is a major time break between the core (Cadomian) and the cover units of the Pütürge Metamorphites.

LA-ICP-MS rutile U-Pb geochronology yielded concordia (79.7±3.2 Ma; Campanian) and lower intercept (70.5±9.9-64.8±6.4 Ma; Maastrichtian) ages for both the core and cover units, indicating a common Late Cretaceous-early Paleocene metamorphism. Index minerals such as chlorite, biotite, garnet, staurolite, kyanite, and sillimanite, representing the Barrovian-type regional metamorphism, are widely developed in the Pütürge Metamorphites. P-T calculations, using the Domino-Theriak program yielded 712±32OC/7.2±1.1 kbar progressive (upper amphibolite facies) and 545±45OC/3.55±1.45 kbar retrogressive (greenschist facies) metamorphism within the Barrovian facies series. We propose that this regional metamorphism resulted from deep under thrusting beneath the still-hot Late Cretaceous Yüksekova ensimatic island arc, during Late Cretaceous northward subduction of the Neotethyan Berit ocean.

The combined evidence indicates that the Pütürge Metamorphites were affected by both Cadomian and Alpine orogenesis. The intermediate-type metamorphism of the Pütürge Metamorphites contrasts with the lithologically and structurally similar Bitlis Metamorphites further east, which also underwent high-pressure, low-temperature metamorphism also during the Late Cretaceous.

Keywords: *Barrovian metamorphism, Cadomian, Late Cretaceous Pütürge Metamorphites, rutile, Southeast Anatolia, zircon*

Bitlis Masifi'ndeki Eklojit ve Mavişist Fasiyesi Metamorfizmaları: Masif'in Geç Kretase Metamorfik Evrimi

Eclogite and Blueschist Facies Metamorphisms in the Bitlis Massif: Late Cretaceous Metamorphic Evolution

O. Ersin Koralay (1), Osman Candan (1), Qiu-Li Li (2), Mete Çetinkaplan (1), Roland Oberhänsli (3)

(1) Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tınaztepe Yerleşkesi, 35390, Buca, İzmir

(2) Institute of Geodesy and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, 19 Beituchrng West Road, Chaoyang District, Beijing 100029, China

(3) Institute of Geosciences, Potsdam University, Karl Liebknecht Strasse 24, 14476 Potsdam, Germany

(ersin.koralay@deu.edu.tr)

Öz

Bitlis Masifi, orijinalde Prekambriyen temel ve Paleozoyik-Mezozoyik örtü serilerinden yapılı olmasına karşın günümüzde metamorfik olmayan ve/veya farklı koşullarda metamorfizmalara uğramış birimlerden yapılı bir nap yığını özelliği sunmaktadır. Yeni çalışmalarda Bitlis Masifi'nde eklojit ve mavişist fasiyesi koşullarındaki yüksek basınç (YB) metamorfizmalarını tanımlayan kaya ve mineral topluluklarının varlığı ortaya konmuştur. Eklojit fasiyesi kayaları Prekambriyen temel içerisinde düzey ve mercekler şeklinde gözlenmektedir. Mavişist fasiyesi kayaları ise örtü serileri içerisinde çok sayıda lokasyonda saptanmıştır. Gablor ve Kesendere bölgelerinde gözlenen, 'omfasit(jd 40-42)-granat-rutil-disten (±pargasit-zoisit-kuvars)' bileşimli eklojitlerde başkalaşım koşulları, ~65 km derinliğe gömülmeyi tanımlayacak şekilde sırasıyla 650-670 oC / 21 kbar ve 650 oC / 19 kbar olarak hesaplanmıştır. YB metamorfizmasının yaşı zirkon U/Pb yöntemine göre Kesendere bölgesinde 84-82 My (Santoniyen-Kampaniyen), Gablor bölgesinde ise 74.7±0.9 My (2σ, Kampaniyen) olarak saptanmıştır. Kesendere bölgesinde, rutiller ise 50.8±1.7 My (2σ, erken Eosen) U-Pb soğuma yaşı vermiştir. Mavişist fasiyesi metamorfizması meta-bazitlerde glokofan, meta-pelitlerde ise karfolitin varlığı ile tanımlanmaktadır. Meta-pelitlerdeki 'pirofillit-karfolit' topluluğu (320 oC / 8-10 kbar; ~35 km derinlik) ilerleyen evre, 'karfolit-klorit-fengit' topluluğu pik koşullar (350-400 oC / 10-11 kbar; ~40 km derinlik), 'kloritoyid-klorit-disten' topluluğu ise geri dönüşüm koşullarını (370-480 oC / 3-6 kbar; ~15-20 km derinlik) ifade etmektedir. 40Ar/39Ar yöntemiyle beyaz mikalardan elde edilen 79-74 My (erken-orta Kampaniyen) ve 70-67 My (Maastrihtiyen) yaşları sırasıyla metamorfik doruk ve üzerleyen geri dönüşüm zamanı olarak yorumlanmıştır. Bu veriler Bitlis Masifi'nin Geç Kretase'de yitim ortamında derin gömülmeye uğradığını göstermektedir. Söz konusu Geç Kretase YB metamorfizmaları, Neotetis Okyanusu'nun güney kolunun kuzey yönlü bir yitimle kapanması ve izleyen evrede Bitlis Masifi'ni oluşturan kıtasal kabuğun (Arap Levhası'nın kuzey ucu) Anatolid-Torid Platformu ile çarpışması ile ilişkili olmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Bitlis Masifi, eklojit, mavişist, mika 40Ar/39Ar, Neotetis, zirkon U-Pb

Abstract

Although the Bitlis Massif was originally composed of Precambrian basement and Paleozoic-Mesozoic cover series, the massif now presents a nappe stack feature composed of non-metamorphic and/or metamorphosed units under different conditions. Recent studies have revealed the presence of rock and mineral assemblages that define high-pressure (HP) metamorphism in eclogite- and blueschist-facies conditions in the Bitlis Massif. Eclogite-facies rocks are observed as levels and lenses within the Precambrian basement. In contrast, blueschist-facies rocks have been identified at many locations within the cover series. Metamorphic conditions in the eclogites with compositions of 'omphacite(jd 40-42)-garnet-rutile-kyanite (±pargasite-zoisite-quartz)' observed in the Gablor and Kesendere regions were calculated to be 650-670 oC / 21 kbar and 650 oC / 19 kbar, respectively, corresponding to the depth of ~65 km. The age of the HP metamorphism was determined to be 84-82 Ma (Santonian-Campanian) in the Kesendere region and 74.7±0.9 Ma (Campanian) in the Gablor region using the zircon U/Pb method. In the Kesendere region, rutiles gave a U-Pb cooling age of 50.8±1.7 Ma (early Eocene). Blueschist facies metamorphism is defined by the presence of glaucophane in metabasites and carpholite in metapelites. The 'pyrophyllite-carpholite' assemblage in metapelites (320 oC / 8-10 kbar; ~35 km depth) represents the progressive stage, the 'carpholite-chlorite-phengite' assemblage represents peak conditions (350-400 oC / 10-11 kbar; ~40 km depth), and the 'chloritoid-chlorite-kyanite' assemblage represents retrograde conditions (370-480 oC / 3-6 kbar; ~15-20 km depth). The ages of 79-74 Ma (early-middle Campanian) and 70-67 Ma (Maastrichtian) obtained from white micas by the 40Ar/39Ar method are interpreted as peak metamorphism and subsequent retrograde metamorphism, respectively. These data indicate that the Bitlis Massif was deeply buried in a subduction environment during the Late Cretaceous. These Late Cretaceous HP metamorphisms must be related to the closure of the southern branch of the Neotethys Ocean by northward subduction and the subsequent collision of continental crust (the northern tip of the Arabian Plate), which formed the Bitlis Massif with the Anatolide-Tauride Platform in the following phase.

Keywords: *Bitlis Massif, blueschist, eclogite, mica 40Ar/39Ar, Neotethys, zircon U-Pb*

MÜHENDİSLİK JEOLOJİSİ VE JEOTEKNİK OTURUMU

Engineering Geology and Geotechnics Session

Ali BAYRAM, Tümay KADAKÇI- KOCA, Ayhan KOÇBAY, Halil KUMSAR, Ergün TUNCAY

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

Kayalara Uygulanmasında Leeb Sertlik Deneyinin Sonuçlarını Etkileyen Başlıca Faktörlerin Araştırılması

An Investigation of the Main Factors Affecting the Results of the Leeb Hardness Test in its Application to Rocks

Reşat Ulusay (1), M. Oğuz Sünnetci (2), Hakan Ersoy (2), Murat Karahan (3)

(1) Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fak., Jeoloji Müh. Böl., 06800 Beytepe, Ankara
(2) Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fak. Jeoloji Müh. Böl., 61080 Ortahisar, Trabzon
(3) KTÜ Trabzon Meslek Yüksekokulu, İnşaat Teknolojisi Bölümü, 61300 Akçaabat, Trabzon
(moguzsunnetci@ktu.edu.tr)

Öz

Leeb (Equotip) sertliği deneyi ilk olarak metalik malzemelerin yüzey sertliğini belirlemek için geliştirilmiş olmakla birlikte, hızlı ve hasar vermeyen bir deney olması ve taşınabilir bir cihaz kullanılarak yapılabilmesi nedeniyle 1990'ların başından bu yana kayalarda da kullanılmaktadır. Bu deney günümüzde; kaya mekaniği ve mühendisliği, mühendislik jeolojisi, jeomorfoloji ve tarihi yapıların korunması gibi alanlarda çok düşük dayanımlı kayalardan çok yüksek dayanımlı kayalara kadar geniş bir dayanım aralığında (6-200 MPa) yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak bu deneyin kayalarda uygulanmasına ilişkin standart veya önerilmiş bir yöntemin henüz geliştirilmemiş olmasının yanı sıra, deneyin kayalarda uygulanmasında deneyi etkileyen faktörlere ilişkin çalışmalar da oldukça sınırlıdır. Bu husus dikkate alınarak, bu çalışmada; söz konusu deneyde uygulanacak vuruş yöntemi, vuruş sayısı, örnek uzunluğu (*L*), uzunluk-çap oranı (*L/D*), vuruş yerinin örneğin kenarına olan mesafesi ve örnek yüzeyinde oluşan hasar gibi deney sonuçlarını etkileyen başlıca faktörlerin farklı kaya türleri kullanılarak ayrıntılı şekilde araştırılıp değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, Türkiye›nin farklı bölgelerinden yapılmış sondajlardan derlenen 16 farklı litolojideki toplam 66 kaya grubuna ait karot örnekleri deneysel çalışmalarda kullanılmıştır. Örneklerin mineralojik özellikleri ince kesit incelemeleriyle gerçekleştirilmiştir. Leeb sertliği deneylerinde; karot örneklerinin üst ve yan yüzeylerine 50'şer adet Tek Vuruş Yöntemi (SIM) ile ayrıca üst ve yan yüzeydeki 5'er adet farklı noktada 50'şer adet Aynı Noktada Tekrarlı Vuruş Yöntemi (RIM) ile Leeb Sertliği (*LD*) değerleri elde edilmiştir. Örnekler genellikle ince taneli kayaç türlerinden oluşmakta olup, bunların dışındaki daha az sayıdaki bazı kaya örneklerinde farklı mineraller ve küçük boşluklar da bulunmaktadır. Ölçüm alınan yüzeydeki farklı minerallerin ve varsa boşlukların olası etkisini en aza indirmek amacıyla vuruşlar karot yüzeyine homojen bir şekilde dağıtılmıştır. Deney verisinin değerlendirilmesi sonucunda; SIM yönteminin RIM yöntemine göre daha güvenilir *LD* değerleri verdiği, 15 adet SIM vuruşun ortalamasının istatistiksel olarak geçerli olan *LD* değerini belirlemek için yeterli olduğu ve Leeb sertlik deneyinin $L \geq 50$ mm ve $L/D \geq 1$ olan örnekler üzerinde yapılmasının gerektiği sonucuna varılmıştır. Ayrıca; deney sırasında örnek kenarından itibaren vuruşların en az deney cihazının destek halkasının çapına eşit bir mesafe bırakılarak yapılmasının gerektiği de belirlenmiştir. Özellikle düşük dayanımlı kayalarda, RIM yöntemi örnek yüzeyinde çukur ve çıkıntıların oluşmasına neden olduğu için *LD*'nin belirlenmesi amacıyla SIM yaklaşımının kullanılması önerilmektedir. Örneklerde RIM uygulamasında alınan yüzey topoğrafyası ölçümleri de bu sonucu desteklemektedir. Sonuçlar ayrıca, çapsal ve eksenel deney yöntemlerinin bu deneyde doğrudan kullanılabileceğini de göstermiştir. Çalışmada kullanılan tüm karot örneklerinin alt ve üst yüzeyleri karot düzleme makinesi ile düzeltildiği için örnek yüzey pürüzlülüğünün Leeb deneyine etkisi bu çalışmada değerlendirilmemiş olup, yeni yapılacak çalışmalarda üzerinde durulması önerilir.

Anahtar Kelimeler: Leeb (Equotip) sertlik deneyi, Kaya malzemesi, Deneyi etkileyen faktörler, Yüzey hasarı, SIM, RIM

Abstract

The Leeb (Equotip) hardness test was initially developed to determine the surface hardness of metallic materials. However, due to its rapid and non-destructive nature, as well as its applicability using a portable device, it has been employed for rock testing since the early 1990s. Today, this test is widely used across various disciplines, including rock mechanics and rock engineering, engineering geology, geomorphology, and the conservation of historical structures, covering a broad strength range from very low-strength to very high-strength rocks (6–200 MPa). Nevertheless, despite its widespread application, no standardized or suggested method has yet been developed for applying the Leeb hardness test to rocks. Furthermore, studies on the factors influencing the reliability of this test in its application to rocks are limited. Considering these issues, the present study aims to investigate and evaluate the main factors affecting the results of the Leeb hardness test on different rock types. These factors include the impact method applied, the number of impacts, the sample length (L), the length-to-diameter ratio (L/D), the distance of the impact location from the sample edge, and the damage induced on the sample surface. For this purpose, core samples from 66 rock groups, representing 16 different lithologies, were collected from boreholes drilled in various regions of Türkiye and used in experimental investigations. The mineralogical properties of the samples were analyzed through thin-section examinations. During the tests, Leeb Hardness (LD) values were obtained using two different methods: the Single Impact Method (SIM), with 50 individual impacts applied to both the top and lateral surfaces of core samples, and the Repeated Impact Method (RIM), with 50 repeated impacts applied at five different points on both the top and lateral surfaces. The samples primarily consisted of fine-grained rock types, with some containing different minerals and small voids. To minimize the potential influence of varying mineral compositions and voids on the measured surface, the impact points were evenly distributed across the core surface. Evaluation of the test data revealed that the SIM method provided more reliable LD values compared to the RIM method. It was determined that the mean of 15 SIM impacts is statistically sufficient to establish a valid LD value and that the Leeb hardness test should be conducted on samples with $L \geq 50$ mm and $L/D \geq 1$. Additionally, it was found that impacts should be applied at a minimum distance equal to the diameter of the device's support ring from the sample edge. In particular, for low-strength rocks, the SIM approach is recommended for determining LD values, as the RIM method can cause surface depression and protrusions. Surface topography measurements obtained from RIM applications further support this conclusion. Moreover, the results indicate that both diametral and axial testing methods can be directly utilized in this test. Since all core samples used in the study had their top and bottom surfaces flattened using a core grinding machine, the potential effect of surface roughness on the Leeb hardness test was not evaluated. Future studies are recommended to investigate this aspect.

Keywords: *Leeb (Equotip) hardness test, Intact rock, Factors influencing the test, Surface damage, SIM, RIM*

Basınçlı ve Basınçsız Su Deneylerinin Yapılması ve Bilgisayar Programlarıyla Değerlendirilmesi: Sarıçay Barajı (Aydın) Örnek Uygulaması

Performing Pressurized And Non-Pressurized Water Experiments And Evaluating Them With Computer Programs: A Case Study in Sarıçay Dam (Aydın)

Gökhan Uçar (1), Cenk Yıldırım (2), Harun Meydan (3), Ayhan Koçbay (4)

(1,2) Temel Sondaj ve Enjeksiyon Şube Müd./Jeoteknik Hizmetler Dairesi Başkanlığı
(3,4) Jeoteknik Hizmetler Dairesi Başkanlığı
(gucar@dsi.gov.tr)

Öz

Baraj, gölet vb. depolama amaçlı mühendislik yapılarında depolanacak suyun zemin içerisindeki hareketlerinin önceden belirlenmesi ile oluşabilecek sızmalara karşı yapının inşa aşamasından önce önlem alınabilmektedir. Bu kapsamda zeminin su ile davranışını öngörebilmek için yerinde basınçlı ve basınçsız su deneyleri yapılmaktadır. Ancak su deneyleri temel sondaj kuyularında yapıldığından, sondaj kuyusunu çevreleyen çok sınırlı bir kısmının geçirgenliğinin (permeabilite) ölçülebildiği göz önüne alınmalıdır. Dolayısıyla, sınırlı bilgilerden yola çıkarak zemin ve kaya ortamının su hareketleri karşısında göstereceği davranışı belirlemek ve de su yapılarının tasarım ve boyutlandırılmasını yapmak için elde edilen verilerin doğruya en yakın şekilde yorumlanması gerekmektedir.

Su yapıları çalışmalarında aks üzerinde açılan sondaj kuyularından elde edilen su tecrübesi deneyine ait verilerden yola çıkarak aks yerinin geçirimlilik haritası doğruya en yakın şekilde oluşturulmaktadır. Bu kapsamda, DSİ Genel Müdürlüğü bünyesinde hazırlanmış olan Temel Sondaj ve Enjeksiyon Teknik Şartnamesine uygun olarak yapılan basınçlı ve basınçsız su deneylerinin verileri, değişik bilgisayar programları ile değerlendirilmektedir. Buna bağlı olarak hesaplanan lugeon sonuçlarında farklılıklar olabildiği ve tüm birimlerimizin kullanabileceği ortak bir yazılım programına ihtiyaç duyulduğu için DSİ Genel Müdürlüğü tarafından SU TECRÜBESİ PROGRAMI V1.1 yazılımı geliştirilmiştir.

Lugeon Programı V1.1'de gerekli bilgi girişi tamamlandıktan sonra "Hesap Butonu" yardımı ile ilgili basınç değeri sayfasına gidilmektedir. Program, deney verilerini ilgili eşitlilerde kullanarak lugeon değerini hesaplamaktadır. Basınç ve debiye bağlı olarak çizilen eğrilerin (lugeon grafiği) tiplerine göre kayacın geçirimliliği ve boşlukların özellikleri konusunda projedeki sorumlu mühendis tarafından bazı yorumlar yapmak mümkün olabilmektedir. Program tarafından hesaplanan lugeon değeri, lugeon modeli ve lugeon grafiği incelenerek, istenirse hesaplamayı manuel'e alarak da değerlendirilip, en uygun lugeon modeli seçilebilmektedir.

Bu bildiride örnek olarak seçilen Sarıçay Barajı'nda (Aydın), basınçlı su deneylerindeki kaçan su miktarı ile enjeksiyon alışlarındaki uyuşmazlıklar incelenmiş ve sorunun çözümüne yönelik çalışmalar yapılmıştır. Buna göre; Sarıçay Barajı'nda açılan temel sondaj kuyularından alınan karotlar incelendiğinde, zeminin yer yer kırıklı çatlaklı yer yerde aşırı kırıklı çatlaklı, büyük bölümünün de masif olduğu görülmektedir. Zeminin jeolojik özellikleri göz önüne alınarak, zemindeki kırık ve çatlakların birbirleri ile irtibat yaptığı, suyu kolaylıkla iletebildiği anlaşılmaktadır.

Bu çalışmada, Temel Sondaj ve Enjeksiyon Teknik Şartnamesi uyarınca zeminin yırtılmadan dayanabileceği basınçlar kullanılarak enjeksiyon imalatları yapılmıştır. Arttırılan basınç ile daha fazla enjeksiyon alışları olduğu ve enjeksiyon imalatı sonrası yapılan basınçlı su deneylerinde elde edilen sonuçların lugeon değerinin 3'den küçük olduğu tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, basınçlı ve basınçsız su deneyleri zeminin geçirimlilik (K) katsayısını vermemektedir. Ancak zeminin geçirimliliği hakkında mukayese edilebilir kantitatif değerler elde etmek mümkün olmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Basınçlı su testi, basınçsız su testi, permeabilite, jeoteknik.

Abstract

Dam, pond etc. By determining in advance the movements of the water to be stored in the ground in engineering structures for storage purposes, precautions can be taken before the construction phase of the building against possible leaks. In this context, pressurized and non-pressurized water tests are carried out on site in order to predict the behavior of the ground with water. However, since water tests are carried out in foundation boreholes, it should be taken into consideration that the permeability of a very limited part of the borehole surrounding the borehole can be measured. Therefore, based on limited information, the data obtained must be interpreted as accurately as possible in order to determine the behavior of the ground and rock environment against water movements and to design and dimension water structures.

In water structures studies, the permeability map of the axis location is created as closely as possible, based on the data obtained from the water experience test obtained from the boreholes opened on the axis. In this context, the data of pressurized and unpressurized water tests carried out in accordance with the Basic Drilling and Injection Technical Specifications prepared within the General Directorate of DSI are evaluated with different computer programs. Accordingly, since there may be differences in the calculated lugeon results and there is a need for a common software program that all our units can use, WATER EXPERIENCE PROGRAM V1.1 software was developed by the General Directorate of DSI.

After completing the required information entry in Lugeon Program V1.1, you can go to the relevant pressure value page with the help of the "Calculation Button". The program calculates the lugeon value by using the experimental data in the relevant equations. It is possible for the engineer responsible for the project to make some comments about the permeability of the rock and the properties of the voids, depending on the types of curves (lugeon chart) drawn depending on pressure and flow. The lugeon value calculated by the program can be evaluated by examining the lugeon model and lugeon chart, and if desired, by making the calculation manual, the most suitable lugeon model can be selected.

In the Sarıçay Dam (Aydın), which was chosen as an example in this paper, the discrepancies between the amount of water escaping in the pressurized water experiments and the injection reception were examined and studies were carried out to solve the problem. Accordingly; When the cores taken from the foundation boreholes opened in Sarıçay Dam are examined, it is seen that the ground is fractured and cracked in places, extremely fractured and cracked in some places, and most of it is massive. Considering the geological characteristics of the ground, it is understood that the fractures and cracks in the ground communicate with each other and can easily transmit water.

In this study, injection manufacturing was carried out using the pressures that the ground can withstand without tearing, in accordance with the Basic Drilling and Injection Technical Specification. It was determined that there were more injections with increasing pressure and that the lugeon value of the results obtained in the pressurized water experiments after injection production was less than 3.

As a result, pressurized and unpressurized water tests do not give the permeability (K) coefficient of the ground. However, it is possible to obtain comparable quantitative values about the permeability of the ground.

***Keywords*:** *Pressure water test, non-pressure water test, permeability, geotechnical.*

Silvan Barajı Ön Germeli Ankraj İmalatlarında Karşılaşılan Jeoteknik Problemler ve Çözüm Yöntemleri

Geotechnical Problems Encountered in Application of Prestressing Anchors and Solution Methods in Silvan Dam

Emrah Erdem (1), Ayhan Koçbay (1), Harun Meydan (1), Erol Öztürk (1), Cenk Yıldırım (1)

(1) Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Jeoteknik Hizmetler Dairesi Başkanlığı
(emraherdem@dsi.gov.tr)

Öz

Diyarbakır İli Silvan İlçesi sınırlarında yer alan Silvan Barajı temelden 175 m yükseklikte 8,7 milyon metreküp gövde hacminde ön yüzü beton kaplı kaya dolgu gövde tipinde olup inşaat çalışmaları devam etmektedir. Baraj kendi tipinde Türkiye'nin ve Avrupa'nın en yüksek barajıdır. Bu kapsamda Silvan barajında dolusavak üstü şevlerinin stabilitesinin sağlanması amacıyla 94.582m ön germeli ankraj, 14.166m zemin çivisi, 3.600m kaya bulonu destekleme yöntemleri projelendirilmiş ve imalatlarına başlanılmıştır.

Ön germeli ankraj çalışmalarının temel amacı kök bölgesini sağlam kayaya ulaştırarak, yamaç yükünü enjeksiyon-zemin aderansıyla kayaya taşıtma işlemini esas alır. Uygulama sahasında topoğrafyanın oldukça dik olması, yaklaşık 40 m derinliğinde yamaç molozu bulunması, yamaç kütle hareketinin devam etmesi, ankrajların 60 m uzunluğunda ve yataya yakın açıda olması, yamaç molozu altında kırık çatlak sistemleri gelişmiş karstik kireçtaşları bulunması gibi sebepler projenin ilerlemesini olumsuz yönde etkilemiştir. Bu olumsuz sebeplerden dolayı oldukça kalın yamaç molozunda delgilerin yapılması sırasında takım sıkışması, kuyu kapanması ve/veya çökmesi gibi önemli sorunlar meydana gelmiştir. Ayrıca kök bölgesinde bulunan kireçtaşlarının çok geçirimli olmasından dolayı enjeksiyonda refü sağlanamaması vb. gibi sorunlar olmuştur. Bu sorunların aşılması amacıyla proje sahasında jeolojik ve jeoteknik verilerin anlık güncellenmesi, düzenli aralıklarla inklinometre ölçümlerinin yapılması, ankraj delgilerinde yaşanan problemlere istinaden farklı delgi yöntemlerin geliştirilmesi, enjeksiyonda kullanılacak karışım oranlarının değiştirilmesi, ankraj germe testlerinin kontrol edilmesi gibi jeoteknik çalışmalar yapılmıştır. Ülkemizde ve dünyada benzer yapılan çalışmalar incelenmiş, ekipmanlar temin edilmiştir. Standart rotary delgi yöntemleri yerine, her imalat özelinde çift rotary, muhafazalı ilerleme, symmetrix, super max bit vb. gibi delgi yöntemleri denenmiş ve uygun yöntem seçilmiştir. Ankrajlara yapılan enjeksiyonlarda farklı karışım deneyleri yapılmış, ilave ekipmanlar getirilmiş, ön enjeksiyon yapılmış ve yapı güvenliği sağlanmıştır. Bu çalışmalarla yaşanan zorluklar aşılarak imalatlara devam edilmiştir.

Bu çalışma kapsamında yapılan jeolojik ve jeoteknik çalışmaların tümü Silvan Barajı gibi büyük inşaat projelerinin uzun yıllar amacına hizmet etmesi adına önem teşkil etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Ön germeli ankraj, Jeoteknik, Ön yüzü beton baraj, Silvan, Enjeksiyon.

Abstract

Silvan Dam, located within the borders of Silvan District of Diyarbakir Province, is a 175 m high concrete face rock fill dam with a body volume of 8.7 million cubic meters and construction work is ongoing. The dam is the highest dam of its type in Turkey and Europe. In order to ensure the stability of the slopes along the spillway in Silvan Dam, application of 94,582 m prestressing anchors, 14,166 m soil nails and 3,600 m rock bolts were designed and implementations have been started.

The main purpose of Prestressing anchor works is to anchor the root zone to solid rock and to carry the slope load to the rock through grouting-soil adherence. However, several challenges have negatively impacted the project's progress, including the steep topography of the project area, the presence of approximately 40 meters of slope rubble, ongoing slope mass movement, 60-meter-long anchors positioned near-horizontally, and the presence of karstic limestones with fractured crack systems beneath the slope rubble. Due to these challenges, significant issues such as tool jamming, well closure, and collapse occurred while drilling in the hillside rubble. Additionally, because of the high permeability of the limestone in the root area, issues such as the inability to achieve proper reflux during grouting have occurred. To address these issues, geotechnical studies in project area have been conducted, including real-time updates of geological and geotechnical data, regular inclinometer measurements, the application of different drilling methods based on challenges encountered in anchor drilling, adjustments to grouting mixture ratios, and the monitoring of anchor tension tests. Similar studies conducted both domestically and internationally were reviewed, and the necessary equipment was procured. Instead of standard rotary drilling methods, alternative techniques such as double rotary, shielded feed, symmetrix, and super max bit were tested for each operation, and the most suitable method was selected. Additionally, various mixture tests were conducted during anchor grouting, additional equipment was introduced, pre-grouting was applied, and structural safety was ensured. These efforts successfully addressed the encountered challenges, allowing manufacturing to continue.

All of the geological and geotechnical studies carried out within the scope of this study are important for large construction projects such as the Silvan Dam to serve their purpose for many years.

Keywords: *Prestressing anchor, Geotechnical, Concrete face dam, Silvan, Grouting.*

Kayalarda Sürtünme Açısı ve Kohezyonun Tayini İçin Alternatif Bir Yöntem Önerisi

An Alternative Method Proposal for the Determination of Friction Angle and Cohesion in Rocks

Emre Pınarcı (1), Kamil Kayabalı (2)

(1) Çukurova Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü
(2) Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü
(epinarci@cukurova.edu.tr)

Öz

Kayaların üzerine ve içine inşa edilecek mühendislik yapılarının duraylılık analizlerinde kaya kütlesinin ve onu oluşturan blokların dayanım parametrelerine gereksinim duyulur. Dayanım parametreleri de ya tek eksenli sıkışma ya da kohezyon (c) ve içsel sürtünme (φ) açısı ikilisi şeklindedir. c ve φ tayininde yaygın olarak üç eksenli sıkışma (3X) deneyi kullanılmaktadır. Bu deneyde numune hazırlama ve deney bittikten sonra numuneyi membrandan çıkarma işlemlerinin meşakkatli olmasının yanı sıra, tam otomatik olmayan sistemlerde Hoek hücresine yanal basınç için uygulanan hidrolik yağın boşaltılması gibi çevresel kirlilik problemleri de söz konusudur. 3X deneyinin bu dezavantajlarını bertaraf etmek amacıyla, kaya malzemelerinin c ve φ açılarının elde edilmesi için alternatif bir yöntem üzerinde çalışılmıştır. Bunun için, kaya süreksizliklerinin kesme dayanımını belirlemede kullanılan doğrudan kesme (DS) deney yöntemi benimsenmiştir. 3X deneyinde kökenleri ve tek eksenli sıkışma dayanımları farklı 11 çeşit kayadan alınan karotlarla c ve φ açıları tayin edilmiştir. DS deneylerinde 15 cm'lik kübik bloklar kullanılmıştır. Bu kübik bloklar üzerinde kayanın istenilen yerden yenilmesi için bazı ön işlemler gerçekleştirilmiştir. Bunun için, numunelerin yükleme yönüne dik olan dört yüzeyinde karot kesme makinasıyla çentikler açılmıştır. Bu şekilde, DS deneyi sırasında yenilme yüzeyinin kübik numunenin alt ve üst yüzeyleriyle eşdüzlemsel olması sağlanmıştır. Deneysel çalışmalar tamamlandıktan sonra, 3X ve DS deneyinden elde edilen c ve φ açıları arasında basit regresyon analizleri yapılmıştır. Gerçekleştirilen korelasyonlara göre 3X deneyi ile DS deneyinden belirlenen φ açıları arasında oldukça yüksek bir belirleme katsayısı (R2 = 0,82) bulunmuştur. c değerleri arasındaki doğrusal ilişkinin belirleme katsayısı çok yüksek olmamakla birlikte makul düzeydedir (R2 = 0,55). Bu ilişkinin irdelenmesi sırasında aykırı nokta oluşturan kaya granodiyorit olup, bu kayanın bünyesinde çok iri ortoklas kristalleri bulunmaktadır. Bu kaya korelasyona dahil edilmediği zaman, c değerlerinin regresyonuna ait belirleme katsayısı 0,63'e yükselmiştir. 3X deneyine göre daha pratik ve çevre dostu olan DS yöntemi ile bir kaya malzemesinin φ açısının oldukça güvenilir düzeyde ve c değerinin de makul bir düzeyde kestirilebileceği görülmüştür. Bu çalışmada sadece 11 çeşit kaya kullanılmış olup, önerilen alternatif tekniğin çok daha fazla sayıda kaya üzerinde test edilmesi önerilmektedir. Bu sayede DS tekniğinin kaya malzemesinin φ açısını ve c değerini belirlemede 3X deneyine alternatif bir deney tekniği olduğu kanıtlanabilir.

Anahtar Kelimeler: İçsel sürtünme açısı, kohezyon, sağlam kaya, doğrudan kesme deneyi, üç eksenli deneyi.

Abstract

In the stability analysis of engineering structures to be built on and in rocks, the strength parameters of the rock mass and the blocks forming it are needed. The strength parameters are either uniaxial compression or the pair of cohesion (c) and internal friction angle (φ). Triaxial compression (3X) test is widely used in determining the c and φ. In this test, in addition to the laborious processes of sample preparation and removing the sample from the membrane after the test is completed, there are also environmental pollution problems such as draining the hydraulic oil applied to the Hoek cell for lateral pressure in non-automatic systems. To eliminate these disadvantages of the 3X test, an alternative method was studied to obtain the c and φ of rock materials. For this purpose, the direct shear (DS) test method which is employed to determine the shear strength of rock discontinuities was adopted. In the 3X tests, c and φ were determined on cores taken from 11 types of rocks with different origins and varying uniaxial compression strengths. 15 cm cubic blocks were used in the DS tests. Some preliminary processes were carried out on these cubic blocks to ensure the rock failed through the predetermined plane. For this purpose, notches were opened on four surfaces of the samples perpendicular to the normal loading direction. In this way, the failure surface was ensured to be co-planar with the lower and upper surfaces of the samples during the DS tests. After the experimental studies, simple regression analyses were performed between the c and φ obtained from the 3X and DS tests. According to the correlations performed, a very high correlation coefficient (R2 = 0.82) was found between the φ values. The correlation coefficient of the relationship between the c is not very high but is at a reasonable level (R2 = 0.55). The rock that created a singular point during examining this relationship is granodiorite, which contains very coarse orthoclase crystals. When this rock was not included in the correlation, the correlation coefficient of the regression of the c raised to 0.63. It has been observed that the φ of a rock material can be estimated at a fairly reliable level and the c at a reasonable level with the DS method, which is more practical and environmentally friendly than the 3X test. Only 11 types of rocks were used in this study, and the proposed alternative technique is recommended to be tested on a much larger number of rocks. In this way, the DS technique can be proven to be an alternative test technique to the 3X test in determining the φ and c of rock materials.

Keywords: *Internal friction angle, cohesion, intact rock, direct shear test, triaxial test.*

Sürdürülebilir Kentleşme'de Jeolojik Jeoteknik Sayısal Veri Tabanı Oluşturulması, Sarayköy (Denizli) Uygulaması

Creation of a Geological Geotechnical Digital Database in Sustainable Urbanization, Sarayköy (Denizli) Application

Halil Kumsar (1), Barış Semiz (1), Gürcan Elçi (2)

(1) Pamukkale Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Pamukkale, Denizli
(2) Sarayköy Belediyesi, İmar ve Şehircilik Müdürlüğü, Denizli
(kumsarh@gmail.com)

Öz

Sarayköy ilçesi (Denizli) köyleri'nin yerleşim alanları genellikle Senezoik yaşlı Sazak, Tosunlar ve Kolonkaya formasyonları üzerinde yerleşmiştir. İlçe merkezi ise Büyük Menderes Nehri'nin alüvyonları üzerinde yeralır. Bu çalışmada, Sarayköy ilçesi sınırları içinde yapılan imara esas jeolojik jeoteknik etüt ve Mart 2023 sonrası yapılan parsel bazındaki zemin etüt raporlarından elde edilen jeolojik, jeoteknik ve jeofizik veriler birinci yazar tarafından geliştirilen Jeolojik-jeoteknik Coğrafi Kent Bilgi Sistemi (JEOKBS) veri tabanına aktarılmıştır. JEOKBS veri tabanında temel altlık ilçenin jeolojik haritası olup, imar haritası da bu veri tabanında aynı koordinat sisteminde çizdirilmektedir. Sarayköy JEOKBS veri tabanında 255 jeoteknik sondaja ait jeolojik log, yeraltısuyu derinliği, sondajlarda yapılan standart penetrasyon deneyi (SPT), sondajlardan alınan zeminlerin laboratuvar deney sonuçları, 166 adet sismik kırılma ve 81 adet mikrotremör ölçüm sonuçları yeralmaktadır. JEOKBS programında istenilen her veriye ekran üzerinde ölçüm noktasına tıklayarak ulaşılabilmektedir. Arazi ve laboratuvar deney sonuçları değerlendirilerek ilçe bazında sıvılaşma potansiyeli haritaları üretilebilmektedir. Sismik kırılma ve mikrotemör verileri değerlendirilerek zeminlerin dinamik özellikleri de ilçe genelinde değerlendirilmektedir. Sarayköy JEOKBS veri tabanındaki sayısal verilere göre Sarayköy ovası içindeki ilçe merkezi ve ova içindeki köylerin bulunduğu alanlarda yeraltısuyu seviyesinin zemin yüzeyinden 1.0 m ile 5m arasında değişmektedir. Ovayı sınırlayan aktif fayların kırılması sonucu büyüklüğü 6.2 ve üzerindeki depremlerde zeminlerde sıvılaşma ve yanal yayılmalar meydana gelebilecektir. Ova içindeki alanlarda zemin büyütme faktörü değerlerinin 3.5 değerinde olmasından dolay yığma ve mühendislik hizmeti almamış betonarme yapılarda hasarların meydana gelme olasılığı mevcuttur.

Anahtar Kelimeler: Sarayköy-Denizli, Jeoloji, Jeoteknik, Coğrafi bilgi sistemi, Kentleşme

Katkı belirtme: Bu Çalışma Denizli Büyük Şehir Afet Planı Projesinde gerçekleştirilmiştir ve Denizli Büyük Şehir Belediyesi tarafından desteklenmiştir

Abstract

The settlement areas of the villages of Sarayköy district (Denizli) are generally located on the Cenezoic aged Sazak, Tosunlar and Kolonkaya formations. The district center is located on the alluvium sediments of the Büyük Menderes River. In this study, geological, geotechnical and geophysical data obtained from geological geotechnical survey reports prepared for urban planning, and geotechnical soil survey reports prepared for construction of buildings within the borders of Sarayköy district were used to establish a dadabase for Geological-geotechnical Geographical City Information System (JEOKBS) which was developed by the first author. In the JEOKBS database, the base is the geological map of the district, and the urban planning map is drawn in the same coordinate system. Sarayköy JEOKBS database includes geological logs of 255 geotechnical boreholes, groundwater depth, standard penetration test (SPT) performed in drillings, laboratory test results of soils taken from boreholes, 166 seismic refraction and 81 microtremor measurement results. In the JEOKBS program, any desired data can be accessed by clicking on the point on the screen. By evaluating field and laboratory test results, liquefaction potential maps can be produced on a district basis. By evaluating seismic refraction and microtemor data, the dynamic properties of the soils are also evaluated throughout the district. As a result of the evaluation of the geotechnical data in the Sarayköy JEOKBS database, the groundwater level in the areas of the district center and villages within the Sarayköy plain varies between 1.5m and 5m deep from the ground surface. Liquefaction and lateral spreading in the soft soils may occur during earthquakes with a magnitude of 6.2 and above if the active faults bordering the plain are ruptured. Since the soil amplification value is about 3.5 in the areas within the plain, there is a possibility of damage to masonry and reinforced concrete structures that have not received engineering services.

Keywords: *Sarayköy-Denizli, Geology, Geotechnics, Geographical information system, Urbanization*

Acknowledgement *: This study was carried out in Denizli Metropolitan Municipality Disaster Project and was supported by Denizli Metropolitan Municipality.*

Yeraltı Kazılarında Uygulanan Patlatmalardan Kaynaklanan Titreşimlerin Yüzey Stabilitesi Üzerine Etkisi

The Effect of Vibration from Blasting on Surface Stability in Underground Excavations

Hakan Ersoy (1), Mustafa Kanık (2)

(1) Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Trabzon
(2) Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Elazığ
(ersoy@ktu.edu.tr)

Öz

Bu çalışma kapsamında, Trabzon ili Araklı ilçesi sınırları içerisinde kalan 4700 m uzunluğunda bir iletim tüneli kazısı sırasında uygulanan kontrollü patlatmaların yüzeyde bulunan yaklaşık 1200 m uzunluğunda, 600 m genişliğinde ve kalınlığı 30-40 metre arasında değişen eski heyelanların stabilitesi üzerindeki etkisi 2 ve 3 boyutlu limit denge analizleri ile araştırılmıştır. Çalışma kapsamında derinlikleri 30-150 metre arasında değişen 6 adet sondaj yapılmış, sondajların 2 tanesi tünel eksenini kesecek şekilde planlanmıştır. Bunlara ek olarak 3 profilde elektrik özdirenç ve sismik ölçümler gerçekleştirilmiş, heyelan malzemesinin düşey ve yanal devamlılığı ortaya konulmuştur. Çalışmada 4 sondaj kuyusunda 2 m aralıklarla presiyometre deneyleri gerçekleştirilmiştir. Yapılan deneysel çalışmalarda heyelan malzemesinin boyuna ve enine dalga hızları sırasıyla 1450-1725 m/s ve 405-410 m/s, elastisite modülü 3231-3328 kPa, poisson oranı 0.45-0.47, birim hacim ağırlık değeri 19 kN/m3 olarak belirlenmiştir. Malzemenin kayma direnci parametreleri presiyometre deneylerinden elde edilen veriler kullanılarak 10 kPa ve 40o olarak hesaplanmıştır. Patlatma kaynaklı titreşim etkilerini modellemek için mesafe, patlayıcı miktarı ve kaya özelliklerini içeren ampirik denklemler kullanılmış, farklı patlayıcı miktarlarını (anlık şarj 5-30 kg arasında değişen değerler) karakterize eden titreşim modelleri kullanılarak yer ivmesi değerlerinin 0.024-0.073 m/s2 arasında değiştiği belirlenmiştir. Patlatma öncesi mevcut durum için yapılan 2 boyutlu analizde en düşük güvenlik sayısı değeri 1.30 olarak, 3 boyutlu analizde 1.18 olarak hesaplanmıştır. Patlatma etkisinin modellendiği 2 boyutlu analizlerde, patlatma miktarına bağlı olarak güvenlik sayısı değerinin 1.22'den 1.16'ya kadar düştüğü, 3 boyutlu analizlerde ise 1.11'den 0.83'e kadar düştüğü, sonuç olarak 2 ve 3 boyutlu analizlerden elde edilen güvenlik sayısı değerleri arasındaki farkın bir hayli fazla olduğu görülmüştür. Bu fark patlatma miktarının dolayısıyla yatay yer ivmesinin artmasıyla daha artmıştır. Bu durum, 2D analizlerden farklı olarak, 3D yüzey güvenlik haritasında en düşük güvenlik sayısını veren kesit bulunana kadar tüm yüzey boyunca analizlerin tekrarlanmasından kaynaklanmıştır. Ayrıca, 3 boyutlu yüzey güvenlik haritalarında farklı büyüklükteki titreşimler için kayma yüzeyi konumu ve derinliği değişmiş, 2 boyutlu analizlerde konum değişmeden sadece güvenlik sayısı değerlerinde azalma izlenmiştir. Bu sonuç, heyelan malzemesi geometrisinin stabilite üzerinde etkili olduğunu, en düşük güvenlik sayısı değerinin sadece 3 boyutlu analizler ile hesaplanabileceğini net olarak göstermiştir. Ayrıca 2D analizlerde farklı patlayıcı miktarlarında bile ilgili yönetmeliklerde tanımlanan 1.1'lik sınır güvenlik sayısı değeri altında bir değer hesaplanmamıştır. Bu sonuç anlık şarjın 30 kg olması (yer ivmesi 0.073 m/s2) durumunda bile patlatmalı faaliyetlerin heyelan oluşturmayacağını göstermektedir. Oysaki 3 boyutlu analizler 5 kg'dan daha fazla anlık şarj miktarının (yer ivmesi 0.024 m/s2) heyelana neden olabileceğini net olarak göstermektedir. Tüm bu sonuçlar özellikle mevcut koşullardan farklı olarak değişen koşulların (kazı, patlatma, yağış vb) modellendiği analizlerde sadece 3D analizlerin kullanılması gerektiğini net olarak göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Yeraltı kazısı, patlatma, yüzey stabilitesi, heyelan, 3 boyutlu analiz

Abstract

In this study, the effect of controlled blasting during the excavation of a 4700 m long transmission tunnel within the boundaries of Araklı (Trabzon) on the stability of paleo-landslides with a length of 1200 m, a width of 600 m and a thickness of 30-40 m were investigated by 2D and 3D limit equilibrium analyses. 6 boreholes with depths ranging between 30-150 meters were made and 2 of the boreholes were planned to cut the tunnel axis. Electrical resistivity and seismic measurements were carried out in 3 profiles and the landslide material was revealed. The pressiometer tests were carried out at 2 m intervals in 4 boreholes. P and S wave velocities of the landslide material were determined as 1450-1725 m/s and 405-410 m/s, elastic modulus 3231-3328 kPa, Poisson's ratio 0.45-0.47, unit weight value 19 kN/m3, respectively. The shear strength parameters were calculated as 10 kPa and 40o using pressiometer test results. Empirical equations including distance, explosive quantity and rock properties were used to model blasting-induced vibration effects, and ground acceleration values were determined to vary between 0.024-0.073 m/s2 using vibration models characterising different active loads (5-30 kg). The lowest factor of safety value (FoS) was calculated to be 1.30 in the 2D analysis and 1.18 in the 3D analysis for the current situation before blasting. In the 2D analyses where the blasting effect was modelled, it was observed that the FoS value decreased from 1.22 to 1.16 depending on the active loads, and in the 3D analyses it decreased from 1.11 to 0.83, and the difference between the FoS obtained from the 2D and 3D analyses was quite large. This is because, unlike the 2D analyses, the analyses were repeated along the entire surface until the cross section with the lowest FoS was found in the 3D surface safety map.In the 3D surface safety maps, the slip surface position and depth changed for vibrations of different magnitudes, whereas in the 2D analyses only a decrease in the FoS values was observed without a change in position. This result indicates that the geometry of landslide material has an effect on the stability and the lowest FoS. In the 2D analyses, even with different amounts of explosives, no value was calculated below the limit FoS of 1.1 as defined in the relevant regulations. This result shows that even with an active load of 30 kg (a: 0.073 m/s2), blasting operations do not cause landslides. However, 3D analysis clearly shows that more than 5 kg of active loads (a: 0.024 m/s2) can cause landslides. All these results clearly show that only 3D analyses should be used in analyses where changing conditions (excavation, blasting, precipitation, etc.) are modelled differently from the existing conditions.

Keywords: *Underground excavation, blasting, surface stability, landslide, 3D analysis*

Kahramanmaraş Depremlerinin (Pazarcık Mw: 7.7; Elbistan Mw: 7.6) Demiryollarına Etkisi ve Malatya-Narlı Demiryolu Hattı T3 Tüneli Rehabilitasyon Çalışmaları

Effects of Kahramanmaraş Earthquakes (Pazarcık Mw: 7.7; Elbistan Mw: 7.6) on Railways and Malatya-Narlı Railway Line T3 Tunnel Rehabilitation Works

Servet Karahan (1), Evren Poşluk (1), Burak Büyükdemirci (1), Candan Gökçeoğlu (2)

(1) TCDD Genel Müdürlüğü, Ankara
(2) Kapadokya Üniversitesi, Nevşehir
(evrenposluk@outlook.com)

Öz

6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremleri (Pazarcık Mw: 7.7; Elbistan Mw: 7.6) Türkiye'nin Güneydoğusunda 11 ili ve yaklaşık 100.000 km2'lik bir alanı etkilemiştir. Türkiye ve Suriye'de 59.000'den fazla can kaybı ve 122.000'in üzerinde yaralanma ile sonuçlanmıştır. Ek olarak bina hasarlarının yanı sıra farklı türlerde zemin deformasyonları ve zemin hasarları meydana gelmiştir. Depremlerin ardından 3.600'den fazla heyelan kaydedilmiş, doğal gaz boru hatları ve ulaşım şebekeleri zarar görmüş yaklaşık 1673 km demiryolu etkilenmiştir.

Bu çalışmada, Kahramanmaraş depremlerinden etkilenen demiryolu hatları boyunca oluşan farklı türlerdeki hasarlar aktarılarak Malatya-Narlı Konvansiyonel demiryolu güzergahında deprem yüzey kırığıyla kesişen T3 Tünelindeki hasarlar ve yeniden inşaa süreçleri aktarılacaktır. T3 Tüneli 1933 yılında tamamlanmış ve birbirine geçmeli yığma taş yöntemiyle inşa edilen tek hatlı demiryolu tünelidir. Tünel, Adıyaman İli Gölbaşı ilçesi sınırları içerisinde yer almakta olup 680 m (Proje km: 142+173-142+853) uzunluğundadır. T3 Tüneli Doğu Anadolu Fay Zonunun (EAFZ) segmentlerinden biri olan Erkenek fayı tarafından kesilmiştir. Bölgede Liyas yaşlı zayıf ve çok kırıklı volkano-sedimanter ve serpantinitten oluşan Koçali Formasyonu bulunmaktadır. Deprem ve fay yüzey kırığının etkisiyle tünel içinde 48 m uzunluğunda göçük ve yaklaşık 90 m'lik alanda deformasyonlar oluşmuştur. Ayrıca tünelin çıkış portalini de içine alan yaklaşık 170 m genişliğinde ve 100 m uzunluğunda heyelan oluşmuştur. Bu etkilerin sonucunda Narlı-Malatya (181 km) demiryolu ulaşıma kapatılmıştır. Demiryolu hattının ulaşıma açılması amacıyla öncelikle saha gözlemleriyle jeofizik yöntem ile etüt hatları belirlenmiş 14 hatta Elektrik Özdirenç Tomografi (ERT) 32 hatta Sismik Kırılma Yöntemiyle etütler yapılmıştır. Devamında ise heyelan araştırmaları için 8, tünel göçük bölgesi ve tünel üzeri olası boşlukların belirlenmesi amacıyla 4 adet karotlu sondaj yapılmıştır. Derlenen verilerle heyelan ve tünel rehabilitasyonunu içeren 2 aşamalı mühendislik çözümleri geliştirilmiştir. İlk aşamada heyelan ıslahı için 3 sıra forekazık kullanılmış, ikinci aşamada tünel rehabilitasyonuna başlanmıştır. Tünel rehabilitasyon çalışmalarına tünel portalından başlanmış burada forekazıklar ve strutlar (dayanma yapıları) kullanılarak aç-kapa yapısı oluşturulmuştur. Portal imalatlarıyla eş zamanlı olarak tüneldeki göçük için 318 noktada 30 ile 47 m arasında değişen derinlikte konsolidasyon enjeksiyonu yapılmış sonrasında tünel içindeki imalatlara başlanmıştır. Mevcut tünel, tünel içinden yapılan konsalidasyon enjeksonlarıyla desteklenmiş ardından göçük bölgesi yeniden profil oluşturma ve tünel desteklemesi gerçekleştirilmiştir.

T3 Tünelindeki yeni imalatlar, depremlerden 6 ay sonra 30.000'den fazla artçı sarsıntının meydana geldiği sürede sorunsuz bir şekilde tamamlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremleri (Türkiye), Doğu Anadolu Fay Zonu, Demiryolu tüneli, Yüzey kırığı, Heyelan.

Abstract

The February 6, 2023 Kahramanmaraş earthquakes (Pazarcık Mw: 7.7; Elbistan Mw: 7.6) affected 11 provinces and an area of approximately 100,000 km2 in the Southeast of Turkey. It resulted in more than 59,000 casualties and over 122,000 injuries in Turkey and Syria. In addition to building damage, different types of ground deformations and ground damage occurred. More than 3,600 landslides were recorded after the earthquakes, natural gas pipelines and transportation networks were damaged, and approximately 1,673 km of railways were affected.

In this study, different types of damage along the railway lines affected by the Kahramanmaraş earthquakes will be reported, and the damages and reconstruction processes in the T3 Tunnel, which intersects with the earthquake surface rupture on the Malatya-Narlı conventional railway route, will be conveyed. The T3 Tunnel was completed in 1933 and is a single-track railway tunnel constructed using the interlocking stacked stone method. The tunnel is located within the borders of the Gölbaşı district of Adıyaman Province and is 680 m (Project km: 142+173-142+853) long. The T3 Tunnel is cut by the Erkenek fault, one of the segments of the Eastern Anatolian Fault Zone (EAFZ). The Koçali Formation, which is Liassic-aged and consists of weak and very fractured volcano-sedimentary and serpentinite, is located in the region. Due to the effects of the earthquake and the fault surface rupture, a 48 m long collapse and deformations in an area of approximately 90 m occurred in the tunnel. In addition, a landslide of approximately 170 m wide and 100 m long, including the tunnel's exit portal, occurred. As a result of these effects, the Narlı-Malatya (181 km) railway was closed to transportation. In order to open the railway line to transportation, firstly the survey lines were determined with geophysical method by field observations and 14 lines were surveyed with Electrical Resistivity Tomography (ERT) and 32 lines were surveyed with Seismic Refraction Method. Afterwards, 8 core drillings were made for landslide research and 4 core drillings were made to determine the tunnel collapse area and possible gaps on the tunnel. With the compiled data, 2-stage engineering solutions including landslide and tunnel rehabilitation were developed. In the first stage, 3 rows of bored piles were used for landslide rehabilitation and in the second stage, tunnel rehabilitation was started. Tunnel rehabilitation works were started from the tunnel portal and here, an open-close structure was created by using bored piles and struts (support structures). Simultaneously with the portal manufacturing, consolidation injection was made at 318 points for the collapse in the tunnel at a depth varying between 30 and 47 m and then the manufacturing inside the tunnel was started. The existing tunnel was supported with consolidation injections made from inside the tunnel and then the collapse area was re-profiled and tunnel support was carried out.

New construction in the T3 Tunnel was completed without any problems 6 months after the earthquakes, during which more than 30,000 aftershocks occurred.

Keywords: *February 6, 2023 Kahramanmaraş Earthquakes (Türkiye), East Anatolian Fault Zone, Railway tunnel, Surface rupture, Landslide*

Kum Türü Zemin Güçlendirme Uygulamalarında Yeni bir Geosentetik Olarak Mikrogrid Fiber Kullanımı

Use of Microgrid Fiber as a New Type of Geosynthetic in Sand type Soil Reinforcement Works

Eren Kömürlü (1)

(1) Giresun Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, Güre Yerleşkesi, 28200, Giresun (e-posta: ekomurlu@giresun.edu.tr)

Öz

Bu çalışmada, mikrogrid fiber (MGF) adı verilen yeni bir polipropilen geofiber türü geleneksel bir polipropilen fiber (PPF) ürünüyle karşılaştırılmalı olarak incelenmiştir. Farklı polipropilen tipi geofiber katkılarla güçlendirilmiş çimento stabilizeli kum (CSS) karışımlarının tek eksenli basma dayanımı (UCS), elastisite modülü, süneklik ve enerji emme kapasiteleri (EAC) deneysel çalışmalarla araştırılmıştır. Elde edilen bulgulara göre, mikrogrid fiber (MGF) tipi lifler, geleneksel PPF ürünüyle karşılaştırıldığında mukavemet ve elastisite modülü değerlerini daha yüksek oranlarda artırmıştır. Aynı lif içeriği için, MGF tipi yeni lif donatı, geleneksel PPF içeren çimento katkılı kum numunelerine göre %31'e kadar daha yüksek UCS değerleri ve %26'ya kadar daha yüksek elastisite modülü değerleri sağlamıştır. Ayrıca, MGF tipi yeni fiber katkının, geleneksel PPF ürününe kıyasla CSS numunelerinin süneklik ve enerji emme kapasitesi özelliklerinde daha iyi artışlar sağlayabildiği belirlenmiştir. Geleneksel life nazaran, yeni MGF katkı uygun aderans ve zemin güçlendirme performanslarına sahip olmak için daha etkili bulunmuştur. Tepe gerilme seviyesinden %40'lık bir azalmaya kadar yüklenen çatlamış numunelerin süneklik özelliklerini karşılaştırmak için numunelerin gerilim-şekil değiştirme davranışları incelenmiştir. Aynı lif miktarı için, yük deformasyon verisi dikkate alındığında MGF katkılı numunelerin EAC değerlerinin PPF eklenen numunelerin EAC değerlerinden %76'dan fazla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Lif katkının numunelerin mekanik özellikleri üzerinde anlamlı iyileştirme sağladığı belirlenmiştir. Karışımda çimento ve kumun kütlece oranı %14 tür. Kum örneği, birleşik zemin sınıflandırma sistemine (USCS) göre iyi derecelenmiş kum (SW) olarak sınıflandırılmıştır. CSS numunelerinde MGF ve PPF tipi lifler farklı oranlarda (karışımda kütlece %0, %0.5, %1.0, %1.5) kullanılmıştır. MGF ve PPF ürünlerin tel çapı 0,2 mm'dir. Başka bir boyut parametresi olarak, hem MGF hem de PPF tipi liflerin uzunluğu 14 mm'dir. Lif geometrisi etkisini araştırmak için karışımlarda farklı genişlik/uzunluk oranı (B/L) değerleri 0,5 ve 1,0 olan iki farklı MGF kullanılmıştır. Bu çalışmada kullanılan MGF tipi lif donatının ızgara (göz açıklığı) boyutu 1,2 mm'dir. MGF türü yeni lif ürün geleneksel lifler ile aynı şekilde ve amaçla kullanılmaktadır. Birden çok telin birlikte çalışması, tanelerin ızgara şekilli lifin göz açıklıklarına takılması ile aderansın artış göstermesi MGF'nin geleneksel liflere karşı sahip olduğu avantajlar arasındadır. Hem MGF hem de PPF ürünler aynı tedarikçiden alınmış ve sırasıyla 350 MPa, 4,5 GPa, 0,92 g/cm3 çekme dayanımı, elastisite modülü ve yoğunluk değerlerine sahip aynı polipropilen tipi lif malzemeden yapılmıştır. MGF ürün örgü işlemi maliyetlerinden kaynaklı geleneksel life kıyasla birim kütle başına %6 daha fazla fiyata sahiptir. UCS ve elastisite modülü değerlerinin, bu çalışma sonuçları için %1 olan bir eşik değerine kadar lif içeriğindeki artışla arttığı bulunmuştur. En yüksek UCS ve elastisite modülü değerleri, 0,5 genişlik/uzunluk oranına (B/L: 0,5) sahip %1 MGF kullanımından elde edilmiştir. Test edilen farklı lif geometrileri arasında, en etkili iyileştirme, 1,2 mm'lik ızgara boyutu için 0,5 genişlik/uzunluk oranına sahip MGF kullanımı durumda sağlanmıştır. Farklı toprak karışımlarında MGF katkısı kullanımı için tel çapı, ızgara geometrisi, lif uzunluğu, geometrisi ve malzemesi gibi farklı konular incelenebilir. MGF yeni bir geofiber türü olarak geoteknik mühendisliği disiplininin geosentetik dalının yeni bir araştırma alanı olarak farklı konularda araştırmalara açıktır. Farklı tasarımlara sahip yeni MGF ürünler ve bunların farklı zemin karışımlarında uygulanmasıyla ilgili çok sayıda yeni araştırma konusu bulunmaktadır. Bu çalışmadan elde edilen bulgular göz önüne alındığında, MGF tipi yeni geofiberlerin jeoteknik problemlerin çözümünde daha yaygın kullanılacağı öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Geofiber, MGF, Polipropilen lif, Mikrogrid lif, Zemin güçlendirme

Abstract

In this study, use of a new polypropylene geofiber type called microgrid fiber (MGF) was investigated in comparison with a conventional polypropylene fiber (PPF) product. Uniaxial compressive strength (UCS), modulus of elasticity, ductility and energy absorption capacities (EAC) of cement stabilized sand (CSS) mixes reinforced with different polypropylene type geofiber additives were investigated carrying out a series of uniaxial deformability tests. According to the results, microgrid fiber (MGF) type fibers increased the strength and modulus of elasticity values at higher rates in comparison with the conventional PPF product. For a same fiber content, MGF type new additive supplied up to 31% higher UCS values and 26% higher modulus elasticity values than those of the cement stabilized sand specimens with the conventional PPF additive. In addition, it was determined that MGF type new fiber additives can supply better increases in ductility and energy absorption capacity properties of the CSS compared to the conventional PPF product. Rather than the conventional fiber, the novel MGF additives were assessed to be more effective for having proper adherence and soil reinforcement performances. To compare the ductility properties of cracked specimens loaded until a 40% decrease from the peak stress level, the stress-strain behaviors of the specimens were investigated. For a same fiber amount, the EAC values of the MGF added specimens were found to be more than 76% higher than those of the PPF added ones considering the load displacement data. It was found that fiber additives provided significant improvements in the mechanical properties of the samples. The ratio of cement to sand in the mixes is 14% by mass. According to the unified soil classification system (USCS), the soil sample was classified as a well-graded sand (SW). MGF and PPF type fibers were used in different proportions of 0%, 0.5%, 1.0%, 1.5% in the masses of CSS mixes. Strand diameter of MGF and PPF additives is 0.2 mm. As another size parameter, length of both MGF and PPF type fibers is 14 mm. To investigate the fiber geometry effect, two different MGF additives with different width to length ratio (B/L) values of 0.5 and 1.0 were used in the mixes. The MGF type fiber additives used in this study have the grid size of 1.2 mm. The new MGF type fiber product is used in the same way and for the same purpose as conventional PPF products. Together work of multiple strands and the attachment of grains in the mesh openings of the grid-shaped fiber by increasing the adherence are among some advantages of the MGF against conventional fibers. Both MGF and PPF products were purchased from the same supplier and made of the same polypropylene type fiber material with tensile strength, modulus of elasticity and density values of 350 MPa, 4.5 GPa, 0.92 g/cm3, respectively. Due to the knitting process costs, MGF product has a 6% higher price per a unit mass compared to the conventional fiber. UCS and modulus of elasticity values were found to increase with an increase in the fiber content to a threshold value which is 1% for this study results. The highest UCS and modulus of elasticity values were obtained in the case of using 1% MGF additive with width to length ratio of 0.5 (B/L: 0.5). Within different fiber geometries tested in this study, the most effective reinforcement was supplied by the MGF additive with width to length ratio of 0.5 for the grid size of 1.2 mm. Different topics like strand diameter, grid geometry, fiber length and geometry, fiber material can be investigated for using MGF additive in different soil mixes. MGF additives are new geofiber types and open for investigations on different topics as a new research area of the geosynthetics branch of the geotechnical engineering discipline. A large number of new research topics can be studied regarding novel MGF products with different designs and their application in different soil mixes.

Keywords: *Geofibers, MGF, Polypropylene fiber, Microgrid fiber, Soil reinforcement*

MÜHENDİSLİK JEOLOJİSİ VE JEOTEKNİK OTURUMU

Engineering Geology and Geotechnics Session

Ali BAYRAM, Tümay KADAKÇI- KOCA, Ayhan KOÇBAY, Halil KUMSAR, Ergün TUNCAY

Poster Sunumlar/*Poster Presentations*

Taş Ocağı İşletmeciliğinde Mühendislik Jeolojisinin Kritik Rolü

The Critical Role of Engineering Geology in Quarrying

Dursun Erik

KGM 16. Bl. Müdürlüğü Malzeme Ocakları Şefi Merkez/Sivas
(dursunerik@gmail.com)

Öz

Doğal yapı taşlarının işletilmesi, günümüzde stratejik bir endüstriyel faaliyet niteliği taşıyan bir süreçtir. Açık işletme yöntemiyle gerçekleştirilen taş ocağı işletmeciliği, görünüşte basit olmasına rağmen jeolojik, mühendislik ve ekonomik parametrelerin karmaşık etkileşimini içermektedir. Bu süreçte, kaya kütlelerinin homojen ve izotrop varsayılması, jeoteknik risklerin göz ardı edilmesine yol açabilmekte; faylar, eklem sistemleri ve alterasyon zonları gibi yapısal unsurlar ise üretim verimliliğini azaltmakta, rezerv kullanımını kısıtlamakta ve öngörülemeyen dekapaj miktarları ile şev duraylılığı sorunlarına bağlı olarak maliyet artışları ve iş güvenliği risklerini beraberinde getirmektedir.

Bu çalışma, heterojen kaya kütlelerinde açık ocak işletmeciliğinin jeomekanik risklerini minimize etmek amacıyla Sivas (Tecer ve Altınca) ile Erzincan (Köroğlu Boğazı) bölgelerindeki üç farklı litolojik birimde (kireçtaşı, bazalt, mermer) mühendislik jeolojisi temelli bir değerlendirme sunmaktadır. Bu kapsamda, litolojik özellikler, ayrışma ve yapı malzemesi özellikleri dikkate alınarak maden ve mühendislik jeolojisi haritaları hazırlanmıştır. Tüm ocaklarda ayrılan birimlerin her biri için ISRM (1978) e göre süreksizlik ölçümleri yapılmış ve kaya kütle özellikleri, kütle sınıfları (RMR89, SMR) ve indeks değerleri (GSI) saptanmıştır. RMR değeri Tecer Ocağı için 52-60, Altınca Ocağı için 25-52 aralığında; GSI değerleri aynı ocaklar için sırasıyla 61-68, 22-66 ve 16-41 aralığında ve SMR değerleri ise sırasıyla 56.709-60.877, 56.593-56.724 ve 46.720 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen jeomekanik veriler ışığında, işletme tasarımı kinematik analizlerle desteklenmiş; basamak yönelimleri ve geometrileri optimize edilerek düzlemsel kayma, kama tipi yenilme ve devrilme riskleri değerlendirilmiştir. Potansiyel duraylılık sorunu bulunan zonlarda limit-denge yöntemi ile stabilite analizleri tekrarlanmış ve işletme sonrası toptan göçme senaryoları sayısal modelleme ile test edilmiştir. Özellikle Tecer Ocağında düzlemsel ve kama tipi yenilme sorunu saptanmış ve işletme alanı iki bölgeye ayrılarak basamak yönelimleri ve basamak açıları değiştirilerek tasarım yenilenmiş ve güvenli hale getirilmiştir. Altınca ocağında ise işletilebilir nitelikteki yol yapı malzemesini içeren birim ayırtlanarak işletme tasarımı yapılmış ve tasarı şevlerde duraylılık sorunu beklenmemektedir. Köroğlu ocağının oldukça karmaşık jeolojik yapısı nedeni ile topografik olarak üst seviyelerdeki yol yapı malzemesine uygun olmayan nitelikteki birimin duraylılık sorununa yol açacağı saptanmış ve dekapaj kazısı önerilmiştir.

Çalışma bulguları, mühendislik jeolojisinin taş ocağı işletmeciliğinde rezerv tespiti ve çıkarımının ötesinde, işletme tasarımı optimizasyonu, güvenli bir üretim sürecinin sağlanmasına, dekapaj hacminin minimize edilmesi ve çevresel etkilerin yönetimi konusunda kritik bir rol oynadığını ortaya koymaktadır. Jeoteknik verilerin sistematik olarak toplanması ve değerlendirilmesi, işletme verimliliğini artırmanın yanı sıra çevresel ve ekonomik sürdürülebilirliğin sağlanmasında temel bir araç olarak öne çıkmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Mühendislik jeolojisi, sürdürülebilir madencilik, şev stabilitesi, taş ocağı işletmeciliği.

Abstract

The exploitation of natural building stones is nowadays a strategic industrial activity. Although seemingly simple, open pit quarrying involves a complex interaction of geological, engineering and economic parameters. In this process, the assumption of homogeneous and isotropic rock masses may lead to ignoring geotechnical risks, while structural elements such as faults, joint systems and alteration zones reduce production efficiency, restrict reserve utilisation and lead to cost increases and occupational safety risks due to unpredictable stripping quantities and slope stability problems.

This study presents an engineering geology-based assessment of three different lithological units (limestone, basalt, marble) in Sivas (Tecer and Altınca) and Erzincan (Köroğlu Bogazı) regions in order to minimise the geomechanical risks of open pit mining in heterogeneous rock masses. In this context, mining and engineering geology maps were prepared considering lithological features, weathering and building material properties. In all quarries, discontinuity measurements were made for each of the separated units according to ISRM (1978) and rock mass properties, mass classes (RMR89, SMR) and index values (GSI) were determined. The RMR values for Tecer Quarry and Altınca Quarry are in the range of 52-60 and 25-52, GSI values for the same quarries are in the range of 61-68, 22-66 and 16-41, respectively, and SMR values are 56.709-60.877, 56.593-56.724 and 46.720, respectively. In the light of the geomechanical data obtained, the operation design was supported by kinematic analyses; step orientations and geometries were optimised and planar slip, wedge type failure and overturning risks were evaluated. In the zones with potential stability problems, stability analyses were repeated with the limit-balance method and post-operational total collapse scenarios were tested by numerical modelling. Especially in Tecer Quarry, planar and wedge type failure problem was detected and the design was renewed and made safe by dividing the operation area into two zones and changing the step orientations and step angles. In Altınca Quarry, the unit containing the road construction material that can be operated was separated and the operation design was made and no stability problem is expected on the designed slopes. Due to the complex geological structure of Köroğlu quarry, it was determined that the topographically unsuitable unit for road construction material in the upper levels would cause stability problems and stripping excavation was recommended.

The findings of the study reveal that engineering geology plays a critical role in quarrying beyond reserve determination and extraction, in terms of optimising the operation design, ensuring a safe production process, minimising the stripping volume and managing environmental impacts. The systematic collection and evaluation of geotechnical data is an essential tool for improving operational efficiency as well as ensuring environmental and economic sustainability.

Keywords: *Engineering geology, slope stability, sustainable mining, quarrying.*

Bandırma (Balıkesir) - Osmaneli (Bilecik) YHT Projesinin Bursa Kesimin T10 Tünelinde Kesilen Kaya Kütlelerinin Özelliklerinin İncelenmesi

Investigation of the Characteristics of Rock Masses Cut in the T10 Tunnel of the Bursa Section of the Bandırma (Balıkesir) - Osmaneli (Bilecik) YHT Project

Elif Ağırgöçer, Ali Kayabaşı

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü Meşelik Kampüsü 26480 Odunpazarı, Eskişehir
(elifagirgocer@gmail.com)

Öz

Günümüzde yüksek hızlı tren, tünel, yol vb. mühendislik proje çalışmalarının önemi artmaktadır. Bandırma-Bursa-Yenişehir-Osmaneli Yüksek Hızlı Tren Projesi, mevcut demiryolundan bağımsız olup, hızlı tren koşullarına uygun, tamamı elektrikli ve sinyalli yeni çift hatlı demiryolu yapımını içermektedir. Bursa'nın batısında TEKNOSAB, Karacabey istasyonlarından geçerek Bandırma'ya ulaşacaktır. Bu araştırmada projeye ait T10 tünelindeki kaya kütlelerinin mühendislik jeolojisi bakımından çalışmalar yapılmıştır.

Çalışma alanının Giriş Portalında Triyas yaşlı bazalt birimi bulunmaktadır. Bazalt zayıf-orta kaya kalitesindedir. Süreksizliklerin eğim açıları 15-30-45 derece açık-kapalı, seyrek, yer yer parçalı yapıda ve yüzeyleri pürüzlüdür. Bu birimler için yapılan değerlendirmeler laboratuvar deney sonuçları ve sondaj logları esas alınarak yapılmıştır. Sondajlardan elde edilen numuneler jeomekanik parametrelerin hesaplanmasında kullanılmıştır. Birim içerisinde yapılan süreksizlik ölçümlerinden eğimyönü/eğim açıları 126/20, 277/41 olarak elde edilmiştir. Kaya kütlesinin RMR ve GSI ortalama değerleri sırasıyla 32,9 ve 27 olarak hesaplanmıştır.

Çalışma alanının T10 Tüneli Çıkış Portalında Triyas yaşlı spilitik bazalt ve çamurtaşı birimleri mostra verir. Süreksizliklerin eğim açıları 20-45 derece açık, kırıklı, kil dolgulu demir oksit sıvalıdır. Sondajdan elde edilen numuneler üzerinde yapılan laboratuvar ve arazi deney çalışmalarından yararlanılarak analizlerde kullanılmak üzere parametre hesap çalışması yapılmıştır. Birimlerin serbest basınç dayanımı deneyi sonuçları ve süreksizlik özellikleri göz önüne alınarak birime ait kaya kütlesi puanları belirlenmiş, ayrıca ortamdaki yeraltı suyu durumu saptanmıştır.

Kaya kalitesi değerlerine göre tünel güzergâhındaki formasyonların B2, B3, C2 ve C3 kaya sınıflandırma sistemi klaslarında olacağı öngörülmüştür. Çalışma alanındaki tünelde yapılan kazı aşamalarında destek olarak sırasıyla çelik hasır, çelik iksa, shotcrete, bulon enjeksiyon, boru süren gibi destek sistemleri uygulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bandırma-Bursa-Yenişehir-Osmaneli yüksek hızlı tren projesi, Çelik hasır, Çelik iksa, Spilitik bazalt

Abstract

Today, the importance of engineering project studies such as high-speed trains, tunnels, roads, etc. is increasing. Bandırma-Bursa-Yenişehir-Osmaneli High Speed Train Project is independent of the existing railway and includes the construction of a new double-track railway, all electric and signaled, suitable for high-speed train conditions. In the west of Bursa, TEKNOSAB will pass through Karacabey stations and reach Bandırma. In this study, studies were carried out in terms of the engineering geology of the rock masses in the T10 tunnel of the project.

There is a Triassic-aged basalt unit on the entrance Portal of the study area. Basalt is of weak-medium rock quality. The dip angles of the discontinuities are 15-30-45 degrees open-closed, sparse, fragmented in places and rough surfaced. Evaluations for these units were made on the basis of laboratory test results and drilling logs. Samples obtained from the boreholes were used to calculate geomechanical parameters. The dip angles/dip angles of the discontinuity measurements made in the unit were obtained as 126/20, 277/41. The average RMR and GSI scores of the rock mass were stated as 32.9 and 27, respectively.

Triassic spilitic basalt and mudstone units are outcrops in the T10 tunnel exit portal of the study area. The dip angles of the discontinuities are 20-45 degrees, open, fractured, clay-filled iron oxide plastered. Parameter calculation studies were carried out to be used in the analyzes by using laboratory and field test studies on the samples obtained from drilling. Considering the results of the free compressive strength test of the units, the engineering properties of the unit, the groundwater status and the rock quality of the environment were determined.

According to the rock quality values, it is predicted that the formations in the tunnel route will be in the B2, B3, C2 and C3 rock classification system classes. During the excavation stages in the tunnel in the study area, support systems such as steel mesh, steel shoring, shotcrete, bolt injection, pipe driving were applied as support, respectively.

Keywords: *Bandırma-Bursa-Yenişehir-Osmaneli high speed train project, Steel mesh, Steel shoring, Spilitic basalt*

NEOTEKTONİK, PALEOSİSMOLOJİ VE SİSMOTEKTONİK OTURUMU

Neotectonics, Paleoseismology and Seismotectonics Session

Selim ÖZALP, Çağlar ÖZKAYMAK, Taylan SANCAR, İbrahim TİRYAKİOĞLU, Gülsen UÇARKUŞ, Cengiz ZABCI

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremi (Mw 7.7), Çiğli ve Hassa Arasında Yüzey Kırığı Boyunca Yüksek Çözünürlüklü, Eşzamanlı Yüzey Deformasyonu Ölçümleri

High-Resolution Coseismic Surface Displacement Measurements Between Çiğli and Hassa along the surface rupture of 6 February 2023, Kahramanmaraş Earthquake (Mw 7.7), Türkiye

Çağdaş Mert Baka (1), Cengiz Yıldırım (1), Orkan Özcan (1), Melike Karataş Gedik (1), Yusuf Gedik (1)

(1) İTÜ Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü
(cagdasmertbaka1@gmail.com)

Öz

Bu çalışma, 6 Şubat 2023'te Türkiye'yi etkileyen Mw 7.7 ve Mw 7.6 büyüklüğündeki çift depremin ilk olayına odaklanmaktadır. Depremin ardından, yüzey kırığı ve kayma dağılımını analiz etmek için uydu tabanlı jeodezik ve uzaktan algılama yöntemleri kullanılmıştır. Bu yöntemler büyük ölçekli deformasyonu anlamak açısından önemli olsa da, ayrıntılı saha incelemeleri yetersiz kalmaktadır. Bu incelemeler arasında, eşzamanlı deformasyonun haritalanması ve ölçülmesi, fay geometrisinin belirlenmesi, fay segmentleri ve makaslama bölgelerinin analiz edilmesi ve deformasyona uğramış nesnelerden yer değiştirmelerin hesaplanması yer almaktadır.

Bu eksikliği gidermek amacıyla, İstanbul Teknik Üniversitesi Earth Bee Lab ekibi yüksek çözünürlüklü (<10 cm) İHA görüntüleri kullanarak yüzey kırığını boyunca kesintisiz 300 metre genişliğinde bir şerit haritası oluşturmuştur. Bu veri setine dayanarak oluşturulan fay haritası, yaklaşık 80 km uzunluğunda bir yüzey kırığını ortaya koymuştur. Kırık, Çiğli'den Hassa'ya kadar uzanmakta olup beş ana bölüme ayrılmaktadır: İslahiye, Beyoğlu, Türkoğlu, Küpelikız ve Kapıçam. Deformasyon zonu genişliği önemli ölçüde değişmekte olup birkaç metreden 700 metreye kadar ulaşmaktadır. Kapıçam, Türkoğlu ve Beyoğlu kesimlerinde dar ve yoğun deformasyon görülürken, İslahiye ve Küpelikız kesimlerinde daha geniş deformasyon alanları tespit edilmiştir. En geniş deformasyon zonları, segment sınırlarındaki makaslamalar boyunca gözlemlenmiştir.

Yer değiştirmeler, ana fay hattı boyunca meydana gelenler ''On Fault'', ana kırık hattından 10 metreden daha uzakta gerçekleşenler ise ''Off Fault'' olarak sınıflandırılmıştır. Bu ayrım, fay boyunca kayma bölünmesini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Toplam 1.419 eşzamanlı yer değiştirme ölçümünün (1.233 On Fault, 186 Off Fault) analizi, Beyoğlu Segmentinde maksimum 8.56 ± 0.8 m ve Kapıçam Segmentinde 7.9 ± 0.3 m yer değiştirme ile ortalama 2.19 m kayma değerleri göstermektedir. Bu değerler, daha önce Büyüknacar Bölgesinde ölçülen 7.3 ± 0.2 m maksimum yer değiştirme değerinden daha yüksektir. Çiğli ile Hassa arasındaki yüzey kırığı boyunca en yoğun ve en büyük yer değiştirmeler, Beyoğlu Segmentinde ve Beyoğlu-Küpelikız geçiş bölgesinde gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Pazarcık depremi, eşzamanlı sismik deformasyon, atım dağılımı, yüzey kırığı haritalanması

Abstract

This study focuses on the first event of the doublet earthquakes (Mw 7.7 and Mw 7.6) that struck Türkiye on February 6, 2023. Following the earthquake, satellite-based geodetic and remote sensing methods were used to analyze surface rupture and slip distribution. While these approaches provide valuable insights into large-scale deformation, detailed field investigations remain limited. These include mapping and measuring coseismic deformation, characterizing fault geometry, identifying fault segments and jog relationships, and calculating displacements from deformed objects.

To address this gap, Istanbul Technical University's Earth Bee Lab utilized high-resolution (<10 cm) UAV imagery to create a continuous 300-meter-wide strip map covering the entire surface rupture. Based on this dataset, a fault map was developed, revealing a rupture length of approximately 80 km, stretching from Çiğli to Hassa. The rupture is segmented into five primary sections: İslahiye, Beyoğlu, Türkoğlu, Küpelikız, and Kapıçam. The width of the deformation zone varies significantly, from a few meters to 700 meters. Narrow, concentrated deformation was observed in the Kapıçam, Türkoğlu, and Beyoğlu sections, while broader zones appeared in the İslahiye and Küpelikız sections. The widest deformation occurred at jogs along section boundaries.

Displacements were categorized into two groups: "On-Fault" for those occurring along the main fault line and "Off-Fault" for those more than 10 meters away. This classification aimed to assess slip partitioning along the rupture. Analysis of 1,419 coseismic displacement measurements (1,233 On-Fault and 186 Off-Fault) revealed maximum displacements of 8.56 ± 0.8 m in the Beyoğlu section and 7.9 ± 0.3 m in the Kapıçam section, with an average slip of 2.19 m. These values exceed the previously reported maximum displacement of 7.3 ± 0.2 m measured in the Büyüknacar area. The highest concentration and magnitude of displacements were observed in the Beyoğlu section and at the transition between the Beyoğlu and Küpelikız sections, along the rupture extending from Çiğli to Hassa.

Keywords: *Pazarcık earthquake, coseismic deformation, slip distribution, UAV data, rupture mapping*

Kompleks Bir Tektonik Bölgede Paleosismolojik Araştırmalar: Karakoçan Fay Zonu ve Sancak-Uzunpazar Fay Zonu Üzerinde İlk Bulgular

Paleoseismological Investigations in a Complex Tectonic Region: Preliminary Findings on Karakoçan Fault Zone and Sancak-Uzunpazar Fault Zone

Aynur Dikbaş (1), Musa Balkaya (2)

(1) İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İstanbul-Türkiye
(2) Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, İnşaat Teknolojisi Programı Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu, Kahramanmaraş-Türkiye
(aynur.dikbas@iuc.edu.tr)

Öz

Doğu Anadolu Bölgesi, iki farklı transform sınırın, Kuzey Anadolu Fay Zonu ve Doğu Anadolu Fay Zonu'nun kesiştiği ve bu kesişime bağlı gelişmiş bir üçlü eklemin (Karlıova Üçlü Eklemi) yer aldığı, tektonik açıdan önem derecesi yüksek bir bölgedir. Sağ yanal atımlı Kuzey Anadolu Fay Zonu, batıda Kuzey Ege Denizi'nden başlayarak doğuda Karlıova (Bingöl) ilçesi civarına kadar uzanır ve Anadolu tektonik bloğunun kuzey sınırını oluşturur. Sol yanal atımlı Doğu Anadolu Fay Zonu ise kuzeydoğusunda Karlıova'dan başlar, güneybatısında Kahramanmaraş'a kadar uzanır ve Anadolu bloğunun güneydoğusunu sınırlar. Karlıova Üçlü Eklemi'nin yakın batısında, sağ-yanal atımlı Karakoçan Fay Zonu Kuzey Anadolu Fay Zonu'na paralel, sol-yanal atımlı Sancak-Uzunpazar Fay Zonu ise Doğu Anadolu Fay Zonu'na paralel uzanmaktadır.

Karakoçan Fay Zonu, Karakoçan (Elazığ) kuzeyinden Bingöl ili kuzeydoğu kesimlerine kadar, genel olarak KB-GD uzanımlı, birbirine az çok parallel uzanan bir çok segmentten oluşan bir fay zonudur. En geniş kesiminde zonun genişliği 13 km'ye ulaşır. En kuzeyde yer alan segmentler, güneydekilere göre morfolojide daha fazla süreklilik gösterirler ve hemen hemen kesintisiz olarak yaklaşık 25 km uzunluğunda bir deformasyon zonu oluştururlar. Fay boyunca, drenaj ağında izlenen ani sonlanmalar, sağ-yanal bükülmeler, sağ-yanal yer değiştirmeler ve morfolojik çöküntü alanları kuzey kol üzerinde yanal atımlı faylanma ile ilişkili belirgin morfolojik unsurlardır. Bu kol üzerinde iki ayrı lokasyonda paleosismolojik hendek kazısı (Uğurova Hendeği ve Erenler Hendeği) gerçekleştirilmiştir. Bu kolun güneyinde yer alan ve yaklaşık 15 km uzunluğunda olan kol üzerinde de diğer bir paleosismolojik hendek kazısı (Yenikaya Hendeği) ile fayın deprem tarihçesine yönelik veri toplanmıştır.

Sancak-Uzunpazar Fay Zonu, Sancak (Bingöl) beldesi güneybatısından Uzunpazar (Adaklı, Bingöl) köyü kuzeyine kadar yaklaşık 50 km boyunca, K40°-50°D doğrultusunda birbirine parallel segmentler halinde izlenir. Zon boyunca ötelenmiş dereler, uzamış sırtlar ve morfolojik çöküntü alanları haritalanmıştır. Fay zonunun kuzey kesimlerinde Çevreli köyünde bir paleosismolojik hendek (Cunan Hendeği) ve güney kesimlerinde Yeşilova köyünde bir diğer paleosismolojik hendek kazısı (Yesilova Hendeği) gerçekleştirilmiştir. Kazı duvarlarında yapılan gözlemler, bu lokasyonlarda tekrarlanan depremleri işaret etmektedir.

Sancak-Uzunpazar Fay Zonu ve Karakoçan Fay Zonu içerisinde yer alan farklı segmentler üzerinde, toplam beş lokasyonda gerçekleştirilen paleosismolojik hendek araştırmalarımızda geçmiş deprem olay seviyeleri belirlenmiştir. Olay seviyelerinin tarihlendirilebilmesi için Karbon-14 ve OSL (Optically Stimulated Luminescence) yaş tayini metodlarına uygun örnekleme yapılmıştır. Kritik seviyelerden elde edilecek yaş tayini sonuçlarının birarada değerlendirilmesi ile bu segmentlerin deprem tarihçesi ile ilgili ilk veriler elde edilmiş olacaktır.

Bu araştırma, TÜBİTAK 1007 KAMAG Destek Programı 123G005 no.lu proje çerçevesinde gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Paleosismoloji, Aktif fay, Sancak-Uzunpazar Fay Zonu, Karakoçan Fay Zonu.

Abstract

East Anatolia is a region of high tectonic importance where two transform boundaries: The North Anatolian Fault Zone and the East Anatolian Fault Zone, intersect and a triple junction (Karlıova Triple Junction) evolved due to this intersection is located. The dextral North Anatolian Fault Zone extends from the North Aegean Sea in the west to the vicinity of Karlıova (Bingöl) district in the east and forms the northern boundary of the Anatolian microplate. The sinistral East Anatolian Fault Zone extends from Karlıova in the northeast to Kahramanmaraş in the southwest and bounds the southeast of the Anatolian microplate. To the west of the Karlıova Triple Junction, the dextral Karakoçan Fault Zone prolongs parallel to the North Anatolian Fault Zone and the sinistral Sancak-Uzunpazar Fault Zone prolongs parallel to the East Anatolian Fault Zone.

Karakoçan Fault Zone consists of several segments extending more or less parallel to each other with a general NW-SE strike, from the north of Karakoçan (Elazığ) to the northeastern parts of Bingöl city. The width of the zone reaches 13 km at its widest part. The northernmost segments show more continuity in morphology than the southern ones and form an almost continuous deformation zone of about 25 km in length. Right-lateral deflections and right-lateral diplacements in the drainage network, abandoned channels and morphological depressions along the fault zone are prominent features associated with strike-slip faulting on the north branch. Paleoseismological trench excavations (Uğurova Trench and Erenler Trench) were carried out at two different locations on this branch. Another paleoseismological trench excavation (Yenikaya Trench) was carried out on another branch to the south, which is approximately 15 km long, and data on the earthquake history of the fault were collected.

The Sancak-Uzunpazar Fault Zone is trending in parallel segments in a strike of N40°-50°E for about 50 km from southwest of Sancak (Bingöl) town to north of Uzunpazar (Adaklı, Bingöl) village. Deflected streams, elongated ridges and morphological depressions were mapped along the fault zone. A paleoseismological trench was excavated in the northern part of the fault zone in Çevreli village (Cunan Trench) and another paleoseismological trench was excavated in the southern part in Yeşilova village (Yeşilova Trench). Observations made on the walls of excavations indicate recurrent past earthquakes at these locations.

Past earthquake event horizons were identified in our paleoseismological trench investigations at a total of five locations on different segments within the Sancak-Uzunpazar Fault Zone and the Karakoçan Fault Zone. In order to date the event horizons, samples were taken using carbon-14 and optically stimulated luminescence (OSL) dating methods. The first data on the seismic history of these segments will be obtained by modeling the dating results from the critical layers together.

This research was conducted under the TÜBİTAK 1007 KAMAG Support Program (Project No: 123G005).

Keywords: *Paleoseismology, Active Fault, Sancak-Uzunpazar Fault Zone, Karakoçan Fault Zone.*

Kavakbaşı Fay Zonu Üzerinde Gerçekleştirilen Paleosismolojik Hendek Kazıları: ilk Gözlemler ve Ön Bulgular

Palaeoseismological Trench Excavations on the Kavakbaşı Fault Zone: Initial Observations and Preliminary Findings

Mehmet Köküm (1), Aynur Dikbaş (2), Musa Balkaya (3) Mustafa Kanık (1), Abdulrahman Elhisso (1), Emircan Acil (4), Ali Koçak (4)

(1)Fırat Üniversitesi
(2)İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
(3) Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
(4) İstanbul Teknik Üniversitesi
(mkokum@firat.edu.tr)

Öz

Kavakbaşı Fay Zonu (KFZ), Muşgüneyi Dağları'nın kuzeybatısında yer alan ve yaklaşık 82 km uzunluğa sahip sağ yönlü doğrultu atımlı bir fay zonudur. Türkiye Diri Fay Haritası'nda Holosen fayı olarak gösterilen KFZ, Kaleköy, Kayalısu ve Ilıcaköy segmentlerine ayrılmaktadır. Aletsel dönem kayıtlarına göre, KFZ üzerinde 4'ten büyük deprem tespit edilmemiş olup, tarihsel kayıtlarda da bu fay ile ilişkilendirilebilecek yıkıcı bir deprem bulunmamaktadır. Ancak, KFZ'nin tektonik önemi göz önüne alındığında, üzerinde yürütülen paleosismolojik çalışmaların eksik olduğu görülmektedir.

Literatürdeki bu eksikliğin giderilmesine katkı sağlamak amacıyla, TÜBİTAK tarafından desteklenen 123G019 numaralı proje kapsamında, Kayalısu segmentinde iki, Ilıcaköy segmentinde ise iki adet olmak üzere toplam dört paleosismolojik hendek kazısı gerçekleştirilmiştir. Paleosismolojik hendek kazıları sonucunda, en az bir yüzey faylanması ile ilişkilendirilebilecek bir deprem olayı tespit edilmiştir. Bu olayı sınırlayan seviyelerden Radyokarbon (C-14) ve Optik Uyarmalı Lüminesans (OSL) örnekleri alınmış olup, Radyokarbon örneklerinin bir kısmı tarihlendirilmek üzere TÜBİTAK-MAM laboratuvarına gönderilmiştir.

Paleosismolojik hendek kazı çalışmalarının önümüzdeki yaz devam etmesi ve uygun saha bulunması halinde, en az bir hendek kazısının daha gerçekleştiril mesi planlanmaktadır. Levha içi düşük hızda hareket eden bir fay üzerinde yapılan bu tür araştırmalar, sadece geçmiş depremlerin mekânsal ve zamansal dağılımını değil, aynı zamanda uzun tekrarlama aralıklarına sahip fay sistemlerinin sismik davranışlarını anlamak açısından önemli bilgiler sağlayacaktır.

Bu çalışma 123G019 No.'lu TÜBİTAK 1007 araştırma projesi tarafından desteklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Deprem, doğrultu atımlı fay, paleosismoloji

Abstract

The Kavakbaşı Fault Zone (KFZ) is a ~82 km long, right-lateral strike-slip fault zone located northwest of the Muşgüneyi Mountains. Identified as a Holocene fault on the Turkey Active Fault Map, the KFZ is divided into the Kaleköy, Kayalısu, and Ilıcaköy segments. Instrumental records indicate no earthquakes above Mw 4 along the KFZ, and no historical records suggest a destructive event associated with the fault. Despite its tectonic significance, paleoseismological studies on the KFZ remain limited.

To address this gap, four paleoseismological trench excavations were conducted within the TÜBİTAK-supported project 123G019—two on the Kayalısu segment and two on the Ilıcaköy segment. These excavations revealed at least one earthquake event associated with surface faulting. Radiocarbon (C-14) and Optically Stimulated Luminescence (OSL) samples were collected from the event horizons, and a portion of the radiocarbon samples has been sent to TÜBİTAK-MAM for dating.

Further paleoseismological trenching is planned for next summer, provided a suitable trenching site is identified. Research on slow-moving intraplate faults like the KFZ is crucial for understanding both the spatial and temporal distribution of past earthquakes and the seismic behavior of fault systems with long recurrence intervals.

This study is supported by the TÜBİTAK 1007 research project no. 123G019.

Keywords: *Earthquake, paleoseismology, strike-slip fault*

Eskişehir Fayı'nın Uzun Dönem Kayma Hızı ve Paleosismolojisi

Long-Term Slip Rate and Paleoseismology of Eskişehir Fault

İsmet Elma (1), Mirza Agha Safarov (1), Volkan Karabacak (1), Çağlar Özkaymak (2), Ökmen Sümer (3)

(1) Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 26480, Eskişehir, Türkiye
(2) Afyon Kocatepe Üniversitesi, Deprem Uygulama ve Araştırma Merkezi, Afyonkarahisar, Türkiye
(3) Dokuz Eylül Üniversitesi, Deprem Araştırma ve Uygulama Merkezi (DAUM), 35390, İzmir, Türkiye
(elma.ismet@gmail.com)

Öz

Eskişehir Fayı yaklaşık BKB-DGD doğrultusunda uzanan, toplam uzunluğu 75 km'ye ulaşan ve geometrik olarak 4 farklı segment ile tanımlanan aktif bir faydır. Eskişehir Fayı boyunca yapılan jeolojik, jeomorfolojik ve paleosismolojik çalışmalar, Eskişehir Fayı'nın günümüzde baskın olarak sağ yanal doğrultu atımlı bir fay olarak güncel morfolojiyi denetlediğini göstermektedir. Benzer şekilde, Eskişehir Fayı boyunca fay düzlemlerinden elde edilen kinematik veriler de sağ yanal doğrultu atımlı faylanmaya işaret etmektedir. Eskişehir Fayı boyunca tüm segmentlerde faya dik hendekler açılmıştır. Paleosismolojik hendek kazılarından elde edilen bulgulara göre, Eskişehir Fayı'nda Holosen 'de yüzey kırığı oluşturan en az 4-5 depremin meydana geldiği görülmektedir. Hendeklerden elde edilen veriler, tüm segmentlerin sismik aktivite açısından düzenli bir davranış sergilediğini göstermektedir. Eskişehir Fayı'nın tüm segmentleri boyunca derelerin fayın uzanımı ile uyumlu olarak birkaç metreden birkaç yüz metreye kadar sağ yanal ötelendikleri dikkati çekmektedir. Fay tarafından ötelenmiş dereler, o fay üzerinde meydana gelen büyük depremlerden etkilendikleri için depremlere ait verileri de kayıt etmektedirler. Hendek tabanlı paleosismolojik çalışmalarda, fay tarafından ötelenmiş derelere ait çökellerin ortaya konması, faya ait kayma hızı gibi parametrelerin belirlenmesinde önemli bilgiler vermektedir. Bu nedenle, Eskişehir Fayı boyunca Segment-1 ve Segment-3 üzerinde fay tarafından sağ yanal ötelenmiş genç dere yataklarında, faya paralel paleosismolojik hendekler açılmış ve genç dere yataklarına ait çökeller tarihlendirilmiştir. Segment-1 üzerinde, fay tarafından 15 metre sağ yanal ötelenmiş bir dereye ait eski kanal çökellerini ortaya koymak ve kayma hızı verisi elde etmek için faya paralel bir hendek açılmıştır. Hendekte, temel birim kanal çökelleri tarafından üzerlenmektedir. Kanal çökellerini tarihlendirmek için 2 adet C14 örneklemesi yapılmıştır. Segment-3'ün başladığı alanda ise 3 farklı genç derenin fayın çizgisel gidişi boyunca sağ yanal olarak ötelendikleri görülmektedir. Bu alanda, fay tarafından 3,2 metre sağ yanal ötelenmiş bir dereye ait eski kanal çökellerini ortaya koymak ve kayma hızı verisi elde etmek için faya paralel bir hendek açılmıştır. Segment-3 üzerinde açılan Şimşek paralel hendeğinde, genç kanal çökelinin tabanından alınan C14 örneği MÖ 4364-4315 yıllarına tarihlenmiştir. Kanal çökellerinin tabanından alınan örnek bu birimin 6300 yılda toplam 3,2 metre sağ yanal olarak ötelendiğini göstermektedir. Yanal yer değiştirme miktarı ile yer değiştiren kanalın taban yaşı birlikte değerlendirildiğinde Eskişehir Fayı'nın yıllık kayma hızının 0,50±0,02 mm/yıl olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu çalışma, "Türkiye Diri Faylarının Paleosismolojik Özelliklerinin Belirlenmesi Projesi (P/SİSMO-TÜRK)" kapsamında TÜBİTAK (KAMAG) (Proje No: 123G010) tarafından desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Eskişehir Fayı, kayma hızı, paleosismoloji, paralel hendek

Abstract

The Eskişehir Fault is an active fault that is approximately 75 km long in the WNW-ESE orientation and geometrically defined by 4 different segments. Geological, geomorphological and paleoseismological studies along the Eskişehir Fault indicate that the Eskişehir Fault controls the morphology as a dominantly right lateral strike slip fault. Likewise, kinematic data obtained from fault planes also indicate right lateral strike slip faulting. The fault-perpendicular trenches were excavated along the Eskişehir Fault. According to the findings obtained from paleoseismological trenches reveal that at least 4-5 paleo-earthquakes occurred in the Holocene Period. The data which is obtained from the trenches indicate that all segments exhibit consistent behavior in terms of seismic activity. It is noteworthy that along all segments of Eskişehir Fault, the stream beds are offset right laterally from a few meters to few hundred meters in accordance with the extension of the fault. Streams crossing an active fault record seismic activity as they are affected by large-magnitude earthquakes. In paleoseismological studies, the demonstrate of sediments belonging to stream offset provides valuable information about some parameters of fault such as the slip rate. Therefore, paleoseismological trench were excavated parallel to the Segment-1 and Segment-3 of the Eskişehir Fault, where stream beds offset right laterally by the fault, and the channel deposits were dated. A trench was excavated on Segment-1 to demonstrate old channel deposits of a stream that was offset 15 meters right laterally by the fault and to obtain slip rate data. In the trench, the basement sediments are overlain by channel deposits. Two radiocarbon (C14) samples were collected to date channel deposits. At the location where Segment-3 begins, it is observed that three different streams are offset right laterally along the fault. A trench was excavated in this area to expose old channel deposits of a stream offset by 3.2 meters to obtain slip rate data. In the Şimşek fault-parallel trench on the Segment-3, The C14 sample from the channel deposit was dated to 4364-4315 BC. The sample taken from the bottom of the channel deposits indicates that this unit has been offset 3.2 meters in 6300 years. The correlation of offsets with age of the channel revealed 0.50±0.02 mm per year long-term slip rate of the Eskişehir Fault. *This study is conducted as part of the TUBITAK (KAMAG) project titled "Identifying Paleoseismological Characteristics of the Active Faults of Türkiye" (Project No: 123G010).*

Keywords: *Eskişehir Fault, slip rate, paleoseismology, fault-parallel trench*

Paleosismolojik Veriler Işığında Eskişehir Fayı'nın Kuzeybatı Kesiminin Holosen Aktivitesi

Holocene Activity of the Northwestern Part of the Eskisehir Fault Based on Paleoseismological Data

Mirza Agha Safarov (1), İsmet Elma (1), Volkan Karabacak (1), Çağlar Özkaymak (2), Ökmen Sümer (3)

(1) Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 26480, Eskişehir, Türkiye
(2) Afyon Kocatepe Üniversitesi, Deprem Uygulama ve Araştırma Merkezi, Afyonkarahisar, Türkiye
(3) Dokuz Eylül Üniversitesi, Deprem Araştırma ve Uygulama Merkezi (DAUM), 35390, İzmir, Türkiye
(mirzaghasafarov@gmail.com)

Öz

Eskişehir Fayı yaklaşık 75 km uzunluğunda, sağ yönlü doğrultu atımlı aktif bir faydır. Geometrik olarak 4 farklı segmentten oluşan bu fayın en kuzeybatı uzanımı olan Segment-1 yaklaşık 16 km uzunluğa sahiptir. Segment-1 boyunca fay batıda oldukça belirgin bir çizgisel gidiş sunarken, doğuya doğru fay geometrisi daha karmaşık bir yapı sunmaya başlar.

Bu çalışma kapsamında, Eskişehir Fayı'nın en batıdaki uzanımı olan Segment-1 boyunca fayın üretmiş olduğu eski depremlerin ve deprem tekrarlanma aralıklarının ortaya konması amacıyla paleosismolojik hendek çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, Erikli (Bilecik) yerleşiminin yaklaşık 1.5 km doğusunda, fayın kuzeybatıya büklüm yaptığı morfolojik çizgisellik üzerinde hendek lokasyonu seçilmiştir. Bu alanda, fayın uzanımına dik olacak şekilde yaklaşık K40D doğrultusunda, 25 metre uzunluğunda, 2 metre genişliğinde ve ortalama 3,2 metre derinliğinde bir hendek açılmıştır. Segment-1'de Erikli hendeğinde tanımlanan depremlerin kronolojik olarak değerlendirilmesi amacıyla, stratigrafik birimlerden 10 adet C14 ve 4 adet OSL olmak üzere toplam 14 ayrı örnekleme yapılmıştır. Segment-1 üzerinde gerçekleştirilen paleosismolojik hendek çalışmalarında elde edilen veriler, bu segment üzerinde, Holosen döneminde yüzey faylanması oluşturan en az 4 depremin meydana geldiğini ortaya koymaktadır. Hendek loglarının paleosismolojik yorumlarına göre, en genç olay günümüzden 1142-1780 yıl öncesinde meydana gelmiştir. Hendekte gözlenen en eski olay ise günümüzden 7744-10150 yıl önceye tarihlendirilmiştir. Paleosismolojik çalışmalardan elde edilen yaş verileri, segmentin sistematik olarak deprem ürettiğini göstermektedir. Bu çalışma, "Türkiye Diri Faylarının Paleosismolojik Özelliklerinin Belirlenmesi Projesi (P/SİSMO-TÜRK)" kapsamında TÜBİTAK (KAMAG) (proje no: 123G010) tarafından desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Eskişehir fayı, paleosismoloji, depremsellik, Holosen aktivite

Abstract

The Eskişehir Fault is an active, right-lateral strike-slip fault with an approximate length of 75 kilometers. The Eskisehir fault, which consists of four different segments in terms of geometry, has its northwesternmost extension Segment-1, with an approximate length of 16 kilometers. Along Segment-1, the fault exhibits a well-defined lineament in the west, whereas its geometry becomes more complex toward the east.

In this study, paleoseismological trench were excavated along Segment-1 to identify paleo earthquakes and determine their recurrence intervals. For this purpose, a trench location was selected approximately 1.5 km east of the Erikli settlement (Bilecik), along a morphological lineament where the fault bends to the northwest. In this area, a trench approximately 25 meters long, 2 meters wide, and averaging 3,2 meters deep was excavated, oriented perpendicular to the fault strike at approximately N40E. To establish the chronological framework of the earthquakes identified in the Erikli trench within Segment-1, a total of 14 samples were collected from stratigraphic units, including 10 radiocarbon (C-14) and 4 optically stimulated luminescence (OSL) samples. The data obtained from the paleoseismological trench studies along Segment-1 indicate that at least four surface-rupturing earthquakes occurred during the Holocene Period. According to the paleoseismological interpretations of the trench logs, the most recent event occurred between 1142 and 1780 years ago, while the oldest observed event has been dated to between 7744 and 10150 years ago. The age constraints derived from the paleoseismological investigations demonstrate that this segment systematically generates earthquakes. This study is conducted as part of the TUBITAK (KAMAG) project titled "Identifying Paleoseismological Characteristics of the Active Faults of Türkiye" (Project No: 123G010).

Keywords: *Eskişehir fault, paleoseismology, seismicity, Holocene activity*

Gelenbe Fay Zonu'nun Holosen Aktivitesine Ait İlk Paleosismolojik Bulgular, Batı Anadolu

First Palaeoseismological findings of Holocene activity of Gelenbe Fault Zone, western Anatolia

Doğukan Mert Özcan (1), Çağlar Özkaymak (2), (3), Volkan Karabacak (4), Ökmen Sümer (5), Furkan Şahiner (1), Seray Çınar Yıldız (6)

(1) Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar (sorumlu yazar dogukanmertozcan@gmail.com)
(2) Afyon Kocatepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar
(3)Afyon Kocatepe Üniversitesi, Deprem Uygulama ve Araştırma Merkezi, Afyonkarahisar
(4) Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Eskişehir
(5) Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İzmir
(6) Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale

Öz

Bu çalışma, Batı Anadolu'nun önemli neotektonik yapılarından birisi olan İzmir Balıkesir Transfer Fay Zonu içerisinde yer alan Gelenbe Fay Zonu (GFZ) üzerinde gerçekleştirilmiştir. GFZ, kuzeyde Bigadiç ile güneyde Akhisar arasında, KKD-GGB doğrultusunda ve birbirlerine paralel/yarı paralel konumlu iki ana segment ile temsil edilmektedir. Çalışma alanı tarihsel dönemden günümüze değin sismik açıdan aktif bir alanda yer almaktadır. Aletsel dönemde meydana gelen 15.11.1942 Bigadiç Depremi'nin (Mw:6,2; I:VII) eşşiddet haritası, depremin en fazla GFZ kuzeydoğusundaki Eşmedere ile Bigadiç yerleşim alanları arasında hasara neden olduğuna işaret etmektedir. Depremin yüzey kırığı oluşturup oluşturmadığı üzerine yeterli bilgi bulunmamaktadır. Bununla beraber, GFZ'nin güney ucunda Akhisar, Kırkağaç ve Gelenbe arasındaki bölgede meydana gelen ve deprem fırtınası özelliği taşıyan küçük/orta şiddetli sismik aktiviteler (3,0<Mw<5,5) GFZ'nin kırılıp kırılmadığı hakkında tartışmalara neden oluşturmuştur. Bu çalışmada, GFZ'nin kinematik ve geometrik özellikleri ile doğu segmenti üzerinde gerçekleştirilen paleosismolojik amaçlı hendek çalışmalarının ön bulguları sunulmuştur.

Saha haritalama çalışmalarına göre genel uzanımı K-G ve K10°-20°D arasında değişen Doğu segment toplamda 35 km uzunluğunda 4 fay kolundan oluşmaktadır. Genel uzanımı K-G ile K35°D arasında değişen Batı segment ise 5 fay koluna sahiptir. İki segment de çizgisel gidişlidir ve derin vadiler ile tipiktir. Diri fay haritalama ve kayma yüzeyleri üzerinde ölçülen kinematik analiz çalışmaları, GFZ'nin sağ yönlü doğrultu atımlı karakterde çalıştığına ve 6,9 büyüklüğüne kadar deprem üretme potansiyeline sahip olduğuna işaret etmektedir. Toplanan kinematik verilerin paleogerilme analizleri GFZ'nin baskın olarak KD-GB yönlü sıkışma ve KB-GD yönlü genişleme kuvvetleri etkisi altında çalıştığını ortaya çıkarmıştır. Elde edilen paleogerilme analiz sonuçları, bölgede son zamanlarda meydana gelen depremlerin odak mekanizma çözümleri ile uyum göstermektedir. Doğu segment üzerinde 2 farklı bölgede açılan paleosismolojik hendek çalışmalarında, hendek içerisinde yer alan birimlerin yapısal ve stratigrafik ilişkileri fay üzerinde Holosen boyunca en az 3 olayın varlığına işaret etmektedir. Her iki hendek çalışmasında elde edilen ön bulgulara göre GFZ üzerinde en son yüzey kırığı oluşturan deprem 1296 depremidir. Fayın yüzey kırığı oluşturan deprem tekrarlanma periyodu 2,3 ile 6 bin yıl arasında hesaplanmıştır. GFZ üzerindeki en son yüzey kırığı oluşturan depremden sonra geçen zaman 729 yıldır. Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK-KAMAG) tarafından 123G020 Numaralı proje ile desteklenmekte olup projeye verdiği destekten ötürü TÜBİTAK'a teşekkürlerimizi sunarız.

Anahtar Kelimeler: aktif tektonik, Gelenbe Fay Zonu, kinematik analiz, İzmir-Balıkesir Transfer Zonu, paleosismoloji

Abstract

This study was carried out on the Gelenbe Fault Zone (GFZ) located within the İzmir-Balikesir Transfer Fault Zone, one of the significant neotectonic structures of Western Anatolia. The GFZ is represented by two main fault segments, parallel/sub-parallel to each other, with NNE-SSW directions between Bigadiç in the north and Akhisar in the south. The study area is located in a seismically active region from historical period to the present. The intensity map of the 15.11.1942 Bigadiç Earthquake (Mw:6,2) indicates that the earthquake caused the most damage between the Eşmedere and Bigadiç settlement areas in the northeast of the GFZ. There is not enough information on whether the earthquake generates surface ***rüptüre*** *or not. However, the small/medium seismic activities (3,0<Mw<5,5) occurring in the region between Akhisar, Kırkağaç and Gelenbe at the southern end of the GFZ, which have the characteristics of earthquake storms, have caused discussions about whether the GFZ has broken or not. In this study, the kinematic and geometric properties of the GFZ and the preliminary findings of paleoseismological trench studies on the eastern segment are presented.*

According to field mapping studies, the eastern segment consists of 4 fault splays with a total length of 35 km and its general extension is between N-S and N10°-20°E. The western segment, whose general extension varies between N-S and N35°E, has 5 fault splays. Both segments are linear and typical with deep valleys. Active fault mapping and kinematic analysis studies indicate that GFZ has a right-lateral strike-slip sense and has the potential to produce earthquakes up to magnitude of 6,9. Paleostress analyses revealed that GFZ works under the effect of predominantly NE-SW compressional and NW-SE extensional tectonic regime. The paleostress analysis results are consistent with the focal mechanism solutions of recent earthquakes. In the palaeoseismological trenches opened in 2 different regions on the eastern segment, the structural and stratigraphic relationships of the units in the trench indicate the presence of at least 3 events on the fault during the Holocene. According to the preliminary findings obtained from both trenches, the last surface-ruptured earthquakes on GFZ was the 1296 earthquake. The recurrence interval of the surface faulting earthquake along the GFZ was calculated between 2,3 and 6 ka for the Holocene period. The elapsed time since the most recent surface faulting earthquake on the GFZ is 729 years. This study was supported by the Scientific and Technological Research Council of Turkey (TUBITAK-KAMAG) under Project No. 123G020 and we would like to thank TUBITAK for their support.

Keywords: *Active tectonics, Gelenbe Fault Zone, kinematic analysis, İzmir-Balıkesir Transfer Zone, palaeoseismology*

Kuşadası Fay Zonu'nun Aktif Tektonik Özellikleri, Batı Anadolu, Türkiye

The Active Tectonic Characteristics of the Kuşadası Fault Zone, Western Anatolia, Türkiye

Akın Kürçer (1), Çağatay Çal (1), Ahmet Bayrak (1), Oğuzhan Yalvaç (1), Halil Gürsoy (2), Hasan Elmacı (1)

(1) Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı, 06800, Çankaya, Ankara, Türkiye
(2) Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 58140, Sivas
(akin.kurcer@mta.gov.tr)

Öz

Büyük Menderes Grabeni'nin batısında yer alan yaklaşık D-B doğrultulu Kuşadası Fay Zonu (KFZ), Türkiye Diri Fay Haritası'na göre, doğuda Ortaklar (Germencik, Aydın) ile batıda Kuşadası (Aydın) arasında uzanan, 19 km uzunluğunda, 2 km genişliğinde aktif bir fay zonudur. KFZ, genellikle Menderes Masifi metamorfitleri, Bornova Filiş Zonu ve Likya Napları'na ait temel kayalar ile Neojen yaşlı kayalar ya da Kuvaterner çökeller arasında izlenir, yer yer Kuvaterner çökellerini keser.

MTA Genel Müdürlüğü tarafından yürütülen, Türkiye Diri Fay Haritası'nın Güncellenmesi ve Geliştirilmesi Projesi kapsamında, 2024 yılında KFZ'nin aktif tektonik özellikleri gözden geçirilmiş, Türkiye Paleosismoloji Araştırmaları Projesi kapsamında ise deprem tarihçesinin anlaşılması amacıyla paleosismolojik araştırmalar gerçekleştirilmiştir.

Diri fay güncelleme çalışmaları sonucunda, Yavansu ve Kalafat fayları KFZ'ye dahil edilmiştir. Bu çalışma sonucunda KFZ, 22 km uzunluğunda, 6 km genişliğinde bir normal fay zonu olarak tanımlanmış ve 6 geometrik segmente ayrılmıştır. KFZ'nin çok segmentli kırılması durumunda beklenen en büyük deprem Mw 6,6 ve en büyük düşey yer değiştirme miktarı ise 1 metre olarak hesaplanmıştır. Fay düzlemi kayma verilerinin kinematik analizi sonucunda, başlangıçta sağ yanal doğrultu atımlı faylanma özelliği gösteren KFZ'nin, daha sonra düşük açılı bir normal faya dönüştüğü, günümüzde ise yüksek açılı normal faylanma karakteri sunduğu anlaşılmıştır. Bir bölümü İzmir-Balıkesir Transfer Zonu içerisinde yer alan KFZ'nin, bu çalışmada tespit edilen yapısal evrimi, Batı Anadolu'nun neotektonik gelişim kronolojisi ile uyumludur.

KFZ'nin deprem etkinliğinin araştırılması amacıyla 4 farklı alanda gerçekleştirilen paleosismolojik hendek çalışmalarında, KFZ'nin Holosen deprem etkinliğine yorumlanabilecek verilere ulaşılmıştır. Bu çalışmalarda, Gökçealan hendeğinde 2, Kirazlı hendeğinde ise 4 deprem tanımlanmıştır. Türkmen hendeğinde ise muhtemelen Roma Dönemi'ne ait kültürel seviyeler tespit edilmiş ve fayın bu seviyeleri kestiği belirlenmiştir. Hendeklerde tespit edilen depremleri tarihlendirmek üzere 15 adet kömür, kemik ya da organik sedimandan oluşan radyokarbon numunesi (14C) derlenmiş ve analiz ettirilmek üzere Tübitak - Marmara Araştırma Merkezi (TÜBİTAK-MAM) laboratuvarına gönderilmiştir.

30 Ekim 2020'de meydana gelen Sisam Depremi'nin (Mw 6,9) artçı şoklarının zamanda ve mekânda batıya doğru göç etmesi, gerilim transferi nedeniyle, KFZ'nin deprem potansiyelini artırmıştır. KFZ, Kuşadası başta olmak üzere, İzmir'in güneyi ve Aydın'ın batı kesimi için potansiyel bir deprem tehlike kaynağıdır.

Anahtar Kelimeler: Batı Anadolu, Kuşadası Fay Zonu, normal fay, 30 Ekim 2020 Sisam Adası depremi, paleosismoloji

Abstract

The Kuşadası Fault Zone (KFZ), located west of the Büyük Menderes Graben, trends approximately east-west and is an active fault zone that, according to the Active Fault Map of Türkiye, extends 19 km in length and 2 km in width between Ortaklar (Germencik, Aydın) in the east and Kuşadası (Aydın) in the west. It is generally observed between the Menderes Massive Metamorphics, Bornova Flysch Zone, Lycian Nappes, and Neogene-aged rocks or Quaternary-aged sediments, and locally cutting through Quaternary sediments.

Under the Active Fault Map Revision and Improvement Project of Türkiye, conducted by the General Directorate of Mineral Research and Exploration (MTA), the active tectonic features of the KFZ were reviewed in 2024. Paleoseismological studies were also conducted under Paleoseismology Research Project of Türkiye to better understand its earthquake history.

As a result of the active fault revision studies, the Yavansu and Kalafat faults have been included in the KFZ. Consequently, the KFZ has been redefined as a normal fault zone, now 22 km long and 6 km wide, divided into six segments. In the case of a multi-segment rupture, the maximum expected earthquake magnitude is Mw 6.6, with a maximum vertical displacement of 1 meter.

Kinematic analysis of the fault plane slip data revealed that the KFZ, initially exhibiting a right-lateral strike-slip faulting characteristic, later transformed into a low-angle normal fault and now displays a high-angle normal faulting character. The structural evolution of the KFZ, part of which is located within the İzmir-Balıkesir Transfer Zone, as identified in this study, is consistent with the chronology of neotectonic development of Western Anatolia.

Paleoseismological trench studies conducted in four different areas to investigate the earthquake activity of the KFZ during the Holocene have provided conclusive evidence of its seismic activity during this period. In these studies, two earthquakes were identified in the Gökçealan trench and four earthquakes in the Kirazlı trench. In the Türkmen trench, cultural layers likely belonging to the Roman period have been identified, and it has been determined that the fault cuts through these layers. To date the earthquakes identified in the trenches, 15 radiocarbon (14C) samples, consisting of coal, bone, or organic sediments, were collected and sent to the TÜBİTAK Marmara Research Center (TÜBİTAK-MAM) laboratory for analysis.

The aftershocks of the Samos Island Earthquake (Mw 6.9), which occurred on October 30, 2020, migrated westward over time and are considered a factor that increases the seismic potential of the KFZ due to stress transfer. The KFZ is a potential source of earthquake hazards, particularly for Kuşadası, the southern part of İzmir, and the western part of Aydın.

Keywords: *West Anatolia, Kuşadası Fault Zone, normal fault, October 30, 2020 Sisam Island earthquake, paleoseismology*

Havran-Balıkesir Fay Zonu'nun Jeodezik Deprem Tekrarlama Periyotlarının Belirlenmesi

Determination of Geodetic Earthquake Recurrence Periods of Havran-Balıkesir Fault Zone

İbrahim Tiryakioğlu (1,2), Halil İbrahim Solak (2,3), Eda Esma Eyübagil (1), Hasan Hakan Yavaşoğlu (4,5), Ece Bengünaz Çakanşimşek (1), Cemil Gezgin (6), Mehmet Ali Uğur (1), Ergin Dönmez (7), Furkan Şahiner (1), Muhiddin Can Yıldırım (1), Ertuğrul Demirelli (1), Bahadır Aktuğ (8),

(1) Afyon Kocatepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Harita Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar, TÜRKİYE
(2) Afyon Kocatepe Üniversitesi Deprem Uygulama ve Araştırma Merkezi, Afyonkarahisar, TÜRKİYE
(3) Afyon Kocatepe Üniversitesi Uzaktan Eğitim Meslek Yüksekokulu, Afyonkarahisar, TÜRKİYE
(4) İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü, İstanbul
(5) TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi Kutup Araştırmaları Enstitüsü, Gebze Yerleşkesi, Barış Mah. Dr. Zeki Acar Cad. No:1 21 41470 Gebze/Kocaeli
(6) Aksaray Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Harita Mühendisliği Bölümü, Aksaray, TÜRKİYE
(7) Pamukkale Üniversitesi, Çivril Meslek Yüksekokulu Emlak ve Emlak Yönetimi Bölümü, Denizli, TÜRKİYE
(8) Ankara Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Ankara, TÜRKİYE
(itiryakioglu@aku.edu.tr)

Öz

Balıkesir'in Burhaniye ve Kepsut ilçeleri arasında yer alan Havran-Balıkesir Fay Zonu (HBFZ), yaklaşık 100-120 km uzunluğunda ve doğrulu atım karakterine sahip bir zondur. 2011 yılında güncellenen Türkiye Diri Fay Haritası'na göre aktif fay statüsünde olan ve tarihsel dönemde VIII şiddetinde depreme neden olmuş bu zonun tüm segmentlerinin kuramsal olarak Mw≥6,5 deprem üretme potansiyeli bulunmaktadır. Literatürde yer alan paleosismolojik bulgular Kepsut, Ovacık, Gökçeyazı segmentlerine ait geçmişte meydana gelen yıkıcı deprem aktivitesine işaret etmektedir. Bu segmentlere ait ortalama jeolojik deprem tekrarlama periyotları ise 1000-1200 yıl civarındadır. Zonu oluşturan tüm segmentlerin aktif fay olması ve tekli segment kırılmasına göre her birinin yüzey kırığı oluşturabilecek deprem üretme potansiyeline sahip olması nedeniyle bölge için gerçekleştirilecek deprem tehlike analizleri için deprem tekrarlama periyotlarının belirlenmesi önem arz etmektedir. Bu çalışma kapsamında HBFZ'ye odaklanan 58 GNSS noktasının hızlarından elde edilen gerinim hızları ile sismojenik zon kalınlığı, b parametresi ve yer kabuğu rijitlik modülü kullanılarak jeodezik deprem tekrarlama periyotları hesaplanmıştır. Mw 6,6, 6,7 ve 6,9 büyüklükleri için hesaplanan jeodezik deprem tekrarlama periyotları 750 ile 1800 yıl arasındadır. Gelecek yıllarda gerçekleştirilecek GNSS ölçümleri jeodezik deprem tekrarlama periyotlarının doğruluğunu arttırarak bölgesel deprem tehlike analizi çalışmalarına katkı sağlayacaktır. Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından 121Y295 numaralı proje ile desteklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Havran-Balıkesir Fay Zonu, GNSS hızı, Deprem tekrarlama periyodu, Deprem potansiyeli

Abstract

Located between Burhaniye and Kepsut districts of Balıkesir, Havran-Balıkesir Fault Zone (HBFZ) is approximately 100-120 km long and has a strike-slip character. According to the Active Fault Map of Turkey updated in 2011, all segments of this zone, which are active faults and has caused earthquakes of magnitude VIII in the historical period, have the potential to generate Mw≥6,5 earthquakes. Paleoseismological findings in the literature indicate that Kepsut, Ovacık and Gökçeyazı segments have experienced destructive earthquake activity in the past. The average geologic earthquake recurrence periods of these segments are around 1000-1200 years. Since all segments witihin the fault zone are active and can produce earthquakes with single-segment ruptures, determining their recurrence periods is crucial for regional earthquake hazard analyses. In this study, geodetic earthquake recurrence periods were calculated by using strain rates obtained from the velocities of 58 GNSS sites focused on the HBFZ, seismogenic zone thickness, b-value and crustal rigidity modulus. Geodetic earthquake recurrence periods calculated for Mw 6,6, 6,7 and 6,9 magnitudes are between 750 and 1800 years. Future GNSS measurements will contribute to regional earthquake hazard analysis studies by increasing the accuracy of geodetic earthquake recurrence periods. This study is supported by the Scientific and Technological Research Council of Turkey (TÜBİTAK) under the project number 121Y295.

Keywords: *Havran-Balıkesir fault zone, GNSS velocity, Earthquake recurrence periods, Earthquake potential*

Güzelhisar Fayı ve Çevresinin Güncel Hız Alanı, Batı Anadolu

Velocity Field of Güzelhisar Fault and Surroundings, Western Anatolia

Halil İbrahim Solak (1,2), İbrahim Tiryakioğlu (2,3), Cemil Gezgin (4), Bahadır Aktuğ (5), Sefa Yalvaç (6), Cemal Özer Yiğit (7), Ergin Dönmez (8), Ertuğrul Demirelli (3), Eda Esma Eyübagil (3), Ece Bengünaz Çakanşimşek (3), Furkan Şahiner (3), Muhiddin Can Yıldırım (3)

(1) Afyon Kocatepe Üniversitesi Uzaktan Eğitim Meslek Yüksekokulu, Afyonkarahisar, TÜRKİYE
(2) Afyon Kocatepe Üniversitesi Deprem Uygulama ve Araştırma Merkezi, Afyonkarahisar, TÜRKİYE
(3) Afyon Kocatepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Harita Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar, TÜRKİYE
(4) Aksaray Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Harita Mühendisliği Bölümü, Aksaray, TÜRKİYE
(5) Ankara Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Ankara, TÜRKİYE
(6) Gümüşhane Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Gümüşhane, TÜRKİYE
(7) Gebze Teknik Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Kocaeli, TÜRKİYE
(8) Pamukkale Üniversitesi, Çivril Meslek Yüksekokulu Emlak ve Emlak Yönetimi Bölümü, Denizli, TÜRKİYE
(hisolak@aku.edu.tr)

Öz

İzmir›in Aliağa ilçesi ile Manisa'nın Osmancalı beldesi arasında yaklaşık 25 km uzunluğunda olan BKB-DGD uzanımlı Güzelhisar Fayı (GF), 2011 yılında güncellenen Türkiye Diri Fay Haritası'nda Kuvaterner fayı olarak tanımlanmıştır. Literatürde yer alan bilimsel çalışmalar, sağ yönlü doğrultu atım karakterine sahip olan GF'nin Kuvaterner aktivitesinin genel olarak belirgin olduğuna ve Ege denizi tabanındaki devamının aktif olduğuna işaret etmektedir. Bu nedenle Batı Anadolu'nun karmaşık tektonik yapısı içerisinde yer alan GF, İzmir ve çevresindeki depremselliği etkileme potansiyeli olan bir tektonik yapıdır. Aletsel dönem GF üzerinde raporlanmış herhangi bir yıkıcı deprem kaydı bulunmamakla beraber, Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi Deprem Kataloğu'nda GF'nin çevresinde 1500'den fazla M≥3 deprem kaydı vardır. Bu çalışma kapsamında GF'nin güncel hız alanının belirlenmesi ve deprem tehlike analizinin gerçekleştirilmesi çalışmalarına katkı sağlamak amacıyla TUTGA (Türkiye Ulusal Temel GNSS Ağı), TUSAGA-Aktif (Türkiye Ulusal Sabit GNSS Ağı - Aktif) ve kampanya tipi noktalardan oluşan 20 noktalık bir GNSS (Global Navigation Satellite Systems) ağı oluşturulmuştur. Ağda yer alan kampanya tipi noktalar 2 gün tekrarlı ve günlük minimum 8 saat olarak ölçülmüştür. İlgili kampanya dönemleri için TUTGA ve TUSAGA-Aktif ağına ait noktaların verileri HGM (Harita Genel Müdürlüğü) ve TKGM'den (Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü) temin edilmiş ve tüm veriler GAMIT/GLOBK yazılımı ile değerlendirilerek bölgeye ait Avrasya sabit (ITRF 2014 – International Terrestrial Reference System and Frame) hızlar elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar bölgenin 25 - 28 mm/yıl ile güneybatı yönünde hareket ettiğini göstermektedir. GF'nin aktifliğini gösteren bu bulgular, gelecek dönemlerde yapılacak GNSS ölçümleri ile birlikte tüm noktalarda hız doğrulukları iyileştirilerek GF'nin kayma hızı ve gerinim hızının elde edilmesini sağlayacaktır. Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından 121Y259 numaralı proje ile desteklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Güzelhisar fayı, GNSS, GNSS Hızı, Batı Anadolu

Abstract

The WNW-ESE trending Güzelhisar Fault (GF), which is approximately 25 km long between Aliağa district of İzmir and Osmancalı town of Manisa, was identified as a Quaternary fault on the which was updated in 2011. Previous studies in the literature indicate that the Quaternary activity of the GF, which has a right-lateral strike-slip character, is generally prominent and its continuation at the base of the Aegean Sea is active. Therefore, the GF, which is located within the complex structure of Western Anatolia, is a tectonic structure that has the potential to affect the seismicity in and around Izmir. Although there is no record of destructive earthquake reported on the GF in the instrumental period, there are more than 1500 M≥3 earthquake records around the GF in the Kandilli Observatory Earthquake Catalog. In this study, a 20-site GNSS (Global Navigation Satellite Systems) network consisting of TUTGA (Turkey National Basic GNSS Network), TUSAGA-Active (Turkey National Fixed GNSS Network - Active) and campaign-type sites was established in order to contribute to the determination of the velocity field of the GF and the realization of earthquake hazard analysis. The campaign-type sites in the network were observed for two consecutive days and for a minimum of 8 hours per day. The data of the sites belonging to the TUTGA and TUSAGA-Active network for each campaign period were obtained from HGM (General Directorate of Mapping) and TKGM (General Directorate of Land Registry and Cadastre) and all data were evaluated with GAMIT/GLOBK software and Eurasian fixed (ITRF 2014 - International Terrestrial Reference System and Frame) velocities for the region were obtained. The obtained results show that the region moves southwest with 25 - 28 mm/year. These findings, indicating the activity of the GF, will make it possible to determine the slip velocity and strain rate by enhancing velocity accuracy at all points through future GNSS measurements. This study is supported by the Scientific and Technological Research Council of Turkey (TÜBİTAK) under the project number 121Y259.

Keywords: *Güzelhisar fault, GNSS, GNSS velocity, Western Anatolia*

Büyük Menderes Grabeni'nin Güneyindeki KB-GD Gidişli Çapraz Normal Faylardan Paleosismolojik Veriler: Çine, Bozdoğan, Karacasu ve Göktepe Fayları, Batı Anadolu, Türkiye

The Paleoseismological Data from the NE-SW Trending Cross-Normal Faults South of the Büyük Menderes Graben: Çine, Bozdoğan, Karacasu, and Göktepe Faults, Western Anatolia, Türkiye

Akın Kürçer (1), Ahmet Bayrak (1), Çağatay Çal (1), Oğuzhan Yalvaç (1), Halil Gürsoy (2), Hasan Elmacı (1)

(1) Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı, 06800, Çankaya, Ankara, Türkiye
(2) Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 58140, Sivas
(akin.kurcer@mta.gov.tr)

Öz

Batı Anadolu Graben Sistemi'nin en önemli unsurlarından biri olan D-B uzanımlı Büyük Menderes Grabeni'nin güneyinde yer alan, KB-GD uzanımlı çapraz normal faylardan Çine Fayı (ÇF), Bozdoğan Fayı (BF), Karacasu Fayı (KF) ve Göktepe Fayı (GF), Türkiye Diri Fay Haritası'nda Kuvaterner aktivitesine sahip faylar olarak tanımlanmıştır.

Görgül yaklaşımına göre, 23 km uzunluğundaki ÇF'nin Mw 6.66, 30 km uzunluğundaki BF'nin Mw 6,81, 26 km uzunluğundaki KF'nin Mw 6,73 ve 19 km uzunluğundaki GF'nin Mw 6,55 büyüklüğünde deprem üretme potansiyelleri bulunmaktadır.

MTA Genel Müdürlüğü tarafından yürütülen Türkiye Paleosismoloji Araştırmaları Projesi kapsamında, 2024 yılında Çine ve Bozdoğan fayları üzerinde ikişer adet, Karacasu ve Göktepe fayları üzerinde ise birer adet olmak üzere toplam 6 paleosismolojik hendek çalışması gerçekleştirilmiştir.

Hendek duvarlarında fay kollarının yukarıya doğru sonlanması, fay kolüvyal kama geometrisi gibi yapısal ve stratigrafik ilişkilere göre; ÇF hendeklerinde 5, BF hendeklerinde 4, KF hendeklerinde 1 ve GF hendeğinde ise 3 deprem tanımlanmıştır. ÇF ve BF üzerinde yürütülen paleosismoloji çalışmalarında, bu fayların Roma Dönemi'ne ait olduğu değerlendirilen bazı kültürel seviyeleri kestiği ve tahrip ettiği kanıtlanmış ve Holosen deprem etkinlikleri belgelenmiştir. KF üzerinde kazılan Bereketli hendeğinde, KF'nin yüzeyden itibaren en az 1 m kalınlığındaki bir çökel paketi kesmediği görülmüştür. Benzer olarak, GF fayı üzerinde kazılan Güvenir hendeğinde de fayın en az 1,5 m kalınlığındaki bir çökel paketi kesmediği anlaşılmıştır.

Çalışılan tüm faylar üzerinde kazılan hendeklerde tespit edilen depremlerin tarihlerini belirlemek amacıyla, toplam 26 adet radyokarbon (14C) numunesi alınmış ve analiz edilmek üzere TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi (TÜBİTAK-MAM) laboratuvarına gönderilmiştir.

Büyük Menderes Grabeni'nin güneyinde yer alan çapraz normal faylar, her ne kadar düşük deprem etkinliğine sahip gibi görünse de, üzerinde ve yakınında yer alan yerleşim yerleri ve kritik mühendislik yapıları için potansiyel birer deprem tehlike kaynağıdır. ÇF'nin Topçam Barajı ve Hidro Elektrik Santrali'ne, GF'nin ise Kemer Barajı ve Hidroelektrik Santrali'ne olan yakınlığı, bu mühendislik yapılarının deprem tehlike değerlendirmeleri açısından önem arz etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bozdoğan Fayı, Büyük Menderes Grabeni Çine Fayı, Göktepe Fayı, Karacasu Fayı

Abstract

The Çine *Fault (ÇF), Bozdoğan Fault (BF), Karacasu Fault (KF), and Göktepe Fault (GF), which are northeast-southwest trending, cross-normal faults located south of the east-west trending Büyük Menderes Graben, one of the most important structures of the Western Anatolia Graben System, are classified as Quaternary active faults on the Active Fault Map of Türkiye.*

According to empirical equations, the Çine *Fault (ÇF), 23 km long, has the potential to generate an earthquake of Mw 6.66; the Bozdoğan Fault (BF), 30 km long, has the potential to generate an earthquake of Mw 6.81; the Karacasu Fault (KF), 26 km long, has the potential to generate an earthquake of Mw 6.73; and the Göktepe Fault (GF), 19 km long, has the potential to generate an earthquake of Mw 6.55.*

*As part of the Paleoseismology Research Project of T*ürkiye *by the General Directorate of Mineral Research and Exploration (MTA), six paleoseismological trench studies were conducted in 2024: two on the* Çine *and Bozdoğan faults, and one on each of the Karacasu and Göktepe faults.*

Based on structural and stratigraphic relationships, such as the upward termination of fault branches and the colluvial wedge geometry on the trench walls, five earthquakes have been identified in the ÇF trenches, four in the BF trenches, one in the KF trenches, and three in the GF trench. In the paleoseismology studies conducted on the Çine *Fault (ÇF) and Bozdoğan Fault (BF), it has been proven that these faults intersected and damaged cultural layers, which are presumed to date back to the Roman period based on stratigraphic evidence, and the Holocene seismic activity of these faults has been documented. In the Bereketli trench excavated on the KF, it was observed that the fault did not cut through a sedimentary package that was at least 1 meter thick from the surface. Similarly, in the Güvenir trench excavated on the GF, it was found that the fault did not cut through a sedimentary package that was at least 1.5 meters thick.*

To determine the dates of the earthquakes identified in the trenches excavated on all the studied faults, a total of 26 radiocarbon (14C) samples were collected and sent to the TÜBİTAK Marmara Research Center (TÜBİTAK-MAM) laboratory for analysis.

Although the cross-normal faults located south of the Büyük Menderes Graben appear to exhibit low seismic activity, they remain potential sources of earthquake hazards for the settlements and critical engineering structures located on or near them. The proximity of the ÇF to the Topçam Dam and Hydroelectric Power Plant, and of the GF to the Kemer Dam and Hydroelectric Power Plant, is of significant importance for the seismic hazard assessment of these engineering structures.

Keywords: *Bozdoğan Fault, Büyük Menderes Graben,* Çine *Fault, Göktepe Fault, Karacasu Fault*

Batı Anadolu Karmaşık Çok Yönlü Genişlemeli Bölgesinde KD-GB – KKB-GGD Yönelimli Genişlemeli Tektonizmanın Miyosen Sonrası Evrimi (Gediz-Alaşehir Grabeni, Batı Türkiye)

The NE-SW to NNW-SSE directed extensional tectonics in a complex multiextensional terrain evolution since post-Miocene in western Anatolia (Gediz-Alaşehir Graben, western Turkey)

Bora Rojay (1) Vedat Toprak (1), Erdin Bozkurt (1), Taner Tekin (1), Tamer Dönmezoğlu (2), Cengiz Demirci (3)

(1) Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara
(2) Serbest Meslek, Ankara
(3) SSR Mining, Türkiye
(brojay@metu.edu.tr)

Öz

KB-GD yöneliminde olan Gediz-Alaşehir Grabeni (GAG), kuzeyde Kuzey Anadolu Fay kuşağı, güneydoğuda Doğu Anadolu Fay kuşağı arasında güneybatıya kaçan Anadolu Levhası üzerinde yeralan Batı Anadolu Genişleme bölgesinde gelişmiştir.

GAG ın batı kenarını kontrol eden Manisa fayının oluşum döneminde gelişmiş fay kalsit fiberlarından alınan yaşların kümelenme aralığı (clustering) 2.43±0.12 ile 1.56±0.12 My ve oluşum derinliği ise 600-1000m aralığında bulunmuştur. Bu değerler gözönüne alındığında Gediz çöküntüsünün, Manisa fayı üzerinde ki minimum yükselme hızı 0.28-0.66 mm/yıl olarak önerilmiştir. GAG'ın bugün ki konfigurasyonunu alması da muhtemelen bu yaş zaman aralığında olacaktır.

Fay düzlemleri kayma analizleri neticesinde, Batı Anadolu bölgesinde Geç Miyosen sonrası sürekli çok yönlü genişleme rejimi egemen olduğu ve sigma1 - sigma 3 ilişkilerine göre bölgesel olarak saatin tersi yöneliminde 30º lik bir rotasyon önerilmektedir.

Egemen KKD-GGB yönelimli genişleme rejimi Geç Eosen sonrası – Geç Miyosen öncesi gelişmiş olan KB-GD sıkışmalı rejim yapılarını üzerler. Geç Miyosen den günümüze gelişen genişleme sistemi kuzey de Kuzey Anadolu makaslama zonu ile güneyde Güney Ege Dalma batma kuşağı arasında gelişir.

Batı Anadolu'da, fay düzlemi kayma verilerinin analizleri, Pliyo-Kuvaterner genişleme rejimi dönemi içinde Erken Pliyosen de 'kısa süreli ters bileşenli yanal atımlı deformasyonun' geliştiğine dair ölçümler vardır. Bu durum, pivotal faylanma veya ani eğim/doğrultu değişimleri neticesinde gelişebilmektedir. Lakin, bu yapılar bütünsel olarak bakıldığında, levha içi tektonik blok sınırlarında rotasyon neticesinde de geliştiği söylenebilir. Dolayısı ile her bir levha içinde tektonik blok sınırları dikkatlice ayrı ayrı tanımlanabilmesi ve ortaya konması önemlidir. Anadolu levhasının batıya-güneybatıya, saatin tersi istikametinde gelişen rotasyonel kaçışı döneminde, levha içinde sürekliliği olan faylar boyunca kuzey blokları düşer. Muhtemelen, bu noktalarda blok sınırlarını oluşturan fayların pivotal hareketler neticesinde Efes, Manisa, Simav, Kütahya (?) and Eskişehir fayları örneklerinde görüldüğü gibi kuzeybatı uçlarında sağ yanal deformasyonlar gözlenmektedir.

Bunun yanı sıra, kıtasal kabukta gelişen rotasyonal hareketlerin ötesinde, özellikle GAG kuzeybatı kenarında ki Alt Miyosen birimleri içinde gelişmiş sıkışmalı yapılar (ters ve yanal atımlı faylar) ve Akşehir'in kuzeydoğusunda Orta Eosen birimlerinin aniden sonlanması muhtemelen derinde ki yanal atımlı makaslama fayın varlığını destekler (İzmir-Balıkesir yırtılma fayı).

Anahtar Kelimeler: Batı anadolu genişleme tektoniği, gediz-alaşehir grabeni, yüksek açılı manisa normal fayı, 5.4My

Abstract

NW-SE trending Gediz-Alaşehir Graben (GAG) evolved on Western Anatolian Extensional Province, which was on Anatolian Plate escaping between North Anatolian Fault Zone in north and East Anatolian Fault Zone in southeast.

The clustering of age of calcite fibers from Manisa fault along the western edge of GAG manifests 2.43±0.12 - 1.56±0.12 Mya interval and formation depth of 600-1000m. Based on above calculated values, minimum tectonic uplift rate is 0.28-0.66 mm/yr proposed for the Gediz depression. Configuration of the GAG possibly took its today's shape within this time interval, 2.43±0.12 - 1.56±0.12 Mya.

The multi-extensional regime dominates the western Anatolia since post-Late Miocene as proven with the results of fault plane slip analysis and sigma1 - sigma3 relationship, there is 30º counter clockwise rotation.

Dominant NNE-SSW extensional regime overprinted onto post-late Eocene - pre-Late Miocene NW-SE compressional structures. The extensional system operating since post-Late Miocene in western Anatolia evolved between the North Anatolian shear zone in north and southern Aegean subduction zone in south.

There exists a possible Early Pliocene short-lived strike-slip faulting with reverse components within Plio-Quaternary extensional period. This can be due to pivotal faulting or sudden changes along the strikes or dips, or both. Although, as a whole, the block rotations along block boundaries exist within the plate can be the other reason. Therefore, each within plate block boundaries need to be carefully defined and set forward. During the escape of Anatolian plate towards west-southwest, counter clockwise block rotations operated where northern blocks of the fault boundaries of minor plate blocks are downthrown. Probably, the faults along the block boundries having pivotal motions, and have right lateral strike slip faulting, as recorded to the northwestern tips of the Efes, Manisa, Simav, Kütahya (?) and Eskişehir faults.

Besides the rotational motions in continental crust, the compressional structures (reverse and strike slip faults) evolved especially to the northwest edge of GAG in lower Miocene sequences and sudden ending of Middle Eocene sequences to the northwest of Akşsehir possibly manifest the existence of a strike slip shearing at depths of upper crust (İzmir-Balıkesir tear).

Keywords: *Western anatolian extensional tectonics, gediz-alaşehir graben, high angle manisa normal fault, 5.4My*

6 Şubat 2023 Elbistan Depremi'nin Yüksek Çözünürlüklü Kosismik Kayma Dağılımı

High-Resolution Coseismic Slip Distribution of February 6, 2023, Elbistan Earthquake

Cengiz Yıldırım (1), Orkan Özcan (1), Semih Sami Akay (2), Mehmet Akif Sarıkaya (1), Melike Karakaş (1), Yusuf Gedik (1), Özgür Kozacı (3), Erhan Altunel (4), Kevin Clahan (5), Rich Koehler (6)

(1) İstanbul Teknik Üniversitesi Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, 34469 İstanbul, Türkiye
(2) Topkapı Üniversitesi, Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü, Istanbul, Türkiye
(3) Pacific Gas & Electric, Geosciences, Oakland, USA
(4) Osmangazi Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Eskişehir, Türkiye
(5) Lettis Consultant International, Inc. San Fransisco, USA
(6) University of Nevada, Department of Geological Sciences and Engineering, Nevada, USA
(cyildirim@itu.edu.tr)

Öz

Bu çalışma, 6 Şubat 2023'te Türkiye'yi vuran ve büyüklükleri Mw 7.7 ve Mw 7.6 olan deprem ikilisinin (doublet) ikinci olayı olan Elbistan Depremini incelemektedir. Uydu tabanlı jeodezik ve uzaktan algılama çalışmaları, yüzey kırığı ve kayma dağılımı hakkında önemli bilgiler sağlamış olsa da, düşük irtifa İHA (insansız hava aracı) verileri kullanılarak yapılan saha tabanlı yüzey deformasyonu, kayma dağılımı ve fay segmentlerine ilişkin çalışmalar eksiktir. Bu boşluğu gidermek için, 10 cm çözünürlüğe sahip düşük irtifa İHA görüntüleri üretilmiş ve tüm yüzey kırığı boyunca 300 metre genişliğinde (ana kırık ortada olacak şekilde) bir şerit boyunca haritalama şeridi oluşturmuştur.

Haritalama çalışmamız, Göksun ile Gözene arasında yaklaşık 143 km uzunluğunda, ağırlıklı olarak sol yanal bir yüzey kırığını ortaya koymaktadır. Ayrıca, kırığın batıdaki en uç 4.5 km'lik ve doğudaki en uç 20 km'lik bölümlerinde daha önce tanımlanmamış faylar tespit edilmiştir. Kırılma davranışına bağlı olarak fay, yedi ana bölüme (section) ayrılmıştır: Göksun, Ericek, Ekinözü, Barış, Nurhak, Kullar ve Gözene. Deformasyon zonunun genişliği, bölgeden bölgeye değişkenlik göstererek birkaç metreden 1.5 km'ye kadar ulaşmaktadır. Göksun, Ekinözü ve Barış bölümlerinde deformasyon daha dar ve lokalizedir, buna karşın Ericek ve Nurhak Fay Kompleksi bölgelerinde genişleme görülmektedir. 553 eşsismik (coseismic) yer değiştirme ölçümünün (55'i fay dışında (off-fault) ve 4'ü sağ yanal olmak üzere) analizi, Ekinözü segmentinde 10.58 ± 0.3 m'lik maksimum kayma değerini ortaya koymuştur. Ortalama eşsismik yer değiştirme 4.08 ± 0.73 m olup, Nurhak Fay Kompleksi'nde geniş bir sıkışmaslı sekme yapısı (restraining stepover) tarafından belirlenen uzun dalga boylu değişimler göstermektedir.

Nurhak Fay Kompleksi'nin yaklaşık 8 km doğusunda, kırık 42° saat yönünün tersine (anticlockwise) dönmekte ve kısmen Sürgü ve Doğanşehir faylarını takip etmektedir. Ancak kırık, bu fayları tam olarak izlemek yerine kuzeydoğuya doğru, daha önce haritalanmamış bir fay boyunca ilerlemektedir. Benzer şekilde, kırığın batı ucu, Savrun Fayı ile bağlantılı dağ cephesi boyunca ilerlemek yerine Göksun Havzası'na doğru yayılmıştır.

Bu bulgular, Elbistan Depremi'nin yüzey deformasyonu ve kayma dağılımına, kırılma mekaniğini anlamamıza katkıda bulunurken, aynı zamanda bölgedeki sismik tehlike değerlendirmesi için yüksek çözünürlüklü veri setleri sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Elbistan Depremi, İHA, Kosismik Kayma

Abstract

This study investigates the second event of an earthquake doublet that struck south-central Türkiye on February 6, 2023, with magnitudes of Mw 7.7 and Mw 7.6. Although space-based geodetic and remote sensing studies have provided information on surface rupture and slip distribution, there is a lack of low-altitude UAV-integrated field data on coseismic deformation, slip distribution, and fault sections. We generated high-resolution (10 cm) low-altitude UAV imagery to address this gap and created a continuous 300-meter-wide strip map along the entire surface rupture. Our mapping reveals a primarily sinistral rupture length of approximately 143 km between Göksun and Gözene, including previously unrecognized faults at the westernmost 4.5 km and the easternmost 20 km. The rupture is divided into seven major sections based on fault rupture behaviour: Göksun, Ericek, Ekinözü, Barış, Nurhak, Kullar, and Gözene. The width of the deformation zone varies from a few meters to 1.5 km across these sections, with narrower and more localized zones observed in the Göksun, Ekinözü, and Barış sections.

In comparison, wider zones occur in the Ericek and Nurhak Fault Complexity Sections. Our analysis of 553 coseismic displacements, including 55 off-fault and 4 right-lateral displacements, reveals a maximum slip of 10.58 ± 0.3 m in the Ekinözü section. The average coseismic displacement is 4.08 ± 0.73 m, with spatial distribution showing long-wave variability, particularly marked by a large restraining stepover at the Nurhak Fault Complexity. East of the Nurhak Fault complexity, approximately 8 km away, the rupture rotates 42° anticlockwise and partially follows the Sürgü and Doğanşehir faults, propagating northeast along an unmapped fault instead of strictly adhering to the Sürgü and Doğanşehir faults. Similarly, the western termination of the rupture propagated into the Göksun Basin rather than following the fault-controlled mountain front linked to the Savrun Fault. These findings provide crucial insights into the second earthquake's coseismic deformation and slip distribution, enhancing our understanding of rupture mechanics and contributing valuable high-resolution data for seismic hazard assessment in the region.

Keywords: *Elbistan Earthquake, UAV, Coseismic Displacement*

Paleosismolojik Veriler Işığında Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti Diri Faylarının Aktif Tektonik Özellikleri

Active Tectonic Characteristics of the Turkish Republic of Northern Cyprus in Light of Paleoseismological Data

Hasan Elmacı (1), Şule Gürboğa (1), Selim Özalp (1), H. Ozan Avcı (2), Hakan Aydoğan (2), Ayhan Yavuzoğlu (3), Ali Atalay Yüce (2), Meryem Kara (4), A. Rasimcan Öztürker (2)

(1) MTA Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı, Ankara
(2) MTA Uluslararası Madencilik A.Ş. (MTAIC) , Ankara
(3)MTA Genel Müdürlüğü Deniz Araştırmaları Dairesi Başkanlığı, Ankara
(4) MTA Genel Müdürlüğü Doğu Akdeniz Bölge Müdürlüğü, Adana
(hasan.elmaci@mta.gov.tr)

Öz

Afet öncesinde yapılan çalışmalar oluşabilecek afet türünün boyutunu, dağılımı ve zararlarının en aza indirilmesinde son derece önemlidir. Deprem zararlarının azaltılması yönünde yapılan çalışmaların başında depreme neden olan diri fayların tüm yönleri ile araştırılması gelmektedir. Ülke boyutunda yapılan afet öncesi çalışmalarda, diri fayların uzunluğu, niteliği, segment yapısı, geometrik özellikleri, deprem tekrarlanma aralıkları, kısa ve uzun dönem kayma hızı, kırılma zonunun genişliği, son depremden günümüze değin geçen süre ve tek bir depremde meydana gelebilecek en fazla yer değiştirme miktarı vb. parametreler yer almaktadır. Bu kapsamda, 2023 yılında MTA Genel Müdürlüğü tarafından Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti (KKTC) ana karasında yer alan diri fayların belirlenmesi ve paleosismolojik özelliklerinin araştırılması amacıyla proje çalışmaları yürütülmüştür. Bu çalışma ile KKTC'nin ve Türkiye'nin güney kesiminin depremselliği hakkında bilgiler elde edilmiştir.

KKTC ana karasında yer alan diri faylar, 1:35.000 ölçekli hava fotoğrafı ve uydu görüntüleri yardımı ile 1:25.000 ölçek hassasiyetinde haritalanmış ve revize edilmiştir. Adanın kuzey kesiminde 13 adet fay veya fay segmenti belirlenmiş ve haritalanmıştır. KKTC ana karasında haritalanan en önemli tektonik yapı, 214 km uzunluğunda sol yanal doğrultu atım bileşenine sahip KKB ya eğimli ters fay niteliğinde olan Dardere (Ovgos) Fay Zonu (DOFZ)'dur. DOFZ yedi alt segmente ayrılmıştır. Bu segmentler, kuzeydoğudan güneybatıya sırasıyla Dipkarpaz (69 km), Geçitkale (31 km), Değirmenlik (27 km), Gönyeli (31 km), Lefkoşa (23 km), Alayköy (17 km) ve Kalkanlı (16 km) segmentleri olarak adlanmıştır. DOFZ dışında KKTC ana karasında haritalanan diğer diri faylar ise sırasıyla, sağ yanal doğrultu atım bileşenine sahip Haspolat Transfer Fayı (13 km), sol yanal doğrultu atım bileşenli, KB'ya eğimli ters fay niteliğinde olan Yamaçköy Fay Zonu (33 km), sol yanal doğrultu atım bileşenli, GD'ya eğimli ters fay niteliğinde olan Geçitköy-Koruçam Fay Zonu (40 km), KKB'ya eğimli ters fay karakteri sunan Boğazköy fayı (14 km) ile normal faylanma mekanizmasına sahip ve kuzeye eğimli Alsancak (13 km) ve Mersinlik (8 km) faylarıdır.

Haritalanmış olan faylar üzerinde uygun bulunan alanlarda 11 adet paleosismolojik hendek çalışması gerçekleştirilmiştir. Kazılan hendeklerden depremlerin oluş zamanları ve tekrarlanma aralıklarının belirlenmesi amacıyla 14C ve OSL tarihlendirme örnekleri derlenmiştir. Hendeklerden elde edilen tarihlendirme sonuçlarına göre, KKTC kara alanında yer alan fayların Geç Pleistosen-Holosen aktiviteleri kesin olarak belirlenmiş ve bu fayların yüzey yırtılması ile sonuçlanmış büyük depremler ürettikleri belgelenmiştir. KKTC ana karasında yer alan fayların eğim yönleri dikkate alındığında, meydana gelecek depremlerin Türkiye'nin güneyinde yer alan sahil kesimlerinde sıvılaşma, yanal yayılma ve zemin büyütmesi gibi ikincil afetlere neden olabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Diri fay, Paleosismoloji, Deprem, Doğu Akdeniz, KKTC.

Abstract

Risk mitigation studies play a crucial role in minimizing the magnitude, distribution, and impact of potential disasters. One of the primary strategies for reducing earthquake damage is the comprehensive investigation of active faults responsible for seismic activity. Nationwide pre-disaster assessments consider various parameters, including the length, characteristics, segmentation, and geometric properties of active faults, earthquake recurrence intervals, short- and long-term slip rates, rupture zone width, the time elapsed since the last earthquake, and the maximum displacement that can occur in a single event. In this context, in 2023, the General Directorate of Mineral Research and Exploration (MTA) conducted a study to identify active faults and investigate their paleoseismological characteristics on the mainland of the Turkish Republic of Northern Cyprus (KKTC). This research provided valuable insights into the seismicity of both KKTC and the southern regions of Türkiye.

Active faults on the KKTC mainland were mapped and revised with a precision of 1:25,000 using 1:35,000 scale aerial photographs and satellite imagery. A total of thirteen fault segments were identified and mapped in the northern part of the island. The most significant tectonic structure in KKTC is the Dardere (Ovgos) Fault Zone (DOFZ), a 214 km-long fault exhibiting left-lateral strike-slip motion with a northwest-dipping reverse fault component. DOFZ is divided into seven sub-segments, listed from northeast to southwest as follows: Dipkarpaz (69 km), Geçitkale (31 km), Değirmenlik (27 km), Gönyeli (31 km), Lefkoşa (23 km), Alayköy (17 km), and Kalkanlı (16 km). Other active faults mapped on the KKTC mainland include the Haspolat Transfer Fault (13 km), which has a right-lateral strike-slip component; the Yamaçköy Fault Zone (33 km), which has a left-lateral strike-slip component with a northwest-dipping reverse fault characteristic; the Geçitköy-Koruçam Fault Zone (40 km), which has a left-lateral strike-slip component with a northeast-dipping reverse fault characteristic; the Boğazköy Fault (14 km), which has a northwest-dipping reverse fault characteristic; and the Alsancak (13 km) and Mersinlik (8 km) faults, which exhibit normal faulting mechanisms with a northward dip.

To assess the seismic potential of these faults, eleven paleoseismological trench studies were conducted at suitable locations. Radiocarbon (^{14}C) and Optically Stimulated Luminescence (OSL) dating methods were applied to determine earthquake timing and recurrence intervals. The dating results confirm that the faults in the KKTC mainland exhibit Late Pleistocene-Holocene activity, having generated major earthquakes with surface ruptures. Considering the dip directions and kinematics of these faults, future earthquakes may trigger secondary hazards such as liquefaction, lateral spreading, and ground amplification, particularly along the coastal areas of southern Türkiye.

Keywords: *Active faults, Paleoseismology, Earthquakes, Eastern Mediterranean, KKTC.*

Kuzey Kıbrıs Kıyılarında Tsunami Tehlikesi: Ön Sonuçlar

Tsunami Hazard on the Northern Cyprus Coast: Preliminary Results

Cengiz Yıldırım (1), Selim Özalp (2), Ahmet Rasimcan Öztürker (3), Hasret Ozan Avcı (3), Hakan Aydoğan (3), Ali Atalay Yüce (3), Hasan Elmacı (2)

(1) İstanbul Teknik Üniversitesi Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, 34469 İstanbul, Türkiye
(2) Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi, 06530 Ankara, Türkiye
(3) MTA Uluslararası Madencilik A.Ş. (MTAIC), 06530 Ankara, Türkiye
(cyildirim@itu.edu.tr)

Öz

Tarihsel ve arkeolojik kayıtlar Doğu Akdeniz'de antik çağlardan itibaren onlarca tsunamilerin oluştuğunu göstermektedir. Bununla beraber bu tsunamilerin jeolojik kayıtları oldukça sınırlıdır. Kıbrıs Adası Akdeniz'in ortasında Afrika Levhası'nın Anadolu Bloku'nun altına daldığı Kıbrıs Yayı'nın orta kesiminde yer alır. Tarihsel kayıtlarda özellikle adanın güney kıyılarında Baf (Paphos) gibi antik şehirlerin tsunamiye maruz kaldığı görülmektedir. Adanın kıyılarını içeren tsunami çalışmalarında Kıbrıs kıyılarında ağırlıkları onlarca tonu bulan ve kıyı çizgisinden uzakta ve yüksekte yer alan büyük kaya blokları tsunami çökelleri olarak değerlendirilmiştir. Bu blokların kökeni, yaşları ve onları üreten depremlerin kaynak fayları ile bilgiler oldukça sınırlı ve daha çok adanın güneybatı kıyılarını içermekte olup Kuzey Kıbrıs kıyıları ile ilgili olarak herhangi bir çalışma yoktur. Bu eksikliğin giderilmesi amacıyla Kuzey Kıbrıs kıyılarında tsunami blokları haritalanmış, bunların boyutları, ağırlıkları hesaplanmış, kıyıdan uzaklıkları ve yükseklikleri belirlenmiş ve radyokarbon (14C) yöntemi kullanılarak tarihlendirilmiştir. Çalışmalarımız bu blokların en bariz şekilde depolandığı adanın Türkiye'ye bakan kıyılarının en batısında yer alan Koruçam Burnu, orta kesiminde Dipkparpaz kıyıları ve en doğu ucu olan Karpaz Burnunda yoğunlaşmıştır. Bloklar güncel kıyı çizgisinden 75 m kadar içeriye, 5,84 m kadar yükseğe çıkabilmekte ve boyutları birkaç metre ile 5-6 metre arasında, kalınlıkları ise 1-2 m arasında değişmektedir. Blokların ağrılıkları 3 ton ile 35 ton arasında değişmektedir. Bloklarda aldığımız kalibre edilmiş C14 yaşları GÖ 2083±55 yıl ile 7160±72 yıl arasında değişmektedir. Blokların boyutlarının çok büyük olmaları, kıyıdan çok uzakta olmaları ve yaşlarının çok eski olmasından dolayı bunların fırtınadan ziyade tsunami kaynaklı olduğunu düşündürmektedir. Tarihsel kayıtlar tsunami bloklarından elde ettiğimiz yaşlar kadar eskiye yönelik olmadığından, bunları tarihsel bir depremle ilişkilendirmek mümkün olmamaktadır. Bununla beraber bu blokların MS 365 (Mw 8,5) ve MS 1303 (Mw 8,0) yıllarında Girit yayından ya da MS 1222 (Mw 7,0-7,5) Kıbrıs yayından kaynaklanan depremlerle taşınmadığını söylemek mümkündür. Bu veriler Kuzey Kıbrıs kıyılarında tsunami tehlike seviyesinin düşük olduğunu göstermektedir. Her ne kadar ada için tsunami tehlikesi çok yüksek olmasa da tsunami tehlikesinin hiç olmadığı anlamına gelmemektedir. Burada jeomorfolojik olarak belirlediğimiz en yüksek tırmanma yüksekliği olan 5,84 m'nin altındaki alanlar özellikle Boğazköy ile Gazimağusa arasındaki gibi alçak topoğrafyalı alanlar dikkate alınarak tsunamiye daha duyarlı kesimler olarak belirlenmelidir. Sonraki adım olarak deniz sismik verileri ve hidrodinamik yaklaşımlar kullanılarak belirlenen blokları taşımış tsunami dalgalarının enerjileri ve bunları üreten depremlerin büyüklüklerini belirlemeye yönelik çalışmaların yapılması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kuzey Kıbrıs, Tsunami, Bloklar, Radyokarbon 14C Tarihlendirmesi

Abstract

Historical and archaeological data report the occurrence of tens of tsunamis since the antique epochs in the Eastern Mediterranean. However, geological records of these tsunamis are very rarely found. Cyprus is situated in the middle of the Cyprus Arc, where the African Plate subducts beneath the Anatolian Block. Historical records also report the destruction of antique cities in Cyprus, like Baf (Paphos), because of tsunami waves. Previous work assessed the boulders away and higher from the modern shoreline as tsunami-related boulders. Nevertheless, these works primarily focus on the southern part of the island, with minimal information about their origin, size, and age. To address this gap, we mapped the tsunami boulders along Northern Cyprus, surveyed their sizes and dated them using the radiocarbon 14C dating method. Our study focussed on Cape Koruçam in the west, Dipkarpaz shores in the centre and Cape Karpaz in the east of the northern coast facing Türkiye. Tsunami boulders are located up to 75 m away and 5,84 m above the sea level. Their sizes vary between a few meters to 5-6 m and thickness between 1-2 m. The weights of boulders are between 3-35 tons. The calibrated radiocarbon ages from boulders yield 2083± 55 yr 7160±72 yr BP. These ancient ages, together with their sizes and distances from the shorelines, indicate that these boulders were not transported by frequent (a few years) storm waves; instead, tsunami waves. Historical records cover shorter periods than our radiocarbon 14C ages and do not help to correlate any earthquake. However, these ages reveal that these blocks were not transported by the giant earthquakes sourced from the Cretan Arc during CE 365 (Mw 8,5) and CE 1303 (Mw 8,0) and from the Cyprus Arc CE 1222 (Mw 7,0-7,5) occurred during the historical period. All these data indicate a low level of tsunami hazard for Northern Cyprus. Although the hazard level is low, it does not mean Cyprus has no tsunami hazard. The topographically lower elevations than 5,84 m a.s.l are the highest elevations of the boulders, and the low land (<5 m) between Boğazköy and Gazimağusa has a relatively higher susceptibility to tsunamis. The next level of this ongoing study will focus on marine seismic data to detect probable source faults and focus on hydrodynamic approaches to estimate the energy of tsunami waves and the magnitude of earthquakes.

Keywords: *Northern Cyprus, Tsunami, Boulders, Radiocarbon 14C dating*

Samsun Kıyısı İle Orta Karadeniz Sırtı Arasında Aktif/Sualtı Negatif Çiçek Yapısının Varlığına Dair Kanıt

Evidence For Validity Of An Active/Submarine Negative Flower Structure Between Samsun Coast And Mid Black Sea Ridge

Sevinç Özel (1,2), Günay Çifci (3), Hasan Sözbilir (2,4), Seda Okay Günaydın (2)

(1) İMYO. Ugur Mumcu Cd. 135 Sk. No:5, 35380 Buca/İzmir
(2) Deprem Araştırma ve Uygulama Merkezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, 35390 Buca, İZMİR
(3) Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü ve Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Dokuz Eylül Ünv. 35340 İnciraltı, İZMİR
(4) Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Dokuz Eylül Üniversitesi, 35390 Buca, İZMİR
(sevinc.ozel@deu.edu.tr)

Öz

Doğu Karadeniz'in güney kıyı kesimi, özellikle Doğu Pontidler, nispeten daha düşük bir sismik aktiviteye sahiptir. Bunun başlıca göstergesi, kara ve deniz altında tanımlanmış sismik kaynakların kıtlığına atfedilmektedir. Fakat, son 100 yıl içinde Karadeniz'de meydana gelen depremlerin odak mekanizması çözümleri, bölgede baskın olarak bindirme faylarının yanı sıra, normal ve doğrultu atımlı fayların da aktif olduğunu göstermektedir. Bu sismik kümelerden biri, denizaltı Sinop havzasının bulunduğu Samsun açıklarında gelişmektedir. Bu bölgedeki depremlerin sismik kaynaklarını araştırmak için, yüksek çözünürlüklü çok kanallı sismik kesitler ve çok ışınlı batimetrik veriler işlenmiş ve değerlendirilmiştir.

Sismik kesitlerden elde edilen sismik stratigrafik sonuçlar dört sismik birimin varlığını göstermektedir. Bu birimler, yansıma konfigürasyonlarındaki ve uyumsuzluk yüzeylerindeki değişikliklerle birbirlerinden ayırt edilmektedir. En eski birimler (U4) dalgalı yansıtıcılara sahip akustik temel olarak adlandırılırken, bir uyumsuzluğa işaret eden yüksek genlikli yansıma ile işaretlenmiştir. Bu uyumsuzluk, paralel veya daha az paralel Birim 3 tortulları tarafından örtülmüştür. Birim 2'nin üst yüzeyi, Birim 1'in paralel yansıtıcısı tarafından örtülen bir aşınma yüzeyi ile işaretlenmiştir. Birim 1 en genç tortullardır ve esas olarak Yeşilırmak kanyonu tarafından kesilmiştir. 4 ila 1 nolu sismik birimler sırasıyla Paleosen-Üst Kretase, Eosen, Oligo-Miyosen ve Pliyo-Kuvaterner birimlerine karşılık gelebilir.

Çok ışınlı batimetrik verilerde sismik yansıtıcılardaki ve deniz tabanı ifadesindeki düzensizliklere ve ani kırılmalara göre, farklı yaşlarda üç fay türü belirlenmiştir. En eski fay sadece 4 nolu birimin tepesine kadar ulaşabilmiş ve ölü fay olarak yorumlanmıştır. Sinop havzasını sınırlayan ve tüm sismik birimleri keserek deniz tabanına ulaşan faylar aktif fay sınıfında değerlendirilmiştir. Ancak, Birim 1 içerisinde kalan ve deniz tabanına ulaşmayan faylar, sedimantasyonla eş zamanlı faylar olarak kabul edilmiştir. Sahip olduğumuz batimetrik ve sismik veriler, Sinop havzasının bulunduğu Orta Karadeniz Sırtı ile Türkiye kıyısı arasındaki bölgede deniz tabanını kesen aktif fayların negatif çiçek yapısı sunduğunu göstermektedir. Bu verilere göre, Orta/Doğu Pontid yapısal bloğundaki faylanma, bölgenin sismik aktivitesi bağlamında yeniden ele alınmalı ve gelecekte risk oluşturacak bir deprem tehlikesi olarak yeniden değerlendirilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Aktif fay, Karadeniz, Negatif çiçek yapısı, Orta Karadeniz sırtı, Samsun kıyı açığı,

Abstract

The southern coastal part of the Eastern Black Sea, especially the eastern Pontides, has a relatively lower seismic activity. The marker for this is attributed to the scarcity of defined seismic sources on land and under the sea. However, Focal mechanism solutions for earthquakes in the Black Sea over the past century indicate that normal and strike-slip faults are also active in the region, in addition to dominant thrust faults. One of these seismic clusters have been identified on the offshore of Samsun, where the submarine Sinop basin is located. In order to investigate the seismic sources of earthquakes in this area, high-resolution multi-channel seismic sections and multi-beam bathymetric data were processed and evaluated.

The seismic stratigraphic results obtained from the seismic sections show four seismic units. These units are distinguished from each other by changes in reflection configurations and unconformity surfaces. The oldest units (U4) is referred as acoustic basement with wavy reflectors, while its top is marked by high amplitude reflection indicating an unconformity. This unconformity is overlain by parallel or less parallel Unit 3 deposits. Upper surface of Unit 2 is marked by an erosional surface which is overlain by parallel reflector of Unit 1. Unit 1 is the youngest sediments and mainly truncated by Yeşilırmak canyon. The seismic units 4 to 1 can be corresponded to Paleocene-Upper Cretaceous, Eocene, Oligo-Miocene ve Plio-Quaternary units, respectively.

Three fault types of different ages were determined according to the irregularities and sudden breaks in the seismic reflectors and seafloor expression on multi-beam bathymetric data. The oldest fault could reach only top of unit 4 has been interpreted as inactive fault. Faults that border the Sinop basin and reach the sea floor by cutting all seismic units are considered in the active fault class. However, the faults that remain within Unit 1 and do not reach the seafloor are considered as faults that are coeval with sedimentation. The bathymetric and seismic data show that active faults cutting the sea floor in the region between the Mid Black Sea Ridge and the Turkish coast where the Sinop basin is located, presents a negative flower structure. According to these data, faulting in the Central/ Eastern Pontide structural block should be reconsidered in the context of the seismic activity of the region and re-evaluated as an earthquake hazard that will pose a risk in the future.

Keywords: *Active fault, Black sea, Negative flower structure, Mid black sea ridge, Samsun offshore*

2022 Buca Depremleri Dizisi ve Sismotektonik Anlamı, İzmir, Batı Anadolu

2022 Buca Earthquakes Series and Its Seismotectonic Meaning, İzmir, Western Anatolia

Mehmet Utku (1,2), Recep Çakır (3), Hasan Sözbilir (4,2), Mustafa Softa (4), Sevinç Özel (5)

(1) Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü, TR-35390, Buca, İzmir
(2) Deprem Araştırma ve Uygulama Merkezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, TR-35390 Buca, İzmir
(3) Olympia, Washington State, USA/ İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, TR-35430 Urla, İzmir
(4) Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TR-35390, Buca, İzmir
(5) Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir Meslek Yüksekokulu, TR-35160, Buca, İzmir
(mehmet.utku@deu.edu.tr)

Öz

İzmir-Buca civarında, uzun bir zamandan sonra 4 Aralık 2022 00:29:20UTC'deki 5.1 (ML, H=4.5 km KRDAE; 4.77Mw, H=14 km, bu çalışma) büyüklüklü depremle başlayan sarsıntı serisi, 20 Ekim 2023 (20:53:08UTC, ML=4.0, Mw=3.9, H=13 km, KRDAE; Mw=3.77, H=14 km, bu çalışma) depremine kadar büyüklüğü 3.0≤M≤4.0 olan 35 deprem daha üretmiştir. Sismik sessizliğin bozulduğu bu coğrafyada, 16/12/1977'den sonra 5.8'den daha büyük deprem bulunmamaktadır. Anılan bu sarsıntılar, yaklaşık 155 km2 büyüklüğünde ve 38.25°K-38.41°K; 27.10°D-27.30°D koordinatlarıyla sınırlı bir alanda gerçekleşmiştir. Bu alan, ele alınan sürede tüm sismik etkinliğin göründüğü alandır. Etkin sismisite ise bu alanın ortasında yaklaşık 30 km2'lik bir deformasyon alanında sürmüştür. Bu alan yaklaşık 3 km yarıçaplı bir yüzölçümüne karşılık gelirken, geniş alan yaklaşık 7 km yarıçaplı bir yüzölçümüne karşılık gelmektedir.

Bahse konu sismik etkinlik boyunca meydana gelen depremlerden moment tansör tersçözümüne uygun olan 4 adedi, CPS3.30 açık kaynak paketi (Herrmann, 2021) kullanılarak çözülmüş ve moment tansör analizleri yapılmıştır. Bu çözümlerde ortaya çıkan düğüm düzlemlerinden biri, KD-GB, diğeri KB-GD doğrultuludur. Bir başka deyişle, bu depremlerde doğrultu-atımı yüzdesi, %77 civarındadır (eğim atım %23). Bu düzlemlerden KD-GB doğrultulu olanı, bölgedeki Dağkızılca Fayı'nın doğrultusu ile uyumludur. Zaten artsarsıntı alanı da Tuzla Fayı ile Dağkızılca Fayı'nın deformasyon alanı arasında kalmaktadır. Bu fayların sağ yönlü doğrultu-atımlı bir yırtılma mekanizmasına sahip olmaları, elde edilen çözümleri desteklemektedir. Eşdeğer-kuvvet bileşeni analizlerine göre de çözümü yapılan depremlerde, %70 civarında monopol bileşeni görülürken %30 civarında da dislokasyon bileşeni bulunmaktadır. Bu da, geometrisi yukarıda verilen küçük bir deformasyon alanında yerkabuğunun tektonik ufalanması anlamına gelmektedir. Bu gözlem ve bilgilere göre bu alanın, orta büyüklükten daha büyük deprem üretme özelliği yok gibi görünmektedir.

Anahtar Kelimeler: Buca, İzmir, Deprem, Moment Tansör Çözümü, Tuzla Fayı, Dağkızılca Fayı

Abstract

The series of seismicity, which started after a long time with the magnitude 5.1 (ML, H=4.5 km KOERI; 4.77Mw, H=14 km, this study) earthquake at 00:29:20UTC on December 4, 2022, in the vicinity of İzmir-Buca, produced 35 more earthquakes with the magnitudes of 3.0≤M≤4.0 until the earthquake on October 20, 2023 (20:53:08UTC, ML=4.0, Mw=3.9, H=13 km, KOERI; Mw=3.77, H=14 km, this study). In this geography where seismic silence has been broken, there has been no earthquake greater than 5.8 after 1977/12/16. The deformation area that produced this seismicity is about 155 km2, and limited by the coordinates 38.25°N-38.41°N; 27.10°E-27.30°E. This is the area where all seismic activity appeared during the period under consideration, while effective seismicity persisted in a deformation area of about 30 km2 in the middle of this area. This corresponds to a radius of about 3 km, and the large area to a radius of about 7 km.

Among the earthquakes that occurred during the aforementioned seismic activity process, 4 earthquakes that were suitable for moment tensor inversion were solved using the CPS3.30 open source package (Herrmann, 2021) and moment tensor analyzes were performed. One of the resulting nodal planes in these solutions is NE-SW and the other NW-SE oriented. In other words, the percentage of strike-slip in these earthquakes is around 77% (dip slip 23%). The one in the NE-SW orientation of these planes is compatible with the orientation of the Dağkızılca Fault in the region. As a matter of fact, the aftershock area is between the deformation area of the Tuzla Fault and the Dağkızılca Fault. The fact that these faults have a right-lateral strike-slip rupture mechanism supports the solutions obtained. According to the equivalent-force component analysis, around 70% of the earthquakes have a monopole component and around 30% of them have a dislocation component. This means tectonic crumbling of the crust in a small area of deformation, the geometry of which is given above. According to these observations and information, this area does not seem to have the ability to produce earthquakes larger than moderate earthquake.

Keywords: *Buca, İzmir, Earthquake, Moment Tensor Inversion, Tuzla Fault, Dağkızılca Fault*

Örtülü Aktif Tektonik Hatların Toprak Gazı Ölçümleri İle Değerlendirilmesine İlişkin Bir Örnek: Hatay Civarındaki Çalışmalar

An Example of Evaluating Buried Active Tectonic Faults Through Soil Gas Measurements: Studies Around Hatay

Galip Yüce (1), Ching-Chou Fu (2), Walter D'Alessandro (3), Mutlu İçhedef (4), Burcu Kahraman (1), Biltan Kürkçüoğlu (1), Hasan Elmacı (5), Şule Gürboğa (5), Francesco Italiano (6), Ahmet H. Gülbay (7), Aslı Demirtaş (1), Ahmet Özdemir (1), Hafize Akıllı (8), Didem Yasin (9), Mert Toklu (10), Lütfi Taşkıran (11), Aydın Çiçek (11)

(1)Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fak. Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Beytepe, Ankara
(2) Institute of Earth Sciences, Academia Sinica, Taipei, Taiwan
(3) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Palermo, Via Ugo La Marfa 153, 90146 Palermo, Italy
(4) Ege Üniversitesi, Nükleer Bilimler Enstitüsü, Bornova, İzmir
(5) MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı, Ankara
(6) Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale(OGS), Trieste, Italy
(7) Koza Altın İşletmeleri Gn. Md.lüğü, Batıkent, Ankara
(8) İTÜ, Maden Fak., Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İstanbul
(9) Eskisehir Osmangazi University, Department of Geological Engineering, Meselik, Eskisehir, Turkey
(10) DSİ Genel Müdürlüğü, Ankara
(11) MTA Genel Müdürlüğü, Enerji Ham. Etüd ve Arama Dairesi Başkanlığı, Ankara
(galipyuce@hacettepe.edu.tr)

Öz

Toprak gazı ölçümlerinden, özellikle tektonik hareketlerin izlenmesi, örtülü fay ve kırık hatların ortaya çıkarılması, volkanik faaliyetlerin izlenmesi, doğal gaz, petrol ve jeotermal kaynakların araştırılması gibi jeolojik açıdan farklı konulardaki araştırmalarda yaygın biçimde yararlanılmaktadır.

Toprak gazı ölçümlerinin dayandığı temel prensip, atmosferik gazlar ile derin kabuk ve mantodan gelen gazların jeokimyasal kompozisyonlarının belirgin şekilde farklılık göstermesidir. Derin kabuk ve mantodan kaynaklanan gazlar çoğunlukla daha yüksek oranda helyum (He), radon (Rn), karbondioksit (CO2) ve metan (CH4) gazları içermektedir. Yüzeye çıkışa yakın lokasyonlarda havayla karıştığından, toprak gazlarının bileşiminde genellikle hava ve derin kaynaklı gazların özellikleri birlikte görülebilmektedir. Gazların yüzeye doğru olan bu hareketi, jeodinamik süreçlerle kabuk ve mantodan salınan gazlar arasındaki etkileşimi anlamamızı ve yüzeye çıkış yollarındaki tercihler hakkında bilgi sahibi olmamızı sağlamaktadır. Yüzeyde görünmeyen kırık ve fay hatları çoğunlukla yüksek geçirgenliğe sahip bölgeler olup, derin kökenli gazların yüzeye doğru ulaşmasına olanak sağlayabilmektedir.

Tamamlanmış (No: 111Y090) ve halen yürütülmekte olan (No: 123Y301) TÜBİTAK destekli projeler kapsamında, Hatay Amik Ovası'nın doğusundaki Reyhanlı ve Hamamat ile Osmaniye ve Erzin arasında kalan alanlarda 2024 yılında yapılan toprak gazı ölçümlerinde Düziçi-İskenderun Fay Zonuna ait Osmaniye Segmenti ile Reyhanlı Fayı ve Ölü Deniz Fay Zonuna ait Yesemek Segmentinin devamlılığı araştırılmıştır. Söz konusu çalışmalar devam etmekte olup, mevcut durumda önemli sayılabilecek sonuçlara ulaşılmıştır. Yürütülmekte olan projede şimdiye kadar elde edilen bulgular, daha önceki toprak gazı ölçümleri ile uyumlu olarak, yüksek CO2 akı (Osmaniye için:0.4-57.2 g/m2/gün; Reyhanlı için: 0.4-26.3 g/m2/gün) ve konsantrasyonu (Osmaniye için: 1000-973000 ppm; Reyhanlı için: 1000-33000 ppm) ile yüksek radon değerleri (Osmaniye için:0.02-5.6 KBq/m3 ; Reyhanlı için: 1-69 KBq/m3) veren noktaların, yüzeyde izlenemeyen kırık ve faylarla ilişkili olduğunu işaret etmektedir.

Bu çalışma, Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 21551 nolu proje ve TÜBİTAK 123Y301 nolu proje ile desteklemektedir.

Anahtar Kelimeler: Aktif fay ve kırıklar, CO2 akış, CO2 konsantrasyon, radon, toprak gazı.

Abstract

Soil gas measurements are widely used in geological survey for various purposes, such as monitoring tectonic movements, identifying buried faults and fracture zones, monitoring volcanic activity, exploring natural gas and petroleum, and investigating geothermal resources.

The major principle of soil gas measurements is based on the significant differences in the geochemical compositions of atmospheric gases and gases originating from the deep crust and mantle. Gases sourced from the deep crust and mantle typically contain higher concentrations of helium (He), radon (Rn), carbon dioxide (CO2), and methane (CH4). Near the surface, these gases mix with atmospheric air, resulting in soil gas compositions that often exhibit characteristics of both atmospheric and deep sources. This upward migration of gases provides insights into the interactions between geodynamic processes and gases released from the crust and mantle, as well as information about the preferred pathways to the surface. Fractures and fault zones that are not visible on the surface often represent regions of high permeability, enabling the upward movement of deep-located gases.

As part of completed (No: 111Y090) and ongoing (No: 123Y301) TÜBİTAK-funded projects, soil gas measurements were conducted in 2024 in areas between Reyhanlı and Hamamat, east of the Hatay Amik Plain, as well as between Osmaniye and Erzin. These studies aimed to investigate the continuity of the Osmaniye Segment of Düziçi-İskenderun Fault Zone, the Reyhanlı Fault, and the Yesemek Segment of Dead Sea Fault Zone. The research is ongoing, and significant findings have been achieved so far. The findings obtained so far in the ongoing project indicate that the points with high CO2 flux (for Osmaniye:0.4-57.2 g/m2/day; for Reyhanlı: 0.4-26.3 g/m2/day) and concentration (for Osmaniye: 1000-973000 ppm; for Reyhanlı: 1000-33000 ppm)), as well as high radon values (for Osmaniye:0.02-5.6 KBq/m3 ; for Reyhanlı: 1-69 KBq/m3), are associated with fractures and faults that cannot be traced on the surface, consistent with previous soil gas measurements.

This work has been supported by the Scientific Research Projects Coordination Unit of Hacettepe University under grant number 21551 and by TUBITAK under grant number 123Y301.

Keywords: *Active faults and fractures, CO2 concentration, CO2 flux, radon, soil-gas*

Afyon-Akşehir Grabeni Kenar Faylarının Manyetotellürik ve Gravite Verilerinin Üç-Boyutlu Birleşik Ters Çözümü ile Araştırılması

Investigation of the Margin-bounding Faults of the Afyon-Akşehir Graben Using the Three-Dimensional Joint Inversion of Magnetotelluric and Gravity data

Özcan Özyıldırım (1), Deniz Varıl Süha (2), Can Başaran (1,3), İbrahimTiryakioğlu (4,5), Çağlar Özkaymak (3,4), Ahmet Yıldız (1,3), Özcan Bektaş (6) Doğukan Mert Özcan (7),

(1) Afyon Kocatepe Üniversitesi, Jeotermal ve Maden Kaynakları Uygulama ve Araştırma Merkezi, Afyonkarahisar
(2) İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü
(3) Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar
(4) Afyon Kocatepe Üniversitesi, Deprem Uygulama ve Araştırma Merkezi, Afyonkarahisar
(5) Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar
(6) Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Sivas
(7) Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar
(ozyildirim@aku.edu.tr)

Öz

Batı Anadolu'daki aktif fay sistemleri üzerine birçok araştırma yapılmış olsa da, bu fayların kabuk ölçeğinde derinlikleri ve yer altındaki geometrileriyle ilgili saha çalışmaları oldukça sınırlıdır. Son yıllarda, bölgede graben kenar fayları boyunca meydana gelen yıkıcı depremlerden elde edilen sismik veriler aşağıdaki sonuçları ortaya çıkarmaktadır: (1) normal faylar sismik olarak hâlâ aktiftir, (2) sismojenik zonun derinliği 15 kilometreye kadar ulaşabilmektedir ve (3) bu fayların yer altındaki uzantılarının jeofizik, jeolojik ve jeodezik yöntemlerle ayrıntılı olarak incelenmesi gerekmektedir.

Bu çalışma, Batı Anadolu'daki en önemli sismojenik kuşaklardan biri olan BKB-DGD uzanımlı Afyon-Akşehir grabenine odaklanmaktadır. Proje kapsamında, graben boyunca gridleme yapılarak yaklaşık 200 istasyonda manyetotellürik (MT) verileri ölçülmüştür. Elde edilen MT verileri, MTA Jeofizik Dairesi'nden sağlanan gravite verileriyle birlikte, proje kapsamında geliştirilen üç boyutlu (3B) birleşik ters çözüm algoritmasıyla değerlendirilmiştir. Geliştirilen algoritmada, düzensiz dört yüzlü (tetrahedron) elemanlar kullanılarak sonlu elemanlar yöntemiyle düz çözüm gerçekleştirilmiştir.

Sonuç olarak, Afyon-Akşehir grabeni üzerinde toplanan MT ve gravite verileri kullanılarak yapılan birleşik ters çözümden elde edilen 3B yoğunluk ve özdirenç modelleri, tektonik analizler ve GNSS ölçümleri ile karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlarla bölgedeki diri fayların derinliği, eğimi, geometrisi detaylandırılmış ve bölgenin jeolojik ve jeofizik yapısına dair önemli ipuçları sunulmuştur. Ayrıca, önceki çalışmalardan farklı olarak, deneysel bağıntılar yerine jeofizik modeller girdi olarak kullanılarak bölgedeki fayların güncel kayma hızları, gerinim miktarları ve yönleri hesaplanmıştır. Böylece bölgedeki depremlerin derinlikleri analiz edilerek, graben faylarının Türkiye'nin neotektonik yapısındaki yeri detaylı şekilde ortaya konmuştur.

Bu çalışma TÜBİTAK (# 121Y021) tarafından desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Afyon-Akşehir grabeni, Üç boyutlu fay geometrisi, Gravite, Manyetotellürik, GNSS, Birleşik Ters çözüm

Abstract

Although numerous studies have been conducted on active fault systems in Western Anatolia, field investigations focusing on the crustal-scale depths and subsurface geometries of these faults remain quite limited. In recent years, seismic data obtained from destructive earthquakes occurring along the graben-bounding faults in the region have revealed the following key findings: (1) normal faults are still seismically active, (2) the depth of the seismogenic zone can reach up to 15 kilometers, and (3) the subsurface extensions of these faults need to be examined in detail using geophysical, geological, and geodetic methods.

This study focuses on the Afyon-Akşehir Graben, one of the most significant seismogenic zones in Western Anatolia with a NW-SE orientation. As part of the project, approximately 200 magnetotelluric (MT) measurement stations were established along the graben using a gridding approach. The acquired MT data, together with gravity data obtained from the Geophysics Department of MTA, were analyzed using a three-dimensional (3D) joint inversion algorithm developed within the scope of the project. In the developed algorithm, unstructured tetrahedral elements were employed, and forward solutions were performed using the finite element method.

As a result, 3D density and resistivity models derived from the joint inversion of MT and gravity data collected along the Afyon-Akşehir graben were comparatively evaluated with tectonic analyses and GNSS measurements. The obtained results provided detailed insights into the depth, dip, and geometry of active faults in the region, offering significant clues about the geological and geophysical structure of the area. Additionally, unlike previous studies, instead of using empirical relationships, geophysical models were utilized as inputs to calculate the present-day slip rates, strain magnitudes, and orientations of faults in the region. Thus, by analyzing the depths of earthquakes in the area, the significance of the graben-bounding faults within the neotectonic framework of Turkey has been comprehensively revealed.

This study was supported by TÜBİTAK (# 121Y021).

Keywords: *Afyon-Akşehir graben, Three-dimensional fault geometry, Gravity, Magnetotelluric, GNSS, Joint inversion*

Dinar Fay Zonu'nun Uzun Dönem Sismik Etkinliğinin Yersel LIDAR ve Kozmojenik 36Cl İzotopu ile Belirlenmesi (Batı Anadolu)

Determination of Long-Term Seismic Activity of Dinar Fault Zone via Terrestrial LIDAR and Cosmogenic 36Cl Isotope (Western Anatolia)

Erman Özsayın (1), Mehmet Akif Sarıkaya (2), Serkan Üner (3), Alaettin Tuncer (1), Bahadır Seçen (4), Levent Bayram (1) Uğur Avdan (5), Resul Çömert (5)

(1) Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü TR06800 Beytepe Ankara / Türkiye
(2) İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü 34469 Ayazağa İstanbul / Türkiye
(3) Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü TR65080 Tuşba Van / Türkiye
(4) Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü TR06800 Beytepe Ankara / Türkiye
(5) Eskişehir Teknik Üniversitesi, Yer ve Uzay Bilimleri Enstitüsü TR26555 Tepebaşı Eskişehir / Türkiye
(eozsayin@hacettepe.edu.tr)

Öz

Batı Anadolu Bölgesi, farklı doğrultularda gelişmiş ve aktif faylarla kontrol edilen birçok grabene ev sahipliği yapmaktadır. Bu çöküntü alanlarının en önemlilerinden biri de Dinar Yarı Grabeni'dir. Yarı grabenin kuzeydoğu kenarı, Çivril (Denizli) ile Keçiborlu (Isparta) arasında uzanan 65 km uzunluğundaki Dinar Fay Zonu (DFZ) ile kontrol edilmektedir.

DFZ, güneybatıya/güneye eğimli normal faylarla temsil edilen Işıklı, Gümüşsu, Kızıllı ve Dikici segmentlerinden oluşmaktadır. Bu segmentler; Paleozoyik metamorfikleri, Triyas-Jura rekristalize kireçtaşları, Kretase ofiyolitik melanjı, Eosen denizel kırıntılı ve karbonatları, Oligosen karasal kırıntılıları ve Miyosen-Pliyosen gölsel çökellerinden oluşan temel kayaçlar ile Kuvaterner yaşlı alüvyal çökelleri yan yana getirmektedir.

DFZ'de aletsel dönemdeki en önemli sismik etkinlik Kızıllı Segmenti üzerinde meydana gelen Ms: 6.1 büyüklüğündeki 1 Ekim 1995 Dinar Depremi'dir. Öncel çalışmalar, bu segment üzerinde yoğunlaşmış olup, fay zonunun uzun dönemli davranışına ilişkin nicel kayıtlar sunamamaktadır. Bundan dolayı bu çalışma, DFZ'nin iki uç noktasında yer alan Işıklı ve Dikici segmentlerinin uzun dönemli sismik davranışını yersel LIDAR ve kozmojenik 36Cl izotopu yardımıyla değerlendirmeyi ve öncel çalışmalarla karşılaştırmayı amaçlamaktadır.

Bu bağlamda, Işıklı ve Dikici segmentleri üzerinde, Triyas-Jura yaşlı kireçtaşlarındaki fay düzlemleri yersel LIDAR ile taranmış ve kozmojenik 36Cl İzotopu çalışmaları için örneklenmiştir. Bulgular; Işıklı Segmenti'nin düşük atımlı ancak daha sık, buna karşın Dikici Segmenti'nin daha yüksek atımlı ancak daha seyrek sismik etkinlik gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Bu çalışma 121Y273 nolu TÜBİTAK (1001) projesi tarafından desteklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Batı Anadolu Bölgesi, Dinar Fay Zonu, Kozmojenik 36Cl izotopu, sismik etkinlik, yersel LIDAR.

Abstract

The Western Anatolia Province hosts numerous grabens, each forming in distinctive orientations and shaped by active faults. Among these depressions, the Dinar Half Graben stands out as one of the most significant. Its northeastern boundary is controlled by the 65 km-long Dinar Fault Zone (DFZ), which extends between Çivril (Denizli) and Keçiborlu (Isparta).

The DFZ consists of Işıklı, Gümüşsu, Kızıllı and Dikici segments represented by southwest/south dipping normal faults. These segments bring together Paleozoic metamorphics, Triassic-Jurassic recrystallized limestones, Cretaceous ophiolitic mélange, Eocene marine clastics and carbonates, Oligocene terrestrial clastics and Miocene-Pliocene lacustrine sediments with Quaternary alluvial deposits.

The most significant seismic event recorded during the instrumental period in the DFZ is the Dinar Earthquake (Ms: 6.1) that struck the Kızıllı Segment on October 1, 1995. While earlier studies have focused on this segment, they cannot provide quantitative insights into the fault zone's long-term behavior. Therefore, this study aims to evaluate the long-term seismic behavior of the Işıklı and Dikici segments, located at the two ends of the DFZ, by using terrestrial LIDAR and cosmogenic 36Cl isotope, and to compare them with previous studies.

In this context, fault planes in Triassic-Jurassic limestones on Işıklı and Dikici segments were scanned with terrestrial LIDAR and sampled for cosmogenic 36Cl isotope studies. Findings reveal that Işıklı Segment shows low-slip but more frequent seismic activity, whereas Dikici Segment shows higher-slip but less frequent seismic activity.

This work is supported by TUBITAK (1001) project 121Y273.

Keywords: *Cosmogenic 36Cl isotope, Dinar Fault Zone, seismic activity, terrestrial LIDAR, Western Anatolia Province.*

Cizre Fayı'nın Yüzey Deformasyon Süreçlerinin Kozmojenik Cl-36 ile Belirlenmesi

Determination of Surface Deformation Processes of the Cizre Fault Using Cosmogenic Cl36

Bahadır Seçen (1,2), Taylan Sançar (3), Mehmet Akif Sarıkaya (4), Klaus Wilcken (5)

(1) Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 06800 Ankara, Türkiye
(2) Institute of Earth Sciences, University of Silesia, Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec, Poland
(3) Munzur Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Tunceli, Türkiye
(4) İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü 34469 Ayazağa İstanbul, Türkiye
(5) Australian Nuclear Science and Technology Organisation Sydney, New South Wales, Australia
(bahadir.secen@hacettepe.edu.tr)

Öz

Cizre Fayı, Türkiye'nin güneydoğusunda, Arabistan ve Avrasya levhalarının çarpışma kuşağında yer alan aktif bir tektonik yapıdır. Sıkışma tektoniğinin etkisiyle şekillenen bu fay hem jeolojik hem de morfolojik açıdan büyük öneme sahiptir. Fay çevresinde, Paleozoyik'ten Kuvaterner'e kadar farklı litolojik birimler gözlenmekte olup, güney blokta Neojen yaşlı konglomeralar ve kumtaşları, kuzey blokta ise Paleojen yaşlı karbonat ve kırıntılı kayaçlar yer alır. Bu stratigrafik ayrım, fay boyunca gelişen bindirme hareketlerini açık bir şekilde yansıtmaktadır ve harita üzerinde net bir şekilde izlenebilmektedir.

Bölge, sıkışma tektoniği ve neotektonik süreçlerle şekillenmiştir. Kızılsu Deresi ve çevresindeki taraçalar, bu tektonik süreçlerin zaman içindeki evrimine ışık tutan önemli jeomorfolojik kayıtlar sunmaktadır. Bu çalışmada, Cizre Fayı'nın kontrol ettiği alanlarda topoğrafik analizler ve yüzey yaşlandırma yöntemleri kullanılarak yüzey yükselim hızları ve fayın bölgesel morfolojik etkileri incelenmiştir.

Arazi çalışmaları kapsamında, Kızılsu Deresi boyunca yer alan taraçalar detaylı bir şekilde analiz edilmiştir. Faya uzak (kuzey) ve faya yakın (güney) taraçalar ile güncel dere seviyesi arasındaki kot farkları sırasıyla 18 m ve 20 m olarak ölçülmüştür. Taraçaların yüzey yaşları kuzeyde 7-11 bin yıl, güneyde ise 16-39 bin yıl arasında değişmektedir. Bu yüzey yaşlandırma çalışmaları sırasında kozmojenik Cl-36 izotop analizleri kullanılmış ve taraçaların oluşum süreçlerine dair kritik bilgiler elde edilmiştir.

Elde edilen bulgular, kuzey taraçalarının maksimum ve ortalama yükselim hızlarının güney taraçalara göre 2-3 kat daha fazla olduğunu göstermiştir. Bu farklılık, Cizre Fayı'nın kinematik özelliklerinin ve yüzey deformasyon süreçlerinin daha ayrıntılı incelenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, farklı segmentlerdeki paleosismolojik kayıtların detaylı bir şekilde incelenmesi, kayma hızlarının zamansal değişimlerinin belirlenmesi ve morfolojik farklılıkların dinamik süreçlerle ilişkilendirilmesi, fayın tektonik karakterine yönelik daha kapsamlı bir anlayış sağlayacaktır.

Sonuç olarak, Cizre Fayı, bölgenin morfolojik yapısını şekillendiren ve jeomorfolojik süreçleri yönlendiren aktif bir tektonik sistemdir. Bu çalışma, fayın yüzey yükselimine olan etkilerini ve deprem potansiyelini anlamaya yönelik önemli veriler sunmakta, gelecekteki araştırmalar için de bir temel oluşturmaktadır.

Bu çalışma TÜBİTAK 121R013 numaralı proje desteğiyle gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Cizre Fayı, Kozmojenik 36Cl, Tektonik jeomorfoloji, Yüzey yükselim hızları, Paleosismoloji,

Abstract

The Cizre Fault is an active tectonic structure located in southeastern Turkey, along the collision zone between the Arabian and Eurasian plates. Shaped by compressional tectonics, this fault is of significant geological and morphological importance. Around the fault zone, various lithological units ranging from the Paleozoic to the Quaternary are observed; Neogene-aged conglomerates and sandstones are present in the southern block, while Paleogene-aged carbonates and clastic rocks are found in the northern block. This stratigraphic distinction clearly reflects the thrusting movements along the fault and can be distinctly traced on geological maps.

The region is shaped by compressional tectonics and neotectonic processes. The terraces along the Kızılsu River and its surroundings provide crucial geomorphological records that shed light on the evolution of these tectonic processes over time. In this study, topographic analyses and surface dating methods were employed to investigate the surface uplift rates and the regional morphological impacts associated with the Cizre Fault.

As part of the fieldwork, detailed analyses were conducted on the terraces along the Kızılsu River. The elevation differences between terraces located farther from (north) and closer to (south) the fault, as well as the current river level, were measured to be 18 meters and 20 meters, respectively. The surface ages of the terraces vary between 7-11 thousand years in the north and 16-39 thousand years in the south. During these surface dating studies, cosmogenic Cl-36 isotope analyses were applied, providing critical insights into the formation processes and timescales of the terraces.

The findings indicate that the maximum and average uplift rates of the northern terraces are 2-3 times higher than those of the southern terraces. This disparity suggests the need for a more detailed examination of the kinematic characteristics of the Cizre Fault and its surface deformation processes. In this context, a detailed analysis of paleoseismological records in different fault segments, the assessment of temporal variations in slip rates, and the correlation of morphological differences with dynamic processes will contribute to a more comprehensive understanding of the fault's tectonic behavior.

In conclusion, the Cizre Fault is an active tectonic system that shapes the region's morphological structure and directs geomorphological processes. This study provides critical data on the fault's impact on surface uplift and earthquake potential, establishing a foundation for future research.

This study was conducted with the support of the TÜBİTAK project No. 121R013.

Keywords: *Cizre Fault, Cosmogenic 36Cl, Tectonic geomorphology, Surface uplift rates, Paleoseismology*

Bitlis Kıvrım Bindirme Kuşağı: Tektonik Güçlerin ve Buzul Süreçlerinin Yüzeydeki Etkileşimi

Bitlis Fold and Thrust Belt: Interaction of Tectonic Forces and Glacial Processes

Taylan Sançar (1), Mehmet Akif Sarıkaya (2), Volkan Karabacak (3), Klaus Wilcken (4), Bahadır Seçen (5), Taner Tekin (6)

(1) Munzur Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, 62000 Tunceli, Türkiye
(2) İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü 34469 İstanbul, Türkiye
(3) Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 26780 Eskişehir, Türkiye
(4) Australian Nuclear Science and Technology Organisation, NSW 2234, Australia
(5) Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 06800 Ankara, Türkiye
(6) Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisiği Bölümü, 06800 Ankara, Türkiye
(tsancar@munzur.edu.tr)

Öz

Bu çalışma, Bitlis Kıvrım Bindirme Kuşağı'nın kuzey kesiminde gerçekleşen deformasyon hızlarını nicel olarak belirlemeyi ve bu deformasyonun olası nedenlerini sorgulamayı amaçlamaktadır. Özellikle Van Gölü'nün güneyindeki drenaj havzalarında gerçekleştirilen morfometrik ve tektonik analizlerle, aktif tektonik süreçlerin, geçmiş buzullaşmaların ve uzun dönemli iklim değişimlerinin bölgedeki topoğrafya ve deformasyon hızları üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Ayrıca, akarsu taraçaları ve alüvyal yelpazelerde yapılan kozmojenik 36Cl izotopu tarihleme analizleri, deformasyon hızlarının nicel olarak hesaplanmasını sağlamıştır. Bitlis Kıvrım Bindirme Kuşağı, sıkışma tektoniği ve geçmiş buzul süreçlerinin etkisiyle karmaşık bir topoğrafya sunmaktadır. Araştırmada, hipsometrik eğri, konkavlık indeksi, T-faktör ve χ metriği gibi morfometrik parametreler kullanılmış; drenaj sistemlerinin erozyon ve deformasyona nasıl tepki verdiği detaylı bir şekilde incelenmiştir. Van Gölü'nün güneyinde tespit edilen U-şekilli vadiler ve yüksek konkavlık değerleri, buzul süreçlerinin ve tektonik yükselimlerin drenaj ağları üzerinde derin bir iz bıraktığını ortaya koymaktadır. Drenaj bölümü göçü ve yüzey şekillenme dinamiklerine ilişkin analizler, deformasyon süreçlerinin yalnızca tektonik kuvvetlerle değil, aynı zamanda Pleyistosen dönemi buzullaşmaları gibi çevresel faktörlerle şekillendiğini göstermektedir. Araştırma bulguları, buzulların çekilmesi sonrası meydana gelen buzul izostatik dengelenme (glacial isostatic adjustment, GIA) süreçlerinin bölgedeki topoğrafik şekillenmede dolaylı bir rol oynadığını işaret etmektedir. Özellikle, yüzey yükselim hızlarının zamansal olarak artış göstermesi, bu izostatik süreçlerin etkisinin hala devam ettiğini düşündürmektedir. GIA süreçlerinin, drenaj ağlarının yeniden şekillenmesi ve akarsu taraçalarının zamansal ve mekânsal dağılımında kritik bir faktör olduğu değerlendirilmektedir. Çalışmada hesaplanan deformasyon hızları, maksimum yükselim hızlarının 0,5 mm/yıl ile 7,5 mm/yıl, ortalama yükselim hızlarının ise 1 mm/yıl ile 11 mm/yıl arasında değiştiğini ortaya koymaktadır. Özellikle son dönem taraçalarında gözlenen daha yüksek yükselim hızları, deformasyonun hem zamansal hem de mekânsal olarak farklılık gösterdiğini kanıtlamaktadır. Bu durum, bölgenin hem aktif tektonik aktiviteler hem de çevresel süreçler tarafından şekillendirilen karmaşık bir sistem olduğunu ortaya koymaktadır. Sonuç olarak, Bitlis-Zagros Kıvrım Bindirme Kuşağı, sıkışma tektoniği ile buzul sonrası süreçlerin birlikte etkili olduğu dinamik bir tektonik bölge olarak öne çıkmaktadır. Bu çalışma, bölgedeki taraçaların stratigrafik ve yapısal özelliklerini inceleyerek, kıvrım-bindirme kuşağının yüzey şekillenmesine olan etkilerini ve uzun dönemli jeomorfolojik evrimini anlamaya önemli katkılar sunmaktadır. Araştırma bulguları, yalnızca bu bölge için değil, aktif tektonik ve paleobuzul süreçlerin birlikte çalıştığı diğer alanlara yönelik gelecekteki araştırmalara da ışık tutacak niteliktedir. Bu sonuçlar, bölgedeki jeolojik risklerin değerlendirilmesi ve iklim değişikliklerinin yorumlanması açısından da kritik bir referans oluşturmaktadır.

Bu çalışma TÜBİTAK 121R013 numaralı proje desteğiyle gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bitlis kıvrım bindirme kuşağı, Buzul izostatik dengelenme, Deformasyon hızı, Morfometrik analizler

Abstract

This study aims to quantitatively determine the deformation rates in the northern part of the Bitlis Fold and Thrust Belt and to question the possible causes of this deformation. Through morphometric and tectonic analyses conducted particularly in the drainage basins south of Lake Van, the impacts of active tectonic processes, past glaciations, and long-term climatic changes on the region's topography and deformation rates were evaluated. In addition, cosmogenic 36Cl isotope dating analyses performed on fluvial terraces and alluvial fans enabled the quantitative calculation of deformation rates. The Bitlis Fold and Thrust Belt presents a complex topography shaped by compressional tectonics and past glacial processes. In this research, morphometric parameters such as hypsometric curves, concavity index, T-index, and χ-metrics were utilized to analyze how drainage systems respond to erosion and deformation. U-shaped valleys and high concavity values identified in the drainage basins south of Lake Van highlight the profound influence of glacial processes and tectonic uplift on drainage networks. Analyses of drainage divide migration and surface shaping dynamics indicate that deformation processes are governed not only by tectonic forces but also by environmental factors such as Pleistocene glaciations. The findings suggest that glacial isostatic adjustment (GIA) processes, which occurred following glacial retreat, played an indirect role in shaping the regional topography. Notably, the temporal increase in surface uplift rates is interpreted as evidence that these isostatic processes are still ongoing. GIA is also considered a critical factor in the reshaping of drainage networks and the temporal and spatial distribution of fluvial terraces. The calculated deformation rates reveal maximum uplift rates ranging from 0.5 mm/year to 7.5 mm/year and average uplift rates between 1 mm/year and 11 mm/year. The higher uplift rates observed in the more recent terraces demonstrate that deformation varies both temporally and spatially. This indicates the presence of a complex system shaped by the combined influence of active tectonic activities and environmental processes. In conclusion, the Bitlis-Zagros Fold and Thrust Belt stands out as a dynamic tectonic region shaped by the interplay between compressional tectonics and post-glacial processes. This study contributes significantly to understanding the effects of the fold-and-thrust belt on surface evolution and long-term geomorphological development by examining the stratigraphic and structural characteristics of the terraces. The findings not only provide critical insights into this region but also offer a reference framework for future studies in other areas where active tectonics and paleoglacial processes interact. These results are also pivotal for assessing geological risks and interpreting the implications of climate changes in the region.

This study was conducted with the support of the TÜBİTAK project No. 121R013.

Keywords: *Bitlis fold and thrust belt, Glacial isostatic adjustment Deformation rate, Morphometric analysis*

Sabırlı Fayı'nın Sismik Potansiyeli ve Paleosismolojisi (İliç, Erzincan)

Seismic Potential and Paleoseismology of Sabırlı Fault (İliç, Erzincan)

Erdin Bozkurt (1), Nuretdin Kaymakcı (1,2), Bora Uzel (3), Arda Özacar (1), Ulaş Avşar (1), Mehmet Korhan Erturaç (4), Eren Şahiner (5)

(1) Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800 Ankara, Türkiye
(2) Institute of Rock Structure and Mechanics of the Czech Academy of Science V Holesovickach 94/41 182 09, Prague 8, Czech Republic
(3) Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 35160 İzmir, Türkiye
(4) Gebze Teknik Üniversitesi, Yer ve Deniz Bilimleri Enstitüsü, Gebze, 41400 Kocaeli, Türkiye
(5) Ankara Üniversitesi, Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi (YEBİM), Gölbaşı, 06830 Ankara, Türkiye
(erdin@metu.edu.tr)

Öz

Sabırlı fayı, İliç (Erzincan) civarında sağ yanal doğrultu atıma sahip KKB-GGD doğrultulu bir yapıdır. Türkiye Diri Fay haritalarında Holosen aktif fayı olarak sınıflandırılmasına rağmen, fayın geometrisini, yapısal özelliklerini ve sismik potansiyelini değerlendirilen bir araştırma henüz literatüre kazandırılmamıştır. Dolayısıyla yüksek çözünürlüklü haritalama, paleosismolojik hendek çalışmaları ve sismisite analizleri ile Sabırlı fayının değerlendirmesi hedeflemiştir.

Fayın konumu, uydu görüntüleri, insansız hava aracı (İHA) ile elde edilen yüksek çözünürlüklü görüntüler ve sayısal yükselti modelleri (DEM) kullanılarak detaylı haritalanmıştır. Fayın geçmişteki sismik aktivitesini incelemek amacıyla beş adet paleosismolojik hendek açılmış, hendeklerden elde edilen örnekler üzerinde 31 adet Radyokarbon (14C) ve 5 adet Optik Uyarımlı Lüminesans (OSL) tarihlendirmesi yapılmıştır. Ancak OSL sonuçları, 14C tarihleriyle tutarsızlık göstermiş, bazı katmanlarda 18600 yıla kadar varan yaş farklılıkları tespit edilmiştir. Bu nedenle, paleosismolojik yorumlar radyokarbon tarihlendirmeye dayandırılmıştır.

Sabırlı-2, Sabırlı-3 ve Sabırlı-5 hendekleri doğrudan fay üzerinde açılmış olup, Sabırlı-2 hendeği kazı sonrası çökmüştür. Sabırlı-3 ve Sabırlı-5 hendeklerindeki radyokarbon tarihlendirmeleri, son 2200 yıl içinde yüzey kırığı üreten bir depremin meydana gelmediğini göstermektedir. Ayrıca, Sabırlı-1 ve Sabırlı-4 hendekleri, fayın asılı bloku üzerinde açılmış ve bu hendeklerde en az 2900 yıllık bir sedimanter kayıt bulunmasına rağmen, bu kayıt Holosen'in tamamını kapsamadığı için fayın Holosen süresince aktif olup olmadığı kesin olarak belirlenememiştir.

Aletsel dönem sismisite kayıtları, Sabırlı fayı yakın civarında sadece birkaç küçük deprem (M < 4) deprem olduğunu göstermektedir. Tarihsel dönemde burada büyük bir deprem meydana geldiğine dair herhangi bir kayıt bulunmamaktadır. Ancak, bölgesel odak mekanizması çözümleri, Sabırlı fayı'nın günümüzdeki sağ yanal doğrultu atımlı stres rejimi ile uyumlu olduğunu göstermektedir.

Son 2900 yıl içinde yüzey kırılmasına neden olabilecek büyüklükte depremlerin mevcudiyetine dair herhangi bir veri bulunmamasına rağmen, Sabırlı Fayı'nın Holosen döneminde aktif olup olmadığı henüz net değildir.

Bu çalışma, Sabırlı fayı'nın yapısal özellikleri ve sismik potansiyeli hakkında önemli jeolojik ve paleosismolojik veriler sunarak, Doğu Anadolu'nun aktif tektoniğinin daha ayrıntılı bir şekilde anlaşılması çalışmalarına önemli veri sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Paleosismoloji, Sabırlı fayı, C14 tarihlendirme, Sismik Aktivite, Yüksek Çözünürlüklü Görüntüler

Abstract

Sabırlı fault, a NNW-SSE-trending dextral strike-slip fault, is a significant structural feature in the İliç district of Erzincan Province, Türkiye. Despite being classified as a Holocene Active Fault in Active Fault Map of Türkiye, there is no study about its geometry, structural characteristics, and seismic potential. Therefore, it is aimed to study the characteristics of the fault through high-resolution mapping, paleoseismological trenching, and seismicity analysis.

The fault trace was mapped in detailed using high-resolution satellite and drone imagery along with digital elevation models (DEMs). Five paleoseismological trenches were excavated to investigate past seismic activity, and Radiocarbon (14C) and Optically Stimulated Luminescence (OSL) dating were applied to constrain the timing of the deformation. Five OSL results are however inconsistent with thirty-one 14C dates, with discrepancies reaching 18600 years, necessitating reliance on radiocarbon dating for interpretations.

Three trenches (Sabırlı-2, Sabırlı-3, and Sabırlı-5) were excavated directly over the fault, with Sabırlı-2 collapsing post-excavation. Radiocarbon dating of undisturbed sediments in Sabırlı-3 and Sabırlı-5 indicates no surface-rupturing earthquakes in the past 2200 years. Two additional trenches, Sabırlı-1 and Sabırlı-4, were excavated in the hanging-wall deposits to assess secondary deformation features. The sedimentary record spans at least 2900 years, but does not cover the entire Holocene, limiting definitive conclusions on the Holocene activity of the fault.

Instrumental seismic records reveal only few small magnitude (M < 4) earthquakes in the region, and no historical earthquakes have been documented along the Sabırlı fault. However, regional focal mechanisms suggest it is compatible with the current dextral stress regime.

Given the lack of evidence for surface-rupturing earthquakes in the last 2900 years, the Holocene activity of the Sabırlı fault remains inconclusive.

This study contributes valuable geological and paleoseismological data, offering a refined understanding of the Sabırlı fault's structural characteristics and seismic potential within the tectonic framework of Eastern Anatolia.

Keywords: Paleoseismology, Sabırlı Fault, C14 dating, Seismic Activity, High Resolution Imagery

Çoklu Levha Etkileşimlerinin Litosferik Dinamikleri ve 2023 Kahramanmaraş Depremleriyle İlişkileri Üzerine Kapsamlı Bir Jeofizik Çalışması: Bölüm I: Manyetotellürik Ön Sonuçlar

A Comprehensive Geophysical Study on the Lithospheric Dynamics of Multi-Plate Interactions and Their Relations with the 2023 Kahramanmaraş (Türkiye) Earthquakes: Part I: Magnetotelluric Preliminary Results

Özcan Özyıldırım (1), Ahmet Yıldız (1,2) Metin Bağcı (1,2) Deniz Varılsüha (3), Ümit Avşar (3), Gökhan Karcıoğlu (4), Yangfan Deng (5), Xin Lı (5), Zhou Zhang (5)

(1) Afyon Kocatepe Üniversitesi, Jeotermal ve Maden Kaynakları Uygulama ve Araştırma Merkezi (JUAM)
(2)Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü
(3)İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü
(4)İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Jeofizik Mühendisliği Bölümü
(5)Guangzhou Jeokimya Enstitüsü, Çin Bilimler Akademisi
(ayildiz@aku.edu.tr)

Öz

Şubat 2023 depremlerinin yaşandığı Kahramanmaraş ve Gaziantep illerini kapsayan çalışma alanının da içinde bulunduğu Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Geç Senozoyik boyunca Arap-Afrika ile Avrasya plakaların nispi hareketinden önemli oranda etkilenmiştir. Arap Plakası'nın kuzeye doğru hareketi Anadolu Bloğu'nun Kuzey Anadolu (KAF) ve Doğu Anadolu Fayı (DAF) boyunca batıya hareket etmesine neden olmaktadır. Depremler sonrası bölgede yapılan çalışmalar, depremlerin Doğu Anadolu Fayı (DAF) ile Ölü Deniz Fayı (ÖDF)'nın segmentleriyle ilişkili olarak meydana geldiğini göstermiştir.

Bu çalışma, Şubat 2023 depremlerinin yaşandığı Kahramanmaraş ve Gaziantep illerinde manyetotellürik (MT) veriler yardımıyla depreme neden olan litosferik deformasyonu kontrol eden levha hareketlerini ve bölgedeki depremlerin oluşum mekanizmasını belirlemeyi amaçlamaktadır. Bölgenin derin iletkenlik yapısını ortaya koymak için MT cihazları sahada 24-96 saat boyunca ölçüm yapmıştır.

MT verileri ön veri-işlemleri yapılarak 2 boyutlu (2B) ve 3 boyutlu (3B) ters çözüm ile belirlenen doğrultular boyunca özdirenç kesitleri elde edilmiştir. 2B ters çözümde Özyıldırım vd. (2017) tarafından geliştirilen algoritma, 3B ters çözümde ise Varılsuha (2020) tarafından geliştirilen algoritma kullanılmıştır. MT verileriyle elde edilen 2B ve 3B özdirenç modelleri üzerinde Şubat 2023 depremlerinin odak noktalarıyla Doğu Anadolu Fay Zonu arasındaki ilişkiyi, Anadolu-Arap plakaları dinamiğini ve litosfer-üst manto geçişini gösteren bulgulara ulaşılmıştır. Böylece, 2023 Türkiye depremi ve büyük ölçekli kıta içi depremlerin oluşumuna ilişkin değerli bilgiler elde edilmiştir.

Bu çalışma TÜBİTAK (# 123N617) tarafından desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Deprem, Jeofizik, Manyetotellürik, Kahramanmaraş, Üç-boyutlu ters çözüm

Abstract

The Southeastern Anatolia Region, including the study area covering the provinces of Kahramanmaraş and Gaziantep where the February 2023 earthquakes occurred, has been significantly influenced by the relative movement of the Arabian-African and Eurasian plates throughout the Late Cenozoic. The northward movement of the Arabian Plate has caused the Anatolian Block to move westward along the North Anatolian Fault (NAF) and the East Anatolian Fault (EAF). Post-earthquake studies in the region indicate that the earthquake occurred in connection with segments of the East Anatolian Fault (EAF) and the Dead Sea Fault (DSF).

This study aims to determine the plate movements controlling lithospheric deformation and the formation mechanisms of earthquakes in Kahramanmaraş and Gaziantep using magnetotelluric (MT) data. MT devices measured for 24-96 hours in the field to reveal the deep conductivity structure of the region.

The MT data were pre-processed, and resistivity sections were obtained along the specified directions using 2D and 3D inversion. In the 2D inversion, the algorithm developed by Özyıldırım et al. (2017) was used, while in the 3D inversion, the algorithm developed by Varılsuha (2020) was applied. The 2D and 3D resistivity models obtained from MT data reveal the relationship between the earthquake focal points and the East Anatolian Fault Zone, the Anatolian-Arabian plate dynamics, and the lithosphere-upper mantle transition. Thus, valuable insights on the occurrence of the 2023 Türkiye earthquake and similar intra-continental strong earthquakes were obtained.

This study was supported by TÜBİTAK *(# 123N617).*

Keywords: *Earthquake, Geophysics, Magnetotelluric, Kahramanmaraş, Three-dimensional inversion*

Kıt'asal Doğrultu Atımlı Fayların Mekânsal ve Zamansal Davranışı: Gobi-Altay Makaslama Zonu (Moğolistan)

Spatio-temporal behaviour of continental strike-slip faults: The Gobi-Altai Shear Zone (Mongolia)

Cengiz Zabcı (1,2), Havva Neslihan Kıray Canik (1), Gürsel Sunal (1,2), Nyambayar Tsend-Ayush (3), M. Korhan Erturaç (4), Davaasambuu Battogtokh (3), Boldbaatar Ganbaatar (3), Dolgoon Ayush (3), Ali Akın (1), Sinan O. Akçiz (5), Ulziibat Munkhuu (3)

(1) İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Müh. Bölümü 34467 Maslak Sarıyer, İstanbul Türkiye
(2)İstanbul Teknik Üniversitesi, T. İş Bankası Marmara Aktif Fay Tehlike ve Risk Uygulama ve Araştırma Merkezi, 34667 Maslak Sarıyer, İstanbul Türkiye
(3) Institute of Astronomy and Geophysics, Mongolian Academy of Sciences, Ulaanbaatar, Moğolistan
(4) Gebze Teknik Üniversitesi, Yer ve Deniz Bilimleri Enstitüsü, 41400 Gebze, Kocaeli Türkiye
(5) California State University, Fullerton, Department of Geological Sciences, 92831 CA, USA
(zabci@itu.edu.tr)

Öz

Kıt'alar, okyanus levhalarından farklı olarak, deformasyonun geniş alanlara yayıldığı ve birçok tektonik yapı arasında paylaşıldığı zonlara sahiptir. Hindistan ve Avrasya levhalarının çarpışması sonucunda Asya Kıt'ası içinde yaklaşık 3000 km genişliğinde bir deformasyon alanı oluşmuştur. Güneyde Himalayalar'dan başlayıp kuzeyde Baykal Gölü'ne kadar uzanan bu bölgedeki tektonik yapıların toplam yamulmayı nasıl ve hangi oranlarda üstlendiği ile aralarındaki dinamik ve kinematik etkileşim, günümüzde yerbilimlerinin hâlâ tartışmalı konuları arasındadır.

Bu bağlamda, TÜBİTAK ve Moğol Bilim Akademisi tarafından uluslararası ikili iş birliği kapsamında desteklenen 119Y643 numaralı proje, Moğolistan'daki Gobi-Altay Makaslama Zonu'nun aktif kıt'asal deformasyon üzerindeki rolünü amaçlar. Yaklaşık 800 km uzunluğa ve 200 km genişliğe sahip bu sol yanal makaslama zonu, Bulnay Fayı ve Altay Makaslama Zonu ile birlikte bölgedeki üç ana aktif tektonik yapıyı oluşturur. Bölgenin sismik geçmişine bakıldığında, zonun doğu kısmında meydana gelen 1957 Gobi-Altay Depremi (Mw 8,1), 20. yüzyıl içinde Moğolistan'da M>8'den büyük dört olaydan sonuncusudur.

Moğolistan'daki ana tektonik yapılar arasındaki etkileşimi ve Gobi-Altay Makaslama Zonu'nun batı segmentlerindeki deformasyon dağılımını daha iyi anlamak amacıyla Batı Bogd (BBF) ve Göller Vadisi (GVF) fayları üzerinde paleosismolojik hendek ve jeolojik kayma hızı çalışmaları gerçekleştirilmiştir. BBF'de, Bor Gol ve Chandmani bölgelerinde açılan hendeklerin ilk bulguları, sırasıyla üç (olası dört) ve iki (olası üç) eski yüzey faylanma olayına işaret etmektedir. GVF üzerinde ise Bin Pınar mevkiinde açılan hendekte en az iki eski depremin izine rastlanmıştır. Ayrıca, GVF boyunca bir, BBF'de ise iki lokasyonda flüvyal yüzeyler üzerinde birikimli atım ölçümleri yapılmış ve kayma hızlarını belirlemek amacıyla bu ötelenmiş yapılar Optik Uyarımlı Işınım (OSL) yaşlandırma yönetime uygun olarak örneklenmiştir. Elde edilen ilksel yaş sonuçlar ve diğer çalışmalara göre; BBF üzerinde meydana gelen son üç deprem için ortalama olay arası zaman ~2500 yıl iken, GVF üzerinde meydana gelen depremler çok daha geniş bir zaman aralığına sahiptir. Bu sonuçlara ek olarak, benzer morfojenetik koşullar altında BBF'nin GVF'ye göre daha baskın morfotektonik izinin olması, Gobi-Altay Makaslama Zonu içerisinde en azından son 10 bin yıldır, toplam yamulma bütçesinden BBF'nin daha yüksek paya sahip olduğu anlaşılır. Bu geniş deformasyon zonunda yamulma paylaşımının mekân ve zamana göre değişim gösterip göstermediği, daha geniş zaman aralığını kapsayan çalışmaların sayısının artması ile daha iyi anlaşılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Orta Asya, kıt'asal deformasyon, Gobi-Altay Makaslama Zonu, deprem

Abstract

In contrast to their oceanic counterparts, continental plates exhibit deformation patterns that are distributed over extensive areas and shared among numerous tectonic structures. A notable example of this phenomenon is the deformation zone within the Asian continent, which was formed as a result of the collision of the Indian and Eurasian plates. This deformation zone, measuring approximately 3000 km in width, is a testament to the complex tectonic interactions that occur within the region. The dynamic and kinematic interaction between the tectonic structures in this region, which extends from the Himalayas in the south to Lake Baikal in the north, remain among the most controversial topics in continental tectonics.

In this context, we aim to ascertain the role of the Gobi-Altai Shear Zone in Mongolia on active continental deformation of Central Asia within the project 119Y643, supported by TUBITAK and the Mongolian Academy of Sciences. This sinistral shear zone, with an approximate length and width of 800 and 200 km respectively, constitutes one of the three primary active tectonic structures in the region, along with the Bulnai Fault and the Altai Shear Zone. A review of the seismic history of the region reveals that the 1957 Gobi-Altai Earthquake (Mw 8.1), which occurred in the eastern part of the zone, was the last of four major events with magnitude greater than 8 in Mongolia in the 20th century.

In order to better understand the interaction between the main tectonic structures in Mongolia and the deformation distribution in the western segments of the Gobi-Altai Shear Zone, palaeoseismological trench and geological slip rate studies were carried out on the Western Bogd (WBF) and Valley of Lakes (VOLF) faults. On the WBF, preliminary findings from trenches excavated at the Bor Gol and Chandmani regions indicate three (possible four) and two (possible three) palaeo- surface faulting events, respectively. On the VOLF, traces of at least two palaeoevents were found in the trench excavated at the One Thousand Springs Region. In addition, cumulative displacement measurements were measured on fluvial surfaces at one location along the VOLF and two locations on the WBF, and these offset features were sampled in accordance with the Optical Stimulated Luminescence (OSL) dating method to determine slip rates. In the light of the preliminary dating results and previous studies, the average inter-event time for the last three earthquakes on the WBF is about 2500 years, while the earthquakes on the VOLF have a much wider time interval. In addition to these results, the fact that the WBF has a more dominant morphotectonic signature than the VOLF under similar morphogenetic conditions indicates that the WBF has a higher share of the total strain budget within the Gobi-Altai Shear Zone for at least the last 10 thousand years. However, further studies are required to enhance the resolution of spatial and, in particular, temporal behaviour of structural elements within the Gobi-Altai Shear Zone.

Keywords: *Central Asia, continental deformation, Gobi-Altai Shear Zone, earthquake*

6 Şubat 2023 Mw 7.8 Pazarcık (Kahramanmaraş) Depremi ışığında, Doğu Anadolu Fay Zonu, Pazarcık fay segmentinin paleosismolojik özelliklerine çok disiplinli bir bakış

Understanding the 2023 Mw 7.8 Pazarcık (Kahramanmaraş) Earthquake by integrating multi-parameter paleoseismological data from the Pazarcık segment of the East Anatolian Fault

Gülsen Uçarkuş (1), Erdem Kırkan (1) , Cengiz Zabcı (1), K. Kadir Eriş (1), M. Ersen Aksoy (2), Demet Biltekin (1), Dila Doğa Gökgöz (1), Mehmet Köküm (3), Dursun Acar (1), Devrim Tezcan (4), H. Serdar Akyüz (1), Sinan Akçiz (5)

(1) İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34469, Sarıyer, İstanbul
(2) Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Üniversite Yerleşkesi, 48000 Kötekli, Muğla
(3) Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Genel Jeoloji, 23119 Elazığ
(4) ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsü, Mersin
(5) California State University, Fullerton

Öz

Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ) gibi kıtasal transform fayların deprem döngülerinin tespit edilmesi, çok segmentli ve geniş deformasyon zonları oluşturmaları, kollar arasında kayma hızlarındaki değişkenlik gibi sebepler nedeniyle zorlu bir problem olarak ele alınmaktadır. 6 Şubat 2023 Mw 7.8 Pazarcık (Kahramanmaraş) depremi, yaklaşık 300 km uzunluğunda çok segmentli bir yüzey kırığı oluşturarak DAFZ'nın deprem döngüsüne dair önemli veriler sağlamış ve bu dinamik sistemin anlaşılmasına yönelik yeni çıkarımlar ortaya çıkmıştır. Bu büyük deprem öncesinde, 121Y287 no'lu TÜBİTAK 1001 projesi kapsamında DAFZ'nun Pazarcık segmenti üzerindeki deprem döngüsünün tespit edilmesi amacıyla sualtı ve kara paleosismolojisi çalışmaları yürütülmekte idi. Gölbaşı Havzası, Gölbaşı ve Azaplı Göllerini kapsamakta olup, Pazarcık ve Erkenek segmentleri arasındaki yapısal sınırı oluşturmaktadır. Çalışmanın temel amacı, sualtı ve kara paleosismoloji verilerini entegre ederek, daha geniş zaman dilimini kapsayan bir deprem tarihçesi ortaya koymaktır. Bu amaçla fay tarafından sınırlanan Gölbaşı ve Azaplı Göllerinde, depremlerle tetiklenen sualtı kütle akıntılarını tespit etmek amacıyla 10 adet gravite karotu alınmıştır. Aynı çalışmada Eylül 2022'de Pazarcık segmentinin Gölbaşı havzası, Çelik mahallesi kesiminde 17 m uzunluğunda, 2,7 m derinliğinde bir hendek kazılmıştır. Hendek çalışması, 2023 depreminden önce meydana gelen son büyük depremin yüzey kırığının tespit edilmesini sağlamıştır. Bu çalışmadan dört ay sonra gerçekleşen 2023 Pazarcık Depremi sırasında, Çelik hendeği yaklaşık 5.3 metre ötelenmiş ve yüzey kırığının karakteristiği doğrudan gözlemlenmiş ve böylece bu kol üzerinde son iki büyük depremin birlikte değerlendirilmiştir. Gravite karotlarından elde edilen fiziksel ve jeokimyasal analizler, deprem kaynaklı sedimanların varlığını doğrulamış olup, C-14, Pb-210 ve Cs-137 tarihlendirme sonuçları, bu sismik kayıtların 1513 ve 1114 depremleriyle ilişkili olduğunu göstermiştir.

Pazarcık segmenti Gölbaşı havzası boyunca, 2023 depremiyle oluşan yüzey kırığı yaklaşık 54 km uzunluğunda olup, maksimum sol yönlü kayma yaklaşık ~ 6,18 metre olarak ölçülmüştür. Havzanın, Balkar kesiminde atımlar 3-5 m arasında ölçülmüş olup Karaburun ve Gölbaşı kesimlerine doğru kayma miktarı azalıp yaklaşık 1-2 m'ye kadar düşmektedir. Gölbaşı Gölü ve civarında, yoğun sıvılaşma ve yanal yayılma nedeniyle deformasyon zonu genişlerken, kayma miktarı 1 m'nin altına düşmektedir. Çalışma kapsamında dikkat çeken en önemli unsurlardan biri, Pazarcık segmentinden KD'ya, Yaylacık Köyü yönüne uzanan, daha önce haritalanmamış yaklaşık 12 kilometre uzunluğundaki yüzey kırığıdır. Bu yeni belirlenen fay boyunca ortalama metrelik bir kayma ölçülmüştür.

Bu çalışma, deprem kaynaklı sedimanter kayıtların değerlendirilmesi, yüzey kırıklarının detaylı analizi ve fay segmentlerinin kayma dinamiklerinin incelenmesi yoluyla, DAF'ın deprem döngüsünün daha iyi anlaşılmasına yönelik önemli çıkarımlarda bulunmaktadır. Özellikle, 2023 depremiyle ortaya çıkan yüzey kırığının paleosismolojik verilerle birlikte değerlendirilmesi, gelecekteki büyük depremlerin öngörülmesi açısından önemli bilgiler sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Doğu Anadolu Fay Zonu, 2023 Kahramanmaraş Depremi, paleosismoloji, deprem döngüsü

Abstract

Continental transform faults such as East Anatolian Fault Zone (EAFZ) create complex deformation zones with multiple strike-slip faults, making it challenging to determine earthquake recurrence intervals due to geometric complexities and variable slip. February, 6, 2023 Mw 7.8 Pazarcık (Kahramanmaraş) Earthquake triggered a 300-kilometer-long, multi-segment failure along the East Anatolian Fault Zone (EAFZ), presenting another challenge to this phenomenon. Prior to this large earthquake, our focus was on the seismically silent Pazarcık segment of the EAF, aiming to understand its role on the earthquake cycle of EAF. Due to limited paleoseismic data compared, we initiated a project (TÜBİTAK 1001 project no: 121Y287) combining subaqueous and on-land paleoseismology to assess recurrence intervals along the Pazarcık segment of EAFZ. The Gölbaşı basin, the second-largest basin along the EAF, includes three shallow lakes, with Gölbaşı Lake serving as a segment boundary between Pazarcık and Erkenek segments. In September 2022, we collected 10 sediment gravity cores from Gölbaşı and Azaplı Lakes and excavated a 17-m-long trench (Çelik-1) in the Gölbaşı basin. The trench revealed a fault zone with multiple branches, indicating strike-slip motion. During the 2023 earthquake, the trench was offset by ~5.3 m. Geochemical analysis of sediment cores identified seismic deposits linked to historical earthquakes (AD 1513, AD 1114, as well as other events dating back to 1498 BP and 2168 BP).

The 2023 rupture along the Pazarcık segment spans 54 km, with a maximum sinistral slip of ~6.18 m. Slip measured in Balkar section ranges between 3-5 m and it decreases near Karaburun and Gölbaşı sections to ~1.2 m, dropping below 1 m near Gölbaşı Lake, where intense liquefaction and lateral spreading caused severe destruction. In the Ozan section of the Erkenek segment, slip increases to 3.5 m. A notable feature in this area is the 12 km-long surface rupture with an average slip of 3 m along an unmapped fault branching off north-east from Pazarcık segment towards Yaylacık village.

Our ongoing paleoseismology project, combined with the 2023 rupture data, provides new insights into fault behavior and earthquake recurrence along the Pazarcık segment section of the EAFZ.

Keywords: *East Anatolian Fault, Pazarcık Segment, Kahramanmaras Earthquake, Paleoseismology, Earthquake Cycle*

6 Şubat 2023 Pazarcık (Kahramanmaraş) Depreminde Kırılan İlk Fay Segmentinin Paleosismolojik Ön Bulguları

Preliminary Paleoseismological Findings of the First Fault Segment Ruptured in the Pazarcık (Kahramanmaraş) Earthquake of 6 February 2023

Hasan Sözbilir (1,2), Umut Öncü (3,4), Büşra Yerli (3), Ercan Aksoy (5), Mustafa Softa (1,2), Özkan Cevdet Özdağ (2), Çağlar Özkaymak (6), Volkan Karabacak (7), Serap Çolak Erol (5), Sibel Kayğılı (5)

(1) Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Buca, 35390 İzmir, Türkiye
(2) Dokuz Eylül Üniversitesi, Deprem Araştırma ve Uygulama Merkezi (DAUM), 35390, İzmir, Türkiye
(3)Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Buca, 35390 İzmir, Türkiye
(4)AFAD, İzmir Valiliği İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü, Bornova, 35050 İzmir, Türkiye
(5) Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Merkez/Elazığ, Türkiye
(6) Afyon Kocatepe Üniversitesi, Deprem Uygulama ve Araştırma Merkezi, Afyonkarahisar, Türkiye
(7) Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 26480, Eskişehir,Türkiye
(hasan.sozbilir@deu.edu.tr)

Öz

Asrın felaketi olarak kabul edilen 6 Şubat 2023 Pazarcık (Kahramanmaraş) depremi gerek faylanma mekanizması açısından ve gerekse de kırılan fay segmentlerinin (Narlı, Pazarcık, Erkenek ve Amanos segmenti) sismolojik özellikleri açısından ulusal ve uluslararası düzeyde çok sayıda çalışmaya konu olmaktadır. Bu fay segmentlerinin geçmişte de birlikte benzer özellikte bir depremi oluşturup oluşturmadığı, depremin neden Ölü Deniz Fay Zonu'nun bir segmenti kabul edilen Narlı segmenti üzerinde başladığı ve daha sonra Doğu Anadolu Fay Zonu'nun segmentlerine sıçrayarak Pazarcık-Erkenek ve Amanos segmentlerini tetiklediği gibi sorular, çözüm bekleyen en önemli konulardan birkaçıdır. Bu sorulara yanıt arayabilmek için, depremde gelişen yüzey kırıkları yeniden haritalanmış ve deprem sırasında gelişen ilk yüzey kırığı niteliğindeki Narlı segmenti üzerinde ve Doğu Anadolu Fay Zonu ile arasındaki bölümde hendek tabanlı paleosismolojik çalışmalar gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışma kapsamında yapılan diri fay haritalama çalışmaları, ilk kırılmanın Doğu Anadolu Fay Zonu'nun ana kolundan Tetirlik civarında ayrılan ve Kadıncık Mahallesi'ne kadar uzanan fay segmenti üzerinde geliştiğini (bu çalışmada Tetirlik segmenti olarak adlandırılmıştır), kırılmanın Narlı segmentinin kuzey ucuna kadar devam ettiğini fakat Narlı segmenti üzerinde belirgin bir yüzey kırığının gelişmediğini, daha güneydeki Sakçagöz segmentinin ise 6 Şubat 2023 depreminde kırılmadığını göstermektedir.

Tetirlik yüzey kırığı üzerinde açılan 2 hendekte sadece 6 Şubat depremine ait sol yanal sıkışmaya ait deformasyonlar saptanmıştır. Bunun yanında Narlı segmenti üzerinde açılan iki hendekte 3 olaya ait deformasyon seviyeleri gözlenmiştir. Bu da her iki segmentin farklı nitelikte bir sismolojik geçmişe sahip olduğunu göstermektedir. Hendek duvarlarındaki birimlerden alınan örneklerin (OSL ve Radyokarbon) tarihlendirme analizleri devam etmektedir. Bu çalışma, 123G009 numaralı TÜBİTAK-KAMAG-1007 projesi ile desteklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: 6 Şubat 2023 depremi, Doğu Anadolu Fay Zonu, Narlı segmenti, Ölü Deniz Fay Zonu, paleosismoloji, Tetirlik segmenti.

Abstract

The February 6, 2023 Pazarcık (Kahramanmaraş) earthquake is considered the disaster of the century, has been the subject of numerous national and international studies, both in terms of its faulting mechanism and the characteristics of the ruptured fault segments (Narlı, Pazarcık, Erkenek, and Amanos segments). Key questions include whether these fault segments had previously generated a similar earthquake collectively, why the earthquake initiated on the Narlı segment, which is considered part of the Dead Sea Fault Zone, and then propagated to the segments of the East Anatolian Fault Zone, triggering the Pazarcık-Erkenek and Amanos segments. These are some of the most critical questions that remain unresolved. To address these questions, the surface ruptures caused by the earthquake were remapped, and trench-based paleoseismological studies were conducted on the Narlı segment, where the initial surface rupture occurred, as well as in the region between this segment and the East Anatolian Fault Zone.

Within the scope of this study, active fault mapping studies show that the initial rupture occurred on a fault segment branching off from the main branch of the East Anatolian Fault Zone near Tetirlik, extending to Kadıncık District (referred to as the Tetirlik segment in this study). The rupture continued to the northern end of the Narlı segment, but no significant surface rupture developed on the Narlı segment itself. Moreover, the Sakçagöz segment, located further south, did not rupture during the February 6, 2023 earthquake.

In two trenches excavated along the Tetirlik surface rupture, only deformations related to left-lateral compression from the February 6 earthquake were observed. In contrast, trenches excavated on the Narlı segment identified deformation levels corresponding to three distinct seismic events. There findings indicate that the two segments have different seismological histories. Dating analyses (OSL and radiocarbon) of samples collected from the trench walls are currently underway. This research is supported by the TÜBİTAK-KAMAG-1007 project, numbered 123G009.

Keywords: *February 6, 2023 earthquake, East Anatolian Fault Zone, Narlı segment, Dead Sea Fault Zone, paleoseismology, Tetirlik segment.*

Antakya Fay Zonu'na ait Narlıca ve Dağdüzü Segmentlerinin Paleosismolojik Ön Bulguları

Preliminary Paleoseismological Findings of the Narlıca and Dağdüzü Segments of the Antakya Fault Zone

Büşra Yerli (1), Hasan Sözbilir (2,3), Umut Öncü (1), Ercan Aksoy (4), Mustafa Softa (2,3), Özkan Cevdet Özdağ (3), Çağlar Özkaymak (5), Volkan Karabacak (6), Serap Çolak Erol (4), Sibel Kayğılı (4)

(1) Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Buca, 35390 İzmir, Türkiye
(2) Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Buca, 35390 İzmir, Türkiye
(3) Dokuz Eylül Üniversitesi, Deprem Araştırma ve Uygulama Merkezi (DAUM), 35390, İzmir, Türkiye
(4) Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Merkez/Elazığ, Türkiye
(5) Afyon Kocatepe Üniversitesi, Deprem Uygulama ve Araştırma Merkezi, Afyonkarahisar, Türkiye
(6) Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 26480, Eskişehir,Türkiye
(bsrayrli@gmail.com)

Öz

Antakya Fay Zonu (AFZ), Türkiye Diri Fay Haritası'nda 43 km uzunluğunda tanımlanan önemli aktif faylardan biri olup, Akdeniz'in doğusunda, Doğu Anadolu Fay Zonu, Ölü Deniz Fay Zonu ve Kıbrıs yayının yoğun deformasyon süreçlerinin bir ürünü olarak şekillenmiştir. AFZ, kuzeyden güneye doğru sırasıyla Narlıca, Dağdüzü ve Meydan segmentleri olarak adlandırılan bölümler üzerinden detaylı bir şekilde incelenmiştir. Genel uzanımı KD-GB olan zonun 20 km uzunluğundaki Narlıca segmenti, Narlıca-Antakya hattındaki dağ sarplığında sınır oluşturup Antakya'dan iki kola ayrılır; öndeki kısım Bostancık'tan Samankaya'nın güneybatısına arkadaki kol ise Dursunlu-Harbiye-Döver boyunca dağ cephesini sınırlar. 8,5 km uzunluğundaki Dağdüzü segmenti, Yukarıokçular mahallesinin kuzeybatısından ondülasyonlu bir geometri ile Dağdüzü'nün güneyine uzanır. 13,7 km uzunluğundaki Meydan segmenti ise, Dağdüzü Mahallesi'nden başlayarak parçalı bir yapı sergilemekte ve Karacurun-Meydan, Gözene-Atatürk, Yeşiltepe-Keseb (Suriye) hattı boyunca Akdeniz'e doğru devam etmektedir. AFZ'nin üretebileceği maksimum deprem büyüklüğü 6,8 olarak saptanmış olsa da literatürde bu fayın diri olmadığını öne süren çalışmalar da bulunmaktadır. Fakat tarafımızdan yapılan jeomorfolojik, jeolojik ve paleosismolojik çalışmalar, fayın Holosen'de yüzey faylanmasıyla sonuçlanmış depremler ürettiğini göstermektedir.

Tarihsel dönem kayıtları da diri faylarla çevrili Antakya'nın kuruluşundan (M.Ö. 300 civarı) günümüze kadar birçok yıkıcı depremlere maruz kalıp yeniden inşa edildiğini ortaya koymakta ve deprem riskinin azaltılmasına yönelik çalışmalar kapsamında, kentin yakın çevresindeki sismik kaynakların paleosismolojik özelliklerinin belirlenmesini gerektirmektedir. Bu doğrultuda, AFZ'nin Narlıca ve Dağdüzü segmentleri üzerinde hendek çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Saint Pierre Kilisesi kuzeyinde, fay sarplığı önünde faya dik açılan Narlıca hendeğinde, fay tarafından kesilen kültür seviyeleri ve insan yapımı dolgular ile toplam 18 adet stratigrafik seviye tespit edilmiş, en az 4 eski olaya ait izler kayıt altına alınmıştır. Dağdüzü segmentine dik açılan Çaksına hendeği birbirine yaklaşık paralel 2 hendek olarak ve havza boyunca incelenmiştir. Çaksına-2A hendeği 22 metre uzunluğunda olup 8 adet stratigrafik seviyeye sahiptir, son 2 metresi ile 17 metre uzunluğundaki Çaksına-2B hendeğinin son 1.5 metresi aşmalı olup hendeklerde en az 3 eski olaya ait izler saptanmıştır. Hendek duvarlarındaki birimlerden alınan örneklerin (OSL ve Radyokarbon) tarihlendirme analizleri devam etmektedir. Bu çalışma, TÜBİTAK-KAMAG1007 123G009 numaralı proje kapsamında desteklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Antakya Fay Zonu, paleosismoloji, Hatay

Abstract

The Antakya Fault Zone (AFZ), identified as a 43 km long active fault on the Turkey Active Fault Map, has formed due to intense deformation processes in the eastern Mediterranean, affected by the East Anatolian Fault Zone, the Dead Sea Fault Zone, and the Cyprus Arc. The AFZ has been studied in detail through its segments, which are named, from north to south, as the Narlıca, Dağdüzü, and Meydan segments. The NW-SE trending Narlıca segment, which is 20 km long and forms the boundary of the mountain escarpment along the Narlıca-Antakya line. At Antakya, the fault splits into two branches: the front branch extends from Bostancık to the southwest of Samankaya, while the rear branch delineates the mountain front along Dursunlu-Harbiye-Döver. The Dağdüzü segment, 8.5 km in length, extends with an undulating geometry from northwest of Yukarıokçular to the south of Dağdüzü. The Meydan segment, 13.7 km in length, begins in Dağdüzü and exhibits a fragmented structure, continuing toward the Mediterranean along the Karacurun-Meydan, Gözene-Atatürk, and Yeşiltepe-Keseb (Syria) lines. Although the maximum earthquake magnitude that the AFZ could produce has been estimated at 6.8, some studies in the literature suggest that this fault is inactive. However, geomorphological, geological, and paleoseismological investigations conducted by our team demonstrate that the fault has generated surface-rupturing earthquakes during the Holocene.

Historical records also reveal that Antakya, surrounded by active faults, has been repeatedly devastated and rebuilt since its foundation (circa 300 BCE). This highlights the need to identify the paleoseismological characteristics of seismic sources in the vicinity of the city as part of efforts to mitigate earthquake risks. In this context, trenching studies were carried out on the Narlıca and Dağdüzü segments of the AFZ. At the Narlıca trench, excavated perpendicular to the fault near the fault scarp north of the Saint Pierre Church, a total of 18 stratigraphic units, along with cultural layers and anthropogenic fills cut by the fault, were identified, and evidence of at least four past events was recorded. The Çaksına *trench, excavated perpendicular to the Dağdüzü segment, consists of two approximately parallel trenches that were studied across the basin. The Çaksına-2A trench is 22 meters long and contains eight stratigraphic levels, with its last 2 meters overlapping with the last 1.5 meters of the 17-meter-long Çaksına-2B trench. Evidence of at least three past events was identified within these trenches. Dating analyses (OSL and Radiocarbon) of samples taken from trench wall units are ongoing. This study is supported by the TÜBİTAK-KAMAG1007 project under grant number 123G009.*

Keywords: *Antakya Fault Zone, paleoseismology, Hatay*

Ölü Deniz Fay Zonu'na Ait Olan Hacıpaşa Segmentinin Paleosismolojisi: İlksel Bulgular

Paleoseismology of the Hacıpaşa Segment of the Dead Sea Fault Zone: Preliminary Findings

Umut Öncü (1,2), Hasan Sözbilir (3,4), Büşra Yerli (1), Ercan Aksoy (5), Mustafa Softa (3,4), Özkan Cevdet Özdağ (4), Çağlar Özkaymak (6), Volkan Karabacak (7), Serap Çolak Erol (5), Sibel Kayğılı (5)

(1) Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Buca, 35390 İzmir, Türkiye
(2) AFAD, İzmir Valiliği İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü, Bornova, 35050 İzmir, Türkiye
(3) Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Buca, 35390 İzmir, Türkiye
(4) Dokuz Eylül Üniversitesi, Deprem Araştırma ve Uygulama Merkezi (DAUM), 35390, İzmir, Türkiye
(5) Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Merkez/Elazığ, Türkiye
(6) Afyon Kocatepe Üniversitesi, Deprem Uygulama ve Araştırma Merkezi, Afyonkarahisar, Türkiye
(7) Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 26480, Eskişehir,Türkiye
(umutoncu35@gmail.com)

Öz

Ölü Deniz Fay Zonu (ÖDFZ), dünyanın önemli aktif tektonik yapılarından biri olup Arabistan ile Afrika levhaları arasındaki yapısal sınır olarak kabul edilmektedir. Güneyde Kızıldeniz'in Akabe Körfezi'nden başlayıp, kuzeyde Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ)'na kadar uzanır. Suriye sınırları içindeki segmentler hakkında bilgi sınırlı olsa da fay zonunun DAFZ ile ana bağlantısının Türkiye sınırlarında olduğu kabul edilmektedir. Türkiye sınırları içerisinde ÖDFZ'ye ait dört fay segmenti bulunmakta olup, bunlar arasında en güneyde olanı Hacıpaşa segmenti olarak adlandırılmıştır.

Hacıpaşa segmenti üzerinde gerçekleştirilen kinematik analiz çalışmaları kapsamında, 2 farklı lokasyonda toplanan 46 adet fay yüzeyi ölçümü analiz edilmiştir. Elde edilen kinematik analiz sonuçları, Hacıpaşa segmentinin günümüzde yaklaşık KB-GD yönlü sıkışma, KD-GB yönlü genişlemeli tektonik rejim altında eğim/oblik atımlı fay karakterine işaret etmektedir. Bu verilerin, Hacıpaşa segmentinin sol yönlü doğrultu atımlı hareketiyle uyumlu olduğu gözlenmiştir.

Hacıpaşa segmenti; 38 km uzunluğunda, Holosen yaşlı, K-G doğrultulu, sol yönlü doğrultu atımlı fay olarak nitelendirilmiş ve fayın maksimum deprem üretme potansiyeli 6,88 olarak hesaplanmıştır. Hacıpaşa segmenti ve yakın çevresinde tarihsel dönem deprem kayıtları incelendiğinde, bu bölgede oldukça fazla fay segmenti olduğundan dolayı hangi segmentin hangi depremi ürettiği tam olarak bilinememektedir. Fayın kuzey bölümünde geçmiş dönemlerde çalışmalar yapılmasına karşın, güney bölümü paleosismolojik anlamda çalışılmamıştır. Bu kapsamda, ÖDFZ'de Hacıpaşa segmenti üzerinde 2 adet hendek tabanlı paleosismoloji çalışması gerçekleştirilmiştir. Hendek çalışmaları, 2024 yılında Hatay ili Altınözü ilçesinin güneydoğusunda gerçekleştirilmiştir. Hendekler, Yolağzı-1 ve Yolağzı-2 olarak adlandırılmıştır. Yolağzı-1 hendeğinde 2 adet, Yolağzı-2 hendeğinde 2 adet olası deprem saptanmıştır. Saptanan depremleri tarihlendirmek için, toplam 8 adet Optik Uyarımlı Lüminesans (OSL) ve 11 adet Radyokarbon (14C) örnekleri alınmıştır. Alınan örnekler tarihlendirme için ölçüm aşamasındadır.

Hacıpaşa segmentine ait yüzey kırıkları, doğrultu atımlı fayın geometrisine uygun, sıkışmalı ve genişlemeli tektonik izler taşımaktadır. Paleosismolojik veriler ve yüzey kırığının deformasyon özellikleri, segmentin ÖDFZ'nin deformasyon zonu içinde yer aldığını ve aktif bir fay olduğunu açıkça göstermektedir. Bu durum, Hatay ve çevresi için ciddi bir risk oluşturmakta olup, elde edilen bulgular deprem tehlikesinin anlaşılması ve afet yönetimi stratejilerinin geliştirilmesi açısından önem taşımaktadır. Bu çalışma, 123G009 numaralı TÜBİTAK-KAMAG-1007 projesi ile desteklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Hacıpaşa segmenti, Ölü Deniz Fay Zonu, paleosismoloji.

Abstract

The Dead Sea Fault Zone (DSFZ) is one the most significant tectonic structures in the earth, making the tectonic boundary between the Arabian and the African plates. It starts in the south at the Gulf of Aqaba in the Red Sea and extends to the north to the East Anatolian Fault Zone (EAFZ). Although information about the segments within the borders of Syria is limited, it is accepted that the main connection of the fault zone with the EAFZ is within Türkiye's borders. Four fault segments belonging to the DSFZ are located within Türkiye's borders, and the southernmost of these is referred to as the Hacıpaşa segment.

Kinematic analysis studies conducted on the Hacıpaşa segment have analyzed 46 fault surface measurements collected from two different locations. The results of the kinematic analysis indicate that the Hacıpaşa segment today exhibits a strike-slip fault with oblique dip-slip displacements under a compressional tectonic regime in the NW-SE direction and extensional tectonics in the NE-SW direction. These data align with the left-lateral strike-slip motion of the Hacıpaşa segment.

The Hacıpaşa segment is a 38 km long, Holocene-aged, N-S oriented, left-lateral strike-slip fault, and its maximum earthquake-generating potential has been calculated as 6.88. When historical earthquake records in the region around the Hacıpaşa segment are reviewed, it is not precisely known which segment produced which earthquake, due to the presence of numerous fault segments in this area. Although studies have been conducted in the northern part of the fault, the southern part has not been studied from a paleoseismological perspective. In this context, two trench-based paleoseismological studies were conducted on the Hacıpaşa segment in the DSFZ. The trench studies were carried out in 2024 in the southeastern part of the Altınözü district of Hatay Province, Türkiye. The trenches were named Yolağzı-1 and Yolağzı-2. In the Yolağzı-1 trench, two possible earthquakes were detected, and in the Yolağzı-2 trench, two more were found. A total of 8 Optically Stimulated Luminescence (OSL) and 11 Radiocarbon (14C) samples were taken to date the identified earthquakes. These samples are currently in the measurement phase for dating.

The surface ruptures in the Hacıpaşa segment show compressional and extensional tectonic features consistent with the geometry of a strike-slip fault. The paleoseismological data and the deformation characteristics of the surface rupture clearly indicate that the segment lies within the deformation zone of the DSFZ and is an active fault. This situation poses a significant risk to Hatay and its surroundings, and the findings are crucial for understanding earthquake hazards and developing disaster management strategies. This study is supported by the TÜBİTAK-KAMAG-1007 project with the number 123G009.

Keywords: *Hacıpaşa segment, Dead Sea Fault Zone, paleoseismology.*

Bozova Fayı'nın Paleosismolojisi: Fayın Holosen Aktivitesine İlişkin İlk Bulgular

Paleoseismology of the Bozova Fault: First Finding on the Holocene Activity of the Fault

Çiğdem Tepe (1), Semih Eski (1), Ali Duman (2), Esma Nur Doğru (2), Dorukhan Baltacı (3), Çağlar Özkaymak (4), Volkan Karabacak (5), Ökmen Sümer (1)

(1) Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği, 35390, Buca, İzmir, Türkiye
(2) Afyon Kocatepe Ünv., Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Müh.ABD, ANS Kampüsü, 03200 Afyonkarahisar, Türkiye
(3) Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, 35390, Buca, İzmir, Türkiye
(4) Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği, 03200, Afyonkarahisar, Türkiye
(5) Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği, 26040, Odunpazarı, Eskişehir, Türkiye
(cigdem.tepe@deu.edu.tr)

Öz

Bozova Fayı, batıda Ölü Deniz Fay Zonu, kuzeybatıda Doğu Anadolu Fay Zonu, kuzeyde ise Güneydoğu Anadolu Bindirme Zonu ile sınırlanan Arap Levhası'nın kuzeybatı ucunda yer alır. Türkiye'nin güneydoğusunda, Adıyaman ile Şanlıurfa illeri arasında KB-GD doğrultuda uzanan ve yaklaşık 55 km uzunluğa varan Bozova Fayı baskın olarak sağ yanal atım karakterine sahiptir. Çizgisel bir uzanım gösteren bu fay, KB'den GD'ye sırasıyla Durak, Yuvacık, Yaslıca, Arıkök ve Avlak olmak üzere birbirinden küçük sıçramalarla ayrılabilen 5 ayrı segmentten oluşmaktadır. Bu bölgede tarihsel dönemde meydana gelmiş yıkıcı bir deprem kaydı olmamakla birlikte, aletsel dönemde, büyüklükleri $3 \leq M \leq 5,5$ arasında değişen, toplamda 582 adet deprem kaydedilmiştir. Bu depremlerden en önemlileri, 02/03/2017 ve 24/04/2018 tarihlerinde gerçekleşen, büyüklükleri sırasıyla 5,5 ve 5,1 olan Adıyaman-Samsat depremleridir. Bozova Fayı'nın deprem aktivitesini ortaya çıkarmak için yapılan bu çalışma kapsamında, fayın belirlenen parçaları üzerinde hendek tabanlı paleosismolojik çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Yapılan arazi çalışmaları ile fayın farklı segmentleri üzerindeki toplam altı lokasyonda hendek kazısı planlanmıştır. Hendek kazısı planlanan tüm alanlarda, 55 km'lik fayın 10 km'si boyunca, yaklaşık 0,6 x 1,5 km'lik çerçevelerde insansız hava araçları (İHA) ile uçuşlar gerçekleştirilmiş ve bu uçuşlardan yüksek çözünürlüklü sayısal yükseklik, termal ve spektral veriler elde edilmiştir. Bu çalışmaların ardından, Bozova-Kampüs ve Durak olarak adlandırılan iki farklı lokasyonda, faya hem dik hem de paralel yönlü olmak üzere 2,5-3 m x 3-4m x 15-20 m (genişlik-yükseklik-uzunluk) boyutlarında hendekler açılmıştır. Açılan hendeklerde, temizleme, karelajlama, fotoğraflama, İHA görüntüleme ile 3D tarama, kinematik veri toplama çalışmaları yapılmış, ilgili seviyelerden yaş örnekleri alınmıştır. Hendek içi gözlemler uzanımındaki farklılıklara bağlı olarak fayın yer yer transtansiyonel, yer yer de transpressionel fay geometrisi sunduğuna işaret etmektedir. İlk bulgular, Bozova Fayı'nın 7.0 büyüklüğe kadar deprem üretebilecek aktif bir fay olduğunu göstermektedir. Açılan hendeklerde Bozova Fayı'nın Holosen aktivitesine ait en az 3 (olasılı 4) olaya ait izlere rastlanmıştır. Bu olayların kronolojisini ortaya çıkarmak için hendeklerden alınan C-14, OSL ve U-Th numuneleri analiz edilmek üzere ilgili araştırma laboratuvarlarına gönderilmiştir. Örneklerin analiz süreci halihazırda devam etmekte olup Bozova Fayı ile ilgili en doğru paleosismolojik yorumlar, tarihlendirme sonuçlarına göre ilerleyen dönemde yapılacaktır. Bu çalışma, 2023 yılı Eylül ayında TÜBİTAK Kamu Araştırmaları Destek Grubu (KAMAG)-1007 Programı kapsamında başlatılan "Türkiye Diri Faylarının Paleosismolojik Özelliklerinin Belirlenmesi Projesi" kapsamında 128G008 no'lu alt proje olarak desteklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bozova Fayı, paleosismoloji, Holosen aktivitesi, aktif fay, paleosismolojik tarihleme

Abstract

The Bozova Fault is located at the northwestern edge of the Arabian Plate, bounded by the Dead Sea Fault Zone to the west, the East Anatolian Fault Zone to the northwest, and the Southeastern Anatolian Thrust Zone to the north. Extending in a NW-SE direction between Adıyaman and Şanlıurfa in southeastern Turkey, the Bozova Fault spans approximately 55 km and predominantly exhibits a right-lateral strike-slip character. This linear fault structure consists of five segments, named Durak, Yuvacık, Yaslıca, Arıkök, and Avlak, which are geometrically separated by small step-overs from NW to SE. Although there is no record of a destructive historical earthquake in the region, instrumental recordings document 582 earthquakes with magnitudes ranging from $3 \leq M \leq 5,5$. The most notable of these are the Adıyaman-Samsat earthquakes, which occurred on March 2, 2017, and April 24, 2018, with magnitudes of 5,5 and 5,1, respectively. To investigate the seismic activity of the Bozova Fault, trench-based paleoseismological studies were conducted on its identified segments. Fieldwork was planned at six locations along the fault, with trench excavation sites identified through Unmanned Aerial Vehicle (UAV) flights over a 10 km section of the fault, within approximately 0,6 x 1,5 km frames. High-resolution digital elevation, thermal, and spectral data were obtained from these flights. Subsequently, trenches measuring approximately 2,5-3 m x 3-4 m x 15-20 m (width-height-length) were excavated at two locations, named Bozova-Campus and Durak, trenches were excavated in orientations both perpendicular and parallel to the fault. Within the trenches, cleaning, grid mapping, photographing, UAV imaging with 3D scanning, and kinematic data collection were performed, and samples for dating were collected from the relevant layers. Observations within the trenches suggest that the fault geometry alternates between trans-tensional and transpressional depending on variations along its strike. Initial findings indicate that the Bozova Fault is an active fault capable of generating earthquakes up to magnitude 7,0. Evidence of at least three (possibly four) seismic events related to the Holocene activity of the Bozova Fault has been identified in the trenches. To determine the chronology of these events, C-14, OSL, and U-Th samples collected from the trenches were sent to relevant research laboratories for analysis. The analysis of these samples is currently underway is currently ongoing, and the most accurate paleoseismological interpretations of the Bozova Fault will be made based on the dating results in the future. This study is supported as sub-project no. 128G008 under the "Determination of Paleoseismological Properties of Active Faults in Turkey Project," initiated in September 2023 within the scope of TÜBİTAK's Public Research Support Group (KAMAG)-1007 Program.

Keywords: *Bozova Fault, paleoseismology, Holocene activity, active fault, paleoseismological dating*

OFİYOLİT VE MELANJ OTURUMU

Ophiolite and Melange Session

Yener EYÜBOĞLU, Osman PARLAK

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

Güneydoğu Anadolu Orojenik Kuşağında Yer Alan Maden (Elazığ güneyi) Çevresindeki "Maden Karmaşığı/Yüksekova Karmaşığı" Belirsizliğinin Çözümüne Yönelik Yeni Yaklaşımlar

New approaches to resolve the uncertainty of the Maden Complex/Yüksekova Complex around Maden (south of Elazığ) located in the Southeastern Anatolian Orogenic Belt)

Melek Ural (1), Kaan Sayıt (2), Uğur Kağan Tekin (3)

(1) Fırat Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Elazığ
(2) Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara
(3) Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara
(melekural@firat.edu.tr)

Öz

Elazığ ili Maden ilçesi civarındaki litolojiler arasında bulunan ve subalkalen lavlarla ara katkılı kırmızı renkli, radyolaryalı çörtlerin yaşlarına ilişkin tartışmalar vardır. Yakın zamana kadar, bazı araştırmacılar tarafından, Yüksekova Karmaşığı'nın orta Eosen bazaltik ve andezitik akıntılar içerdiği ve Eosen'e kadar aktif olduğu şeklinde görüşler öne sürülmüştür. Bu çalışmada, yeni yaş ve jeokimya bulguları ışığında, tip lokalitesi Elazığ ili Maden kasabası olan bölgede yüzeyleyen ve çoğu araştırmacının "Maden Karmaşığı" olarak tanımladığı kayaların aslında "Yüksekova Karmaşığı"na ait olduklarını işaret eden bulgular ele alınacaktır.

Bu belirsizliğin giderilmesine katkı sunmak amacıyla gerçekleştirilen bu çalışmayla, literatürde bugüne değin elde edilen orta Eosen yaşlı Maden Karmaşığı olarak farzedilen birimden derlenen jeokimyasal veriler ile yaşı bilinen Geç Kretase yaşlı Yüksekova Karmaşığı'ndan toplanan örneklerin tektonomagmatik ayrım diyagramlarındaki konum ve dağılımları karşılaştırıldığında, benzer jeokimyasal özelliklere sahip olmalarına rağmen yaş ve tektonik ortam açısından farklı şekillerde yorumlandıkları görülmektedir. Öte yandan eksik olan yaş verilerinin radyolaryalardan elde edilen paleontolojik veriler ile tamamlanması ve bu verilerin söz konusu volkanik birimlerle birincil olarak ilintili olması, bilinenden farklı yorumları gündeme getirmiştir. Bu çalışmada, hem tüm kayaç elementel hem de izotopik oranları içeren jeokimyasal veri seti kullanılmış, bunun yanında volkanitlerle birincil ilişkili sedimanlar, radyolaryalara dayalı olarak yaşlandırılmıştır. Önceki çalışmalarda volkanikler kesin yaş verisi hesaba katılmadan yorumlanırken; bu çalışmada, yaşları kesin olarak ortaya konulan söz konusu volkanitlerin Yüksekova Karmaşığı'na ait olduklarını göstermektedir.

Bu çalışmayla ortaya konmuştur ki, bugüne değin yapılan çalışmalarda Maden Karmaşığı'na (veya Killan Volkanikleri) ait olduğu ve Eosen yaşlı oldukları iddia edilen volkanitlerle birincil ilişkili sedimanların çökelim yaşları Geç Kretase'ye aittir. Bu Geç Kretase yaşlarıyla ilişkili jeokimyasal bulgular, daha önce Maden ilçesi civarında, tipik yay gerisi ortamını karakterize ettiği öne sürülen lavların, olasılıkla Maden Karmaşığı'na dahil edildiğini önermektedir. Buna ek olarak, önceki çalışmalarda sunulan veriler bu çalışmada elde edilen verilerle karşılaştırıldığında, söz konusu litolojilerin kıta içi volkanizma ürünleri değil, yitim zonunda gelişmiş ve yitim katkısının yay magmalarına göre daha az olduğu ürünler olarak göze çarpmaktadır.

Not: Bu çalışma Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (FÜBAP) MF-18.23 ve MF-18.28 numaralı projelerle desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Maden Karmaşığı, Yüksekova Karmaşığı, Geç Kretase, paleontolojik yaş, radyolarya.

Abstract

In this study, in light of new age and geochemistry findings, we discuss the findings that the rocks, which outcrop in the region whose type locality is Maden town of Elazığ province and defined by most researchers as the "Maden Complex", actually belong to the "Yüksekova Complex". There is an ongoing debate about the red-coloured radiolarian cherts intercalated with subalkaline lavas exposed among the lithologies around the Maden district of Elazığ province, especially regarding their age. Until recently, there have been views put forward by some researchers that the Yüksekova Complex includes mid-Eocene basaltic and andesitic flows and was active until the Eocene.

In this study, which was carried out to contribute to the elimination of this uncertainty, the geochemical data compiled from the so-called middle Eocene Maden Complex unit has been compared with the samples of well-known age (Upper Cretaceous Yüksekova complex) using tectonomagmatic separation diagrams. It is observed that even though they have similar geochemical characteristics, they have been interpreted differently (intra-continental etc.). On the other hand, the completion of the missing age data from a paleontological perspective (based on radiolarians) and the fact that these data are primarily related to the volcanic units in question has brought up different interpretations than known. In this study, both the whole rock elemental and isotopic geochemistry were examined, and the volcanic lithologies were also dated with the help of primarily associated sediments containing radiolarians. While the previous studies did not consider well-constrained age data on the interpretation of the volcanics, this study shows that these lithologies in question are actually from the Yüksekova Complex.

This study reveals that the sedimentation ages of the sediments primarily associated with the volcanics, which are claimed to belong to the Maden Complex (or Killan Volcanics) and of the Eocene age, actually belong to the late Cretaceous. Geochemical findings related to these Late Cretaceous ages show that the lavas, which were previously suggested to characterize a typical back-arc environment in the Maden district, were probably included in the Maden Complex. When the published data are compared with the samples in this study, it is seen that the rocks studied are not products of intra-continental volcanism, but rather appear that they developed in a subduction zone, where the slab-derived contribution was lesser relative to arc magmas.

Note: This study was funded by the FÜBAP (Fırat University) MF-18.23 and MF-18.28 numbered projects.

Keywords: *Maden Complex,* Yüksekova *Complex, Late Cretaceous paleontological age, radiolarian.*

OFİYOLİT VE MELANJ OTURUMU

Ophiolite and Melange Session

Yener EYÜBOĞLU, Osman PARLAK

Poster Sunumlar/*Poster Presentations*

Pınarbaşı Ofiyoliti (Kayseri) Listvenitleşme Süreçlerinin Petrografik ve Jeokimyasal İncelenmesi

Petrographic and Geochemical Investigation of Listvenitization Processes in the Pınarbaşı Ophiolite (Kayseri)

Mohammad Anas Rajjoub (1), Ömer Faruk Çelik (1), Rahmi Melih Çörtürk (1), Mutlu Özkan (2), Andrea Marzoli (3)

(1) Kocaeli Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 41380, Kocaeli, Türkiye
(2) Kocaeli Üniversitesi, Çevre Koruma Teknolojileri Bölümü, 41001, Kocaeli, Türkiye
(3) Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali, Università di Padova, 35020 Legnaro, Italy
(mohammadanasrj@gmail.com)

Öz

Ultramafik kayaçlar, eski okyanusal alanların yitim süreçleri sonucu kenet kuşaklarında yaygın olarak gözlenen kayaç türlerindendir. Ofiyolitik istiflerin önemli bir kısmını oluşturan bu kayaçlar, okyanus içi yitim ve yerleşme süreçleri sırasında sulu akışkanların etkisiyle yoğun metasomatik süreçlere maruz kalır ve bu süreçlerin bir sonucu olarak genellikle serpantinitleşirler. Öte yandan, CO_2 açısından zengin akışkanlarla etkileşim sonucu gelişen listvenitler, önemli bir diğer metasomatik kayaç türünü oluşturur. Bu çalışmada, Üst Kretase yaşlı Pınarbaşı Ofiyoliti (Kayseri) içerisinde yer alan farklı oranlarda serpantinleşmiş ve listvenitleşmiş ultramafik kayaçların petrografik, mineralojik, jeokimyasal ve kökensel özellikleri incelenmiştir. Çalışma alanındaki ultramafik kayaçlarda serpantinleşme, karbonatlaşma ve silisleşme süreçlerinin birleşerek farklı listvenit tiplerini oluşturduğu gözlemlenmiştir. Listvenitler, bölgedeki makaslama zonları ve bindirme düzlemleri boyunca gelişmiş olup, karbonat listvenit ve silika listvenit olarak sınıflandırılmıştır. Yaklaşık 100 metrelik bir zon içerisinde gerçekleşen bu süreçler, listvenitlerden serpantinitlere doğru dereceli bir geçişini ortaya koymaktadır. Saha gözlemleri ve petrografik analizler, karbonat listvenitlerin serpantinitlerden türediğini ve silika listvenitlerin ise daha geç evrelerde oluştuğunu işaret etmektedir. Listvenitlerin tüm kayaç jeokimyası özellikleri (yüksek Mg#, Cr, Ni) ve serpantinleşmiş Mg-silikatlarda (ör. olivin, piroksen) gözlenen tipik dokular (ör. elek dokusu), bu kayaçların ilksel formlarının ultramafik kayaçlardan türediklerini göstermektedir. Listvenitlerdeki kalıntı Cr-spineller, kırık ve çatlaklı formlarda genellikle özşekillsiz ve yarı özşekilli kristaller olarak gözlenmektedir. Yapılan Cr-spinel analizleri, kayaçların ultramafik öncüllerden türediğini ve bu kayaçların yay önü peridotitlerine özgü yüksek Cr# (66-82) ve görece düşük Mg# (34-55) değerlerine ve oldukça düşük TiO_2 içerikleri (% ağ. 0,001-0,003) sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Benzer şekilde listvenitlerin ilksel kayaçlarının tüketilmiş manto kaynağından türediğini destekleyen, oldukça düşük nadir toprak elementi (NTE) ve iz element (Pb, Rb ve Ba dışında) içeriğine sahiptirler. Bu öncül bulgulara göre, inceleme alanındaki listvenitlerin, yitim zonu üstü (SSZ) ortamında gelişen tüketilmiş manto peridotitlerinin, muhtemelen yitim zonundan türeyen CO_2 ve SiO_2 açısından zengin akışkanlarla etkileşimi sonucu oluştuğu öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Listvenit, Metasomatizma, Ofiyolit, Serpantinitleşme, Spinel, Ultramafik kayaçlar

Abstract

Ultramafic rocks are commonly observed in suture zones, formed through subduction processes in ancient oceanic domains. These rocks, which form a substantial part of ophiolitic sequences, undergo intense metasomatic alteration through interaction with hydrous fluids during intra-oceanic subduction and emplacement evens, commonly resulting in serpentinization. Additionally, listvenites, formed through interaction with CO_2-rich fluids, represent another important metasomatic rock type. In this study, the petrographic, mineralogical, geochemical, and genetic characteristics of ultramafic rocks were investigated with varying degrees of serpentinization and listvenitization from the Upper Cretaceous Pınarbaşı Ophiolite (Kayseri). In the study area, serpentinization, carbonation, and silicification processes were observed to have combined, leading to the formation of different types of listvenites in the ultramafic rocks. The listvenites developed along shear and thrust zones in the region and were classified as carbonate listvenites and silica listvenites. These processes occurred within a zone approximately 100 meters thick, revealing a gradual transition from listvenites to serpentinites. Field observations and petrographic analyses indicate that the carbonate listvenites were derived from serpentinites, while the silica listvenites formed at later stages. Whole-rock geochemical characteristics of the listvenites (high Mg#, Cr, Ni) and typical textures observed in serpentinized Mg-silicates (e.g., olivine, pyroxene) demonstrate that these rocks originated from ultramafic protoliths. Relict Cr-spinels in the listvenites are generally observed as anhedral to subhedral crystals with fractured and cracked forms. Cr-spinel analyses reveal that the listvenites were derived from ultramafic precursors and exhibit typical of fore-arc peridotites characteristics, such as high Cr# values (66–82), relatively low Mg# values (34–55), and very low TiO_2 contents (0.001–0.003 wt. %). Similarly, the primary rocks of the listvenites have very low rare earth element (REE) and trace element contents (except for Pb, Rb, and Ba), supporting their derivation from a depleted mantle source. These preliminary findings suggest that the listvenites in the study area formed through the interaction of depleted mantle peridotites, developed in a supra-subduction zone (SSZ) setting, with CO_2- and SiO_2-rich fluids, likely derived from the subduction zone.

Keywords: *Listvenite, Metasomatism, Ophiolite, Serpentinization, Spinel, Ultramafic rocks*

PETROL VE DOĞALGAZ ARAŞTIRMALARI OTURUMU

Oil and Natural Gas Exploration Session

İsmail BAHTİYAR, Sait BAYTOK, Ali DEMİRER, Reyhan KARA- GÜLBAY, Hasan SARIKAYA

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

Arktik Bölge ve Derin Deniz Projeleri: Fosil Yakıtların Geleceği ve İklim Değişikliği İkilemi

Arctic Region and Deep-Sea Projects: The Future of Fossil Fuels and the Climate Change Dilemma

Nazan Yalçın Erik

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Sivas-Türkiye
(nyalcin@gmail.com)

Öz

Fosil yakıtların geleceği, günümüzde enerji sektörü için en önemli tartışma konularından birini oluşturmaktadır. Küresel enerji ihtiyacının karşılanmasında fosil yakıtlar hâlâ önemli bir rol oynamakla birlikte, geleneksel arama alanlarının giderek azalması ve rezervlerin tükenmeye başlaması, yeni kaynakların ve alanların araştırılmasını zorunlu kılmaktadır. Bu bağlamda, Arktik bölge ve derin su arama projeleri, enerji kaynaklarını artırmak için başlatılmış önemli girişimlerdir.

Arktik bölgeler, petrol ve doğal gaz rezervlerinin önemli bir kısmını barındırmaktadır. Ancak, bu bölgelerdeki arama faaliyetleri, uluslararası anlaşmalar, çevre koruma endişeleri ve iklim değişikliği kaygıları nedeniyle büyük ölçüde sınırlıdır. Özellikle küresel ısınmadan en çok etkilenen alanlardan biri olan Arktik'teki petrol arama faaliyetleri, bu çevresel kaygılar nedeniyle geçici olarak durdurulmuştur. Bununla birlikte, bu durum, Arktik'in potansiyelinin tam anlamıyla keşfedilmesine engel olmamıştır; aksine, bu bölgeyi keşfetme arzusu hâlâ güçlüdür.

Öte yandan, teknolojideki kayda değer ilerlemeler (Uydu görüntüleme, 3D sismik görüntüleme ve otonom su altı araçları gibi arama teknolojileriyle rezervler tespit edilirken, buz kırıcı platformlar ve yüzer LNG terminalleri ile üretim yapılır) derin su arama projelerini mümkün kılmaktadır. Derin denizlerdeki petrol ve doğal gaz rezervlerine erişimi sağlayacak olan bu teknolojiler, daha önce keşfedilemeyen alanlara ulaşılmasına olanak tanımaktadır. Bugün, Amerika Birleşik Devletleri, Brezilya, Batı Afrika ve Meksika Körfezi gibi bölgelerde, deniz seviyesinin 2.000 metre altındaki derinliklerde aktif üretim yapılmaktadır. Ayrıca Kuzey Denizi'nde, deniz tabanının 6.000 metre altında yer alan rezervuarlardan başarılı bir şekilde petrol çıkarılmaktadır. Keşfedilmemiş derin su kaynaklarının %40'ının 2.000–3.000 metre, %30'unun ise 3.000–4.000 metre derinliklerde bulunduğu tahmin edilmektedir.

Gelecekte, fosil yakıt arama faaliyetlerinin devam edip etmeyeceğini büyük ölçüde küresel iklim değişikliği ile fosil yakıt sektörü arasındaki mücadele belirleyecektir. Bu arama faaliyetlerinin çevresel etkileri ve karbon emisyonları konusunda devam eden tartışmalar, gelecekte fosil yakıt üretiminin şekillenmesinde önemli bir rol oynayacaktır. Ayrıca, fosil yakıtların kullanımı ve rezervlerin tükenmesiyle birlikte, enerji sektöründe yenilenebilir enerji kaynaklarının nasıl entegre edileceği ve fosil yakıtlara olan bağımlılığın ne ölçüde azalacağı gibi sorular, sektörü daha sürdürülebilir bir hale getirecek çözümler üzerine odaklanmayı gerektirecektir. Sonuç olarak, Arktik ve derin su arama projeleri, fosil yakıt arzını artırmayı hedeflerken, çevresel etkileri ve iklim değişikliğiyle mücadelenin getirdiği zorluklarla karşı karşıyadır. Bu projeler, gelecekte enerji sektörünün evriminde belirleyici bir rol oynayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Arktik alan, Enerji, Fosil yakıt, Küresel ısınma, Petrol, İlkim değişikliği.

Abstract

The future of fossil fuels remains a hotly debated topics in the energy sector. While fossil fuels continue to play a crucial role in meeting the global energy demand, the gradual depletion of traditional exploration areas and reserves has made the search for new resources and regions imperative. In this context, Arctic region and deepwater exploration programs have emerged as critical initiatives to discover new oil fields.

The Arctic regions host a significant undiscovered oil and gas reserves. However, exploration activities in these regions are largely restricted due to international agreements, environmental protection concerns, and increasing climate change awareness. Oil exploration activities in the Arctic, especially one of the regions most affected by global warming, have been temporarily halted due to these environmental concerns. Nevertheless, this situation has not prevented the full exploration of the Arctic's potential; on the contrary, the desire to explore this region remains strong.

On the other hand, remarkable advancements in technology (such as exploration technologies like satellite imaging, 3D seismic imaging, and autonomous underwater vehicles for detecting and identifying reserves, and icebreaker platforms and floating LNG terminals for production) have made deepwater exploration and production feasible. These technological advancements now allow access to previously inaccessible offshore fields. Today, production is carried out at depths of up to 2,000 meters below sea level in areas such as the United States, Brazil, West Africa, and the Gulf of Mexico. Additionally in the North Sea, oil extraction is successfully being carried out from reservoirs located 6,000 meters beneath the seafloor. It is estimated that 40% of the undiscovered deepwater reserves lie between 2,000-3,000 meters, and 30% between 3,000-4,000 meters in depth.

In the future, the continuation of fossil fuel exploration activities will largely depend on the ongoing struggle between global climate change and the fossil fuel sector. Discussions about the environmental impacts and carbon emissions activities will play a significant role in shaping the future of fossil fuel production. Additionally, questions on how renewable energy sources will be integrated into the energy sector and what extent dependency on fossil fuels will decrease and will drive solutions aimed at making the sector more sustainable.

In conclusion, Arctic and deepwater exploration projects aim to increase fossil fuel supply while facing challenges posed by environmental impacts of these exploration and the fight against climate change. These projects will play a decisive role in the future evolution of the energy sector.

Keywords: *Arctic region, Energy, Fossil fuel, Global warming, Petroleum, New energy era.*

Güneydoğu Anadolu'nun Petrol Rezervuarları

The Oil Reservoirs of Southeast Anatolia

Erhan Yılmaz (1), Fevzi Mert Türesin (1)

(1) Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO), ARGE Merkezi, 06530 Çankaya, Ankara, Türkiye (mturesin@tpao.gov.tr)

Öz

Güneydoğu Anadolu Bölgesi, 1940 yılında Ramandağ Antiklinali'nde ilk kez petrole rastlanmasından günümüze kadar, Türkiye'deki petrol arama ve üretim faaliyetlerinin merkezi olma özelliğini korumaktadır. GDA, tektonik özellikleri, Prekambriyen'den güncele kadar uzanan sedimanter istifleri barındırması ve ülke ekonomisine sağladığı faydalar nedeni ile yerli ve yabancı yüzlerce yer bilimcinin ilgisini çekmiş ve 80 yılı aşkın süre içerisinde, çalışma alanı ile ilgili sayısız makale ve teknik rapor yazılmıştır. Mevcut tüm bu bilgilerin, petrol rezervuarları bakımından ele alınarak tek bir kaynakta toplanmasının, petrol arama ve üretim faaliyetlerinde çalışan yer bilimcilerine büyük fayda sağlayacağı değerlendirilmiştir. Bu kapsamda, bölgede petrol üretiminin gerçekleştirildiği rezervuar birimlerin sedimantolojisi, rezervuar özellikleri, bu özellikleri etkileyen diyajenetik süreçler, birimlerin coğrafik yayılımı ve yanal yöndeki değişimleri detaylı bir şekilde çalışılıp önceki çalışmalar ile derlenerek yer bilimcilerin kullanımına sunulmuştur.

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Adıyaman, Diyarbakır, Batman, Nusaybin ve Şırnak olmak üzere beş ana bölgede bulunan ve yaşları Geç Ordovisiyen'den Geç Paleosen'e kadar değişen 18 farklı birimden petrol üretimi yapılmaktadır. Bu rezervuarlardan en önemli olanları, toplam üretimin yaklaşık %80'nin yapıldığı Derdere, Karababa ve Garzan formasyonlarıdır. Karbonat kayalardan oluşan bu birimlerde gözeneklilik ve geçirgenlik değerleri sırasıyla, %1-36, 0.01-330 mD, %0.1-29, 0.01-404 mD ve %0.01-40, 0.01-3400 mD aralığında değişmektedir. Bu değerler birimlerin hidrokarbon potansiyelini gösterir niteliktedir.

Anahtar Kelimeler: Coğrafik yayılım haritaları, GDA, petrol rezervuarları

Abstract

The Southeastern Anatolia Region (GDA) has maintained its position as the center of oil exploration and production activities in Turkey since the first discovery of oil in the Ramandağ Anticline in 1940. GDA has attracted the attention of hundreds of local and international geoscientists due to its tectonic features, its sedimentary sequence extending from the Precambrian to the present, and its benefits to the country's economy. Consequently, numerous articles and technical reports have been written about the study area over more than 80 years. It has been assessed that compiling all this existing information in a single source, with a focus on oil reservoirs, would be of great benefit to geoscientists working in oil exploration and production activities. Within this scope, the sedimentology, reservoir characteristics, diagenetic processes affecting these characteristics, geographic distribution, and lateral variations of the reservoir units in which oil production is carried out in the region have been studied in detail. This research has been compiled with previous studies and presented for the use of geoscientists.

In the Southeastern Anatolia Region of Turkey, oil production occurs across 18 distinct units spanning from the Late Ordovician to the Late Paleocene periods. These operations are concentrated in five primary areas, Adıyaman, Diyarbakır, Batman, Nusaybin, and Şırnak. *Among these oil reservoirs, the most significant are the Derdere, Karababa, and Garzan formations, which collectively account for approximately 80% of the total production. These formations consist of carbonate rocks, exhibiting the following porosity and permeability values; porosity ranges from 1% to 36%, while permeability varies between 0.01 and 330 mD in Derdere Formation, porosity values are between in 0.1% to 29%, and permeability spans 0.01 to 404 mD in Karababa Formation and porosity varies in between 0.01% and 40%, with permeability values from 0.01 to 3400 mD in Garzan Formation. These values provide valuable insights into the hydrocarbon potential of these formations.*

Keywords: *GDA, geographic distribution maps, oil reservoirs*

X Petrol Sahası'nda Garzan Formasyonu'nun Rezervuar Özelliklerinin Değerlendirilmesi, Güneydoğu Türkiye

The Evaluation of Reservoir Characteristics of the Garzan Formation in X Oilfield, Southeastern Türkiye

Damla Altıntaş (1), Yalın Altıntaş (2)

(1) Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO), ARGE Merkezi, 06530 Çankaya, Ankara, Türkiye
(2) Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO), Arama Daire Başkanlığı, 06530 Çankaya, Ankara, Türkiye
(dgargili@tpao.gov.tr)

Öz

Maastrihtiyen'de sığ denizel ortam koşullarında çökelen Garzan Formasyonu, Güney Doğu Anadolu Bölgesi'nde petrol üretimi yapılan önemli rezervuar seviyelerden biridir. Bölgede geniş yayılım gösteren birim, birçok kuyuda kesilmiş ve kuyu kesinti numuneleri, karotlar ve kuyu logları üzerinde ayrıntılı olarak çalışılmıştır. X Petrol Sahası'nda açılan kuyularda, Garzan Formasyonu'nun farklı alt ortamlarında çökelmiş fasiyesler tariflenmiştir.

Sahada 4 kuyudan alınan karotlardan elde edilen tapalar üzerinde yapılan temel karot analizleriyle (TKA), birimin porozite ve permeabilite değerleri ölçülmüş ve rezervuar özellikleri belirlenmiştir. X Sahası'nda Garzan Formasyonu'nun ortalama porozite değeri %14.1 olarak hesaplanırken ortalama permeabilite değeri yaklaşık olarak 2 mD'dir. Tapa uçlarından yapılan ince kesitlerin petrografik analizleri yapılarak sedimantolojik özellikleri ortaya konmuştur. Yığışım/yığışım civarı ve lagün alt ortam koşullarında çökeldiği değerlendirilen birimde, farklı mikrofasiyesler tanımlanmıştır. Garzan Formasyonu'na etki eden başlıca diyajenetik süreçler; mikritleşme, neomorfizma, erime, çimentolanma, sıkışma ve kısmi dolomitleşmedir. Garzan Formasyonu'nun rezervuar karmaşıklığı ve kalitesi; kısa mesafelerde farklılaşan düşey ve yanal mikrofasiyes değişimleriyle ve çökelim sonrası geçirilen diyajenetik evrelerle kontrol edilmektedir. Ayrıca alınan karotlar dual-enerjili bilgisayarlı tomografi cihazı ile taranarak birimin rezervuar özellikleri kalitatif ve kantitatif olarak değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Dual-enerji bilgisayarlı tomografi, Garzan Formasyonu, karbonat kayaçlar, Maastrihtiyen.

Abstract

The Garzan Formation, deposited in shallow marine environmental conditions during the Maastrichtian, is one of the significant reservoirs in the Southeastern Anatolia Region. The unit has been penetrated in many oil wells and studied in detail on well cutting samples, cores, and well logs. In the X oilfield, several wells were drilled for hydrocarbon exploration and production. Various microfacies were defined and described in different sub-environments.

Fundamental core analyses (FCAL) were performed on the core plugs obtained from four wells in the X oilfield, measuring the porosity and permeability values and characterizing the reservoir. The average porosity value of the Garzan Formation in the X oilfield was calculated as 14.1%, while the average permeability value is approximately 2 mD. Sedimentological properties were revealed through petrographic analyzes of thin sections prepared from edges of the core plugs. The Garzan Formation was deposited in build-up/near build-up and lagoonal sub-environmental conditions, with various microfacies identified. The main diagenetic processes affecting the Garzan Formation are micritization, neomorphism, dissolution, cementation, compaction, and partial dolomitization. The reservoir heterogeneity and complexity of the Garzan Formation are defined by vertical and lateral microfacies change in short distances and post-depositional diagenetic modifications. Additionally, the reservoir properties of the unit were evaluated qualitatively and quantitatively by scanning the cores with a dual-energy computed tomography (DECT) machine.

Keywords: *Carbonate reservoirs, dual-energy computed tomography (DECT), Garzan Formation, Maastrichtian.*

Mardin Grubu Karbonatlarında Dolomit Karakterizasyonu ve Rezervuar Parametrelerine Etkisi, Güneydoğu Türkiye

Dolomite Characterization of Mardin Group Carbonates and Its Effect on Reservoir Parameters, SE Turkey

Suzan Müge Yetim (1), Candan Kızılırmak (1)

(1)ARGE Merkezi, TPAO
(smergene@tpao.gov.tr)

Öz

Bu çalışma farklı sahalardaki Mardin Grubu karbonatları içerisindeki, fasiyes tipleri, fasiyes tiplerine göre oluşan farklı dolomit tipleri, dolomitleşme mekanizmaları ve kaç aşamada oluştukları, dolomit oluşumunun rezervuar gelişimine olumlu ya da olumsuz etkileri üzerine odaklanmaktadır. Farklı sahaların dolomit oluşum mekanizmaları petrografik analizler ve polarizan mikroskop bağlantılı katoduliminesans çalışmaları ile ortaya koyulmuştur. Bunlara ek olarak karotlardan alınan tapalardan karot tomografi çekimleri yapılmış, kaba yoğunluk değerlerine göre elde edilen porozite yüzdeleri laboratuvar ölçümleri ile kıyaslanmıştır. Tapalardan çekilen karot tomografi imajları ve ince kesitlerden yapılan yüksek çözünürlüklü tarama cihazı fotomikrografları dolomit tiplerine göre oluşan porozite tiplerini ve rezervuar parametrelerini birlikte değerlendirmek için kullanılmıştır. Farklı bölgelerde yer alan farklı Mardin Grubu karbonatlarının rezervuar özellikleri, çökelime ve diyajenetik süreçlere bağlı olarak değerlendirilmiştir. Dolomitleşme rezervuar özelliklerini etkileyen en önemli diyajenetik süreç olması sebebiyle detaylı olarak analiz edilmesi gerektiği düşünülmektedir. Petrografik gözlemlere ek olarak, jeokimyasal parametrelerin de dolomitlerin sınıflandırılması ve oluşum mekanizmalarının yorumlanması açısından önemli olduğu düşünülmekte olup, XRF analizleri de yapılmıştır. Tüm bu analizlerin birlikte değerlendirilmesi ile dolomit oluşumunun ve farklı mekanizmaların neticesinde oluşan farklı tiplerdeki dolomitlerin Mardin Grubu karbonatlarının rezervuar özelliği kazanmasındaki rolünü daha net ortaya koyduğu düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Karbonatlar, diyajenez, rezervuar, dolomit, Güneydoğu Anadolu.

Abstract

This study focuses on the facies types within the Mardin Group carbonates in different fields, the different types of dolomite formed according to the facies types, the dolomitization mechanisms and how many stages they were formed, and the positive or negative effects of dolomite formation on reservoir development. The dolomitization mechanisms of different fields were revealed by petrographic analyzes and polarizing microscope-coupled cathodoluminescence studies. In addition, core tomography (dual CT) was performed from the plugs taken from the cores, and the porosity percentages obtained according to the bulk density values were compared with laboratory measurements. Core tomography images taken from the plugs and high-resolution scanning device photomicrographs made from thin sections were used to evaluate the porosity types and reservoir parameters formed according to dolomite types together. The reservoir properties of Mardin Group carbonates located in different regions were evaluated depending on the depositional and diagenetic processes. It is thought that dolomitization, which is the most important diagenetic process affecting reservoir properties, should be analyzed in detail. In addition to petrographic observations, it is thought that geochemical parameters are also important in terms of classifying dolomites and interpreting their formation mechanisms, and XRF analyzes were also performed. It is thought that the role of dolomite formation and different types of dolomites formed as a result of different mechanisms in acquiring reservoir properties of Mardin Group carbonates is more clearly revealed by evaluating all these analyzes together.

Keywords: *Carbonates, diagenesis, reservoir, dolomite, Southeast Turkey,*

Barito Havzası Miyosen Kömürlerinin Hidrokarbon Türüm Potansiyeli ve Paleo-Çökelim Özellikleri (Güneydoğu Borneo, Endonezya)

Hydrocarbon Generation Potential and Paleo-Depositional Characteristics of Miocene Coals in the Barito Basin (Southeast Borneo, Indonesia)

Syahronidavi Al Ghifari (1), Nazan Yalçın Erik (2)

(1) PT, Pertemina- Cakarta-Endonezya
(2) Sivas Cumhuriyet Üniv. Jeoloji Müh. Bölümü, Sivas-Türkiye
(nyalcin@gmail.com)

Öz

Sumatra ve Borneo adalarındaki Senozoyik yaşlı sedimanter havzalarda bulunan Miyosen ve Üst Eosen yaşlı önemli kömür damarları sayesinde Endonezya, dünyanın önde gelen kömür üreticilerindendir. Bu havzalardan birisi olan Mahakam Deltası, güneydoğu Borneo'daki Güney Kalimantan'ın doğu-kuzeydoğusunda bulunan Tersiyer Kutai Havzası içinde yer almakta olup, Endonezya'nın en verimli petrol ve gaz üretim bölgelerinden biri olarak kabul edilir. Mahakam Deltasında Orta ve Geç Miyosen yaşlı çökeller (kömür, şeyl ve karbonatlı şeyl) gibi hidrokarbon üretimi için potansiyel kaynak kayaçlardır. Bu çalışma ise Borneo Adası'nın güneydoğusundaki Güney Kalimantan'da yer alan, Kutai Havzası'na komşu Barito Havzası'nda yapılmıştır. Miyosen yaşlı Warukin Formasyonu'ndaki kömürlerin hidrokarbon potansiyelini ve çökelme ortamını değerlendirmek amacıyla detaylı organik jeokimyasal analizler gerçekleştirilmiştir. Formasyon içindeki kömür damarları ve organik madde açısından zengin birimlerden alınan örnekler, başlıca Toplam Organik Karbon (TOC), Piroliz, Gaz Kromatografisi (GC) ve Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometrisi (GC-MS) kullanılarak analiz edilmiştir. İncelenen kömürlerde nem oranı %12,60 ile %22,20 arasında, kül içeriği %4,39 ile %21,50 arasında, kalorifik değeri ise 4.279 cal/g ile 5.630 cal/g arasında değişmektedir ve kömürler ASTM standartlarına göre humik tip ve linyit özelliğindedir. TOC değerleri %46,87 ile %55,16 arasında, S2 değerleri ise 55,25 ile 113,85 mg HC/g TOC arasında değişmektedir; bu da kömürlerin kaynak kaya potansiyeli için yeterli miktarda organik madde içeriğine sahip olduğunu göstermektedir. Hidrojen İndeksi (HI) 107 ile 238 mg HC/g TOC arasında, S2/S3 oranı ise 2,19 ile 5,27 mg HC/g TOC arasında değişir; bu da kömür örneklerinin çoğunlukla gaz (tip III) ve petrol-gaz türüm potansiyelli (tip II/III) olduğunu belirtir. Petrografik olarak, bileşimde büyük oranda vitrinit (%94-%97), daha az miktarda liptinit (%3-%5) ve inertinit (%1 civarında) bulunmaktadır.

Termal olgunluk göstergelerinden olan Tmax değerleri 385°C ile 414°C arasında, Üretim İndeksi (PI) 0,02 ile 0,07 arasında ve vitrinit yansıma değerleri ise %0,21 ile %0,26 arasında değişir; bu da kömür örneklerinin termal olarak olgunlaşmamış olduğuna işaret eder. Gaz kromatografi ve GC-MS sonuçları da bu bulguyu desteklemektedir. Pr/nC17 oranı 0,35 ile 1,01 ve CPI değeri 0,6 ile 1,69 arasında değişmekte olup, çökelim ortamının geçiş ortamı olduğunu gösterir. C21/C23-trisiklik terpan ve C24-tetrasiklik terpan/C26-trisiklik terpan oranlarının düşük olması, C29>C27>C28-steran dağılımı ve gamaseran varlığı bu yorumu destekler. Karasal etkiler, yüksek Pr/Ph oranları (1,39-2,47) ve düşük C22/C21-trisiklik terpan değerleri (0,29-0,44) ile yüksek C26/C25-trisiklik terpan değerleri (2,33-38) ile belirgindir; deniz etkileri ise yüksek C29-norhopan/C30-hopan ve C31 22R/C30-hopan oranlarıyla izlenir. Paleo-çökelme ortamı, üst delta veya bataklık ortamlarına işaret etmektedir.

İncelenen kömürlerin, artan sıcaklık ve basınç koşullarında hidrokarbon (başlıca gaz veya petrol-gaz) üretme potansiyeline sahip kaynak kayaçlar olabileceği sonucuna varılmıştır. Bu bulgu, yakın sahalarda kömürler ile kumtaşları arasında görülen petrol sızıntıları nedeniyle daha da önem kazanmaktadır ve ayrıntılı çalışmalar devam etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Barito Havzası, Borneo, Endonezya, Enerji Kaynağı, Fosil Yakıt, Kömür, Mahakam Deltası.

Abstract

Indonesia is one of the world's leading coal producers, thanks to significant Miocene and Upper Eocene coal seams found in Cenozoic sedimentary basins on the islands of Sumatra and Borneo. One of these basins, the Mahakam Delta, is in the Tertiary Kutai Basin, to the east-northeast of South Kalimantan in southeastern Borneo, and is considered one of Indonesia's most productive oil and gas production regions. In the Mahakam Delta, Middle and Late Miocene deposits (coal, shale, and calcareous shale) are potential source rocks for hydrocarbon production. This study was conducted in the Barito Basin, located in southeastern Borneo's South Kalimantan, adjacent to the Kutai Basin. Detailed organic geochemical analyses were performed to assess the hydrocarbon potential and depositional environment of the Miocene-age Warukin Formation coals. Samples taken from coal seams and organic-rich units within the formation were analyzed using Total Organic Carbon (TOC), Pyrolysis, Gas Chromatography (GC), and Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS). The examined coals have moisture content ranging from 12.60% to 22.20%, ash content ranging from 4.39% to 21.50%, and calorific values between 4,279 cal/g and 5,630 cal/g. According to ASTM standards, they are of humic type and lignite rank. TOC values range from 46.87% to 55.16%, and S2 values range from 55.25 to 113.85 mg HC/g TOC, indicating that the coals have sufficient organic matter content for source rock potential. The Hydrogen Index (HI) ranges from 107 to 238 mg HC/g TOC, and the S2/S3 ratio varies between 2.19 and 5.27 mg HC/g TOC, indicating that the coal samples are predominantly gas-prone (type III) and oil-gas-prone (type II/III). Petrographically, the composition consists primarily of vitrinite (94%-97%), with smaller amounts of liptinite (3%-5%) and inertinite (around 1%).

Thermal maturity indicators show Tmax values between 385°C and 414°C, Production Index (PI) between 0.02 and 0.07, and vitrinite reflectance values ranging from 0.21% to 0.26%, indicating that the coal samples are thermally immature. Gas chromatography and GC-MS results support this finding. The Pr/nC17 ratio ranges from 0.35 to 1.01, and the CPI value ranges from 0.6 to 1.69, indicating a transitional depositional environment. The low C21/C23-tricyclic terpane and C24-tetracyclic terpane/C26-tricyclic terpane ratios, along with the C29>C27>C28 sterane distribution and the presence of gammacerane, support this interpretation. Terrestrial influences are evident from the high Pr/Ph ratios (1.39-2.47) and low C22/C21-tricyclic terpane values (0.29-0.44), as well as the high C26/C25-tricyclic terpane values (2.33-38); marine influences are observed through the high C29-norhopane/C30-hopane and C3122R/C30-hopane ratios. The paleo-depositional environment indicates an upper delta or swamp environment.

It has been concluded that the examined coals may have the potential to generate hydrocarbons (mainly gas or oil-gas) under increasing temperature and pressure conditions, indicating their potential as source rocks. This finding is further significant due to the observed oil seeps between the coals and sandstones in nearby areas, and detailed studies are ongoing.

Keywords: *Barito Basin, Borneo, Indonesia, Energy Source, Fossil Fuel, Coal, Mahakam Delta.*

Karot Karakterizasyonunda Dijital Bir Yaklaşım: Bilgisayarlı Tomografi Tarama ve 3B Sanal Tapa Alımıyla Gözeneklilik Tahmini

A Digital Approach to Core Characterization: Predicting Porosity Through CT Scanning and 3D Virtual Core Plugging

Hasan Çağlar Üsdün (1), İbrahim Olgun Uğurlu (1)

(1) Türkiye Petrolleri AR-Ge Merkezi Söğütözü mah. Nizami Gencevi Cad. No:10/D Çankaya/Ankara (ugurlu@tpao.gov.tr)

Öz

Karot verileri, formasyon değerlendirmesi ve rezervuarın petrofiziksel özelliklerinin doğrudan ölçümleri için temel veri kaynağıdır. Karotlardan temel karot analizleri için alınan tapaların hidrokarbon ve tuzlardan tamamen temizlenmesi gerekmektedir. Bu temizlik işlemi için sıcak toluen ve metanol kullanılır. Bu temizlik süreci, kayacın geçirgenliği, gözenek yapısının heterojenliği ve mevcut hidrokarbon türü gibi faktörlere bağlı olarak birkaç hafta sürebilir. Bu durumda, tüm karot BT (Bilgisayarlı Tomografi) taraması gibi gelişmekte olan dijital görüntüleme teknolojileri, karotun ayrıntılı karakterizasyonu ve temsili örnek seçimi için hızlı bir araç olarak öne çıkmaktadır.

Tüm karot BT görüntüleme, petrol ve gaz endüstrisinde karotların iç yapısını değerlendirmek için kullanılan güvenilir ve tahribatsız bir tekniktir. Elde edilen görüntüler, tapa seçimi için karotların hızlı bir ön değerlendirmesini sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda taranan karot boyunca çatlaklar, temel fasiyes değişiklikleri ve gözeneklilikteki farklılıklar gibi kritik fiziksel ve jeolojik detayları da ortaya çıkarır. X-ışını tomografi görüntülemenin en önemli avantajlarından biri, taranan karot örneklerinden elde edilen sayısal verilerin analiz imkanı sunmasıdır. Bu çalışmada, tek bir yüksek enerji ayarı (140 kV) kullanılarak karot aralığı boyunca kaba yoğunluk (bulk density) değişimleri belirlenmiş ve elde edilen veriler gözeneklilik tahmini için kullanılmıştır. Karot uzunluğu boyunca yüksek çözünürlüklü görüntülerin ve sayısal verilerin elde edilmesi, karot analiz programının başlangıç aşamalarında rezervuar heterojenliğini karakterize etmek, RCAL (Temel Karot Analizleri) ve SCAL (Özel Karot Analizleri) çalışmaları için örnek seçimini optimize etmek açısından son derece önem arz etmektedir. Bu bağlamda, bu çalışma, tüm karot BT taraması, 3D (üç boyutlu) sanal tapa alımı ve sayısal BT veri analizleri entegre edilerek gözeneklilik tahmini amaçlamaktadır. Ayrıca, farklı Winland r35 kayaç tiplerinin BT verileri karşılaştırılması, tapaların içindeki akışkan içeriğinin gözeneklilik hesaplamalarına nasıl etki ettiği, karot temizleme, kurutma öncesi ve sonrası CT numaralarını karşılaştırılarak araştırılmıştır.

3D sanal tapa alımı, karot analizinde oldukça yeni bir yaklaşımdır. İstenilen çapta silindirik tapalar üretmek için endüstriyel yazılım kullanılarak bir tapanın dijital bir versiyonunu oluşturmayı içerir. Bu çalışmada, 15 metrelik kumtaşı karotlarından yaklaşık otuz adet sanal tapa örneği (1 inç çapında) elde edilmiştir. Sanal tapaların gözenekliliği, kaba yoğunluk (bulk density) ile BT numaraları arasındaki korelasyon kullanılarak hesaplanmış ve bu değerler laboratuvar ölçümü olan helyum gözenekliliği ile karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, helyum gözenekliliği ile BT tabanlı sanal tapa gözenekliliği arasında yüksek bir korelasyon (R^2 = 0.9474) olduğunu göstermektedir.

Bu entegre yaklaşım, rezervuar heterojenliğini karakterize etmek ve rezervuar gözeneklilik tahminini hızlandırmanın yanı sıra, özellikle fiziksel tapa alımının zor olduğu durumlarda, çatlaklı veya yeterince konsolide olmayan kayaçlarda sanal tapa alımı ile hızlı, karotların fiziksel yapısını koruyarak veri elde edilmesine olanak sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: sanal tapa alımı, tüm karot bilgisayarlı tomografi (BT), gözeneklilik, rezervuar karot karakterizasyonu

Abstract

Traditional core analysis, the standard for evaluating reservoir properties, relies on direct measurements of petrophysical characteristics. Plugs taken for routine core analysis require thorough cleaning to remove oil and salts, typically using Soxhlet extraction with hot toluene and methanol. This cleaning process can be lengthy, sometimes taking weeks, depending on factors like rock permeability, pore structure heterogeneity, and the type of hydrocarbon present. To address this time constraint, emerging digital imaging technologies, particularly whole-core computed tomography (CT) scanning, have become invaluable. CT scanning offers a rapid method for detailed core characterization and representative sample selection.

Whole-core CT imaging is a robust, non-destructive technique used in the oil and gas industry to assess the internal structures of cores. The resulting images provide a quick preview of core tubes for sample selection and reveal crucial physical and geological features, such as fractures, facies changes, and porosity variations along the core. A key advantage of X-ray CT imaging is its ability to generate quantitative data for core sample analysis. In this research, standard whole-core CT scanning was performed using a single high-energy setting (140 kV), primarily reflecting density variations. This density data was then used to predict porosity. Acquiring high-resolution, continuous images and quantitative data along the core length is extremely beneficial in the initial stages of core analysis for characterizing reservoir heterogeneity and optimizing sample selection for SCAL studies. This study aims to expedite porosity estimation by integrating whole-core CT scanning, 3D virtual core plug acquisition, and quantitative CT data analysis. It also investigates the CT response to different Winland r35 rock types and how fluid content within the plugs affects porosity calculations by comparing CT numbers before and after cleaning and drying.

3D virtual core plugging is a relatively new technology offering innovative solutions in core analysis. This process involves creating a digital representation of a core plug using specialized software to generate cylinders of any desired diameter. In this research, approximately thirty 1-inch diameter virtual plug samples were extracted from 15-meter sandstone cores. The porosity of these virtual plugs was calculated using the correlation between bulk density and CT numbers and compared to laboratory-measured helium porosity. The results showed a strong correlation between helium porosity and CT-derived virtual plug porosity, with a coefficient of determination (R^2) of 0.9474.

This integrated approach, in addition to characterizing reservoir heterogeneity and accelerating reservoir porosity estimation, allows for rapid data acquisition with virtual core retrieval, preserving the physical structure of the cores, especially in cases where physical plug retrieval is difficult, such as in fractured or poorly consolidated rocks.

Keywords: *virtual core plugging, whole-core computed tomography (CT), porosity, reservoir core characterization*

Gözleme Dayalı Karot Numunelemeden Veri Odaklı Tapa Almaya: Rezervuar Karot Karakterizasyonunda CT Veri Analizinin Rolü

From Visual Observation-Based Core Sampling to Data-Driven Plugging: The Role of CT Data Analysis in Reservoir Core Characterization

İbrahim Olgun Uğurlu (1), Hasan Çağlar Üsdün (2), Suatcan Işıkdoğan (3)

(1)(2)(3) Türkiye Petrolleri AR-Ge Merkezi Söğütözü mah. Nizami Gencevi Cad. No:10/D Çankaya/Ankara (ugurlu@tpao.gov.tr)

Öz

Dual enerji Bilgisayarlı tomografi (CT Scan) teknolojisinin gelişiminden önce birçok laboratuvar belirli aralıklarda (her 30 cm'de bir) yada gözleme dayalı tapa alımı ile karot numunelemesi yapmaktaydı. Sadece gözleme dayalı olarak belirlenen tapa noktaları (random core sampling) ve sonrasında yürütülen karot karakterizasyonu çalışmaları rezervuar heterojeniteyi tam anlamıyla temsil etmemektedir.

Özellikle ince tabakalı/laminasyonlu kumtaşı, şeyl (thinly laminated unconsolidated sands&shales) ardalanmalı karotlarda ve heterojen karbonat rezervuarlarında bu durum ile daha fazla karşılaşılmaktadır.

İleri imaj teknikleri ve gelişen teknoloji ile CT taramaları çok yaygınlaşmış ve heterojen rezervuarlarda kullanımı neredeyse zorunlu hale gelmiştir. Rezervuar karakterizasyonunun daha doğru bir şekilde yapılabilmesi ve karotu bütünsel olarak temsil eden noktalardan örnekleme yapılabilmesi, kantitatif CT data analizleri ile tapa alma stratejisinin belirlenmesine (plugging strategy) bağlıdır.

Özellikle unkonsolide kumlar ve ıslanımlılık (wettability) analizleri için korumalı alınan karotlarda, karotların açılmadan tapa noktalarının belirlenmesi büyük önem arz etmektedir.

Bu çalışma sonucunda klastik ve karbonat karot örneklerinde CT data analizi ile karotlarda temsili noktalardan örnekleme yapılıp karot petrofiziksel karot karakterizatonu yapılmış ve optimum noktalardan tapa alımı için iş akışı (workflow) oluşturulmuştur.

Anahtar Kelimeler: dual-enerji ct scan, gözeneklilik, petrofizik, rezervuar karot karakterizasyonu, tapa alım stratejisi,

Abstract

Before the development of dual-energy Computed Tomography (CT Scan) technology, many laboratories conducted core sampling at specific intervals (every 30 cm) or based on visual observation-based plug selection. However, random core sampling, where plug points are determined solely through observation, and subsequent core characterization studies do not fully represent reservoir heterogeneity. This issue is particularly common in thinly laminated, interbedded sandstone and shale cores (thinly laminated unconsolidated sands & shales) and in heterogeneous carbonate reservoirs.

With advancements in imaging techniques and technology, CT scanning has become widely adopted and is now almost essential for heterogeneous reservoirs. To achieve more accurate reservoir characterization and to sample from points that holistically represent the core, the plugging strategy must be guided by quantitative CT data analysis.

This is especially crucial for unconsolidated sands and wettability analysis, where plug points must be determined before opening the cores to ensure their integrity.

As a result of this study, representative core sampling was conducted on clastic and carbonate cores using CT data analysis, followed by petrophysical core characterization. Furthermore, a workflow was established for optimal plug selection.

Keywords: *core plugging strategy, dual-energy ct scan, petrophysics, porosity, reservoir core characterization*

PETROL VE DOĞALGAZ ARAŞTIRMALARI OTURUMU

Oil and Natural Gas Exploration Session

İsmail BAHTİYAR, Sait BAYTOK, Ali DEMİRER, Reyhan KARA- GÜLBAY, Hasan SARIKAYA

Poster Sunumlar/*Poster Presentations*

Güneydoğu Türkiye Paleozoyik Silisiklastik İstiflerinin Rezervuar Potansiyeli

Reservoir Potential of Paleozoic Siliciclastic Sequences in Southeastern Türkiye

Muhittin Şenalp (1), Sema Tetiker (2), Nahide Kardelen Esim (2)

(1) Saudi Aramco (Retired Sr. Geological Consultant), Saudi Arabia
(2) Batman Üniversitesi, Madencilik ve Maden Çıkarma Teknolojisi Bölümü, Türkiye
(sema.tetiker@batman.edu.tr)

Öz

Son yıllarda, Arap Platformu'nda çökelen Paleozoyik istiflerin kumtaşlarında ilişkili olmayan gaz, kondensat ve hafif petrol keşfedilmiştir. Güneydoğu (SE) Türkiye'nin Paleozoik istifleri doğrudan magmatik Proterozoik Temeli üzerinde yer almaktadır ve tortul dizi Erken Kambriyen'den Geç Permiyen zamanlarına kadar sürekli olarak çökelmiştir. SE Türkiye'nin Paleozoik Formasyonları, Süper Gondwana kıtasının kuzeybatı köşesinde biriken tortul dizinin bir parçasıdır. Bu çoklu rezervuarlardan çıkan yüzey kesitlerinin stratigrafik ve sedimentolojik çalışmaları, arama ve üretim kuyuları hem rezervuar hem de rezervuar dışı oluşumların yeraltı jeolojisi hakkında önemli miktarda veri sağlamıştır. Kalın denizel ve denizel olmayan silisiklastik istifler, Mardin ve Diyarbakır bölgelerindeki Zabuk ve Şip vadileri boyunca tamamen korunmuş ve iyi bir şekilde ortaya çıkmıştır. En iyi kumtaşı rezervuarları, bölgesel uyumsuzluk yüzeylerinde veya kalınlaşan deltayik istiflerin (Sosink, Konur ve Dadaş formasyonları) en üst kısımlarında örgülü akarsu sistemleri (Zabuk Formasyonu) olarak biriktirilmiştir. Dadaş Formasyonu'nun (Hazro rezervuarı) ve Konur (Seydişehir) Formasyonu'nun deltayik kumtaşlarının halihazırda verimli hidrokarbon rezervuarı olduğu kanıtlanmıştır. En genç kumtaşı rezervuarı, Diyarbakır bölgesindeki Hazro yöresinde Kaş Formasyonu'nda bulunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Arap Platformu, petrol, rezervuar kaya, sıcak şeyl, silisiklastik.

Abstract

*In recent years, non-associated gas, condensate, and light oil were discovered in the sandstones of the Paleozoic successions deposited on the Arabian Platform. The Paleozoic successions of the Southeastern T*ürkiye *rest directly on the igneous Proterozoic Basement, and the sedimentary sequence was deposited continuously from the Early Cambrian to Late Permian times. The Paleozoic Formations of Southeast (SE) T*ürkiye *is part of the sedimentary succession deposited on the northwest corner of the Super Gondwana Land. Stratigraphic and sedimentologic studies of outcrop sections and the exploration and production wells from these multiple reservoirs have yielded immense amount of data on the subsurface geology of both reservoir and non-reservoir formations. The thick marine and nonmarine siliciclastic successions are fully preserved and well exposed along the Zabuk and Şip valleys in Mardin and Diyarbakır regions. The best sandstone reservoirs were deposited as braided fluvial systems (Zabuk Formation) on the regional unconformity surfaces or on the uppermost parts of the progradational deltaic sequences (Sosink, Konur, and Dadaş formations). The deltaic sandstones of the Dadaş Formation (Hazro reservoir) and the Konur (Seydişehir) Formation have already been proven prolific hydrocarbon reservoir. The youngest sandstone reservoir occurs in the Kaş Formation of the Hazro area, in Diyarbakır region.*

Keywords: *Arabian Platform, hot shale, petroleum, reservoir rock, siliciclastic.*

SEDİMANTOLOJİ VE SEDİMANTER SÜREÇLER OTURUMU

Sedimentology and Sedimentary Processes Session

Ezher TAGLIASACCHI, Serkan ÜNER, Enrico CAPEZZUOLI

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

Yerşekli Gelişiminin Anlaşılmasında Araç Olarak Traverten ve Tufa: Kuzey Apenin'den Örnekler (Orta İtalya)

Travertine and Tufa As Tool For Landscape Evolution: Examples From Northern Apennine (Central Italy)

Enrico Capezzuoli

Earth Sciences Department, University of Florence – Italy
(enrico.capezzuoli@unifi.it)

Öz

Karasal karbonatlar, çok çeşitli çökelme ve diyajenez ortamlarında ve genellikle atmosferik koşullarda, kalsiyum bikarbonatça zengin sulardan çökelmiş geniş bir litoloji yelpazesine (mağara, kalsit, gölsel kireçtaşı, traverten ve tufa) sahiptir. Bunlar arasında, traverten ve kalkerli tufaların her ikisi de açık hava koşullarında oluşan 'akmataş' türüdür. Travertenler genellikle termal kaynakların yeniden ortaya çıktığı yerlerde gelişirken, tufalar ise tipik olarak soğuk su (ortam sıcaklığı) kaynak sistemleriyle ilişkili akarsu vadileri boyunca gelişir. Her ikisi de yeraltı sularından beslenen bu iki farklı jeomorfolojik ortam, açıkça farklı beslenme/dolaşım yollarına sahiptir ve belirgin şekilde farklı mineral içeriği ve sıcaklıklarla ortaya çıkmaktadır.

Karasal karbonatların radyometrik tekniklerle yaşlandırılabilme olasılığı, onları paleo-yerşekillerinin evriminin anlaşılmasında mükemmel bir araç haline getirir. Aslında, güncel taban seviyesi döngüsüne göre, farklı yüksekliklerde bulunan karbonat kütlelerinin yaşı, sürekli bir morfolojik modelleme çerçevesinde paleohidrolojik ve paleoiklimsel değişimlerle ilişkili ana hatları belirlemeye yardımcı olur. Bu traverten-tufa çökelleri, özellikle tektonik yükselmenin olduğu aktif orojenik alanlarda, yükselme aşamalarının ve oranlarının anlaşılmasında anahtar olarak kullanılabilir.

Burada Kuzey Apenin'in farklı kesimlerinden sunulan örnek çalışmalar, tektonizma ve iklimsel değişimlerin, yerel karasal karbonat çökelme aşamaları üzerinde güçlü bir etkiye sahip olduğunu kanıtlamaktadır. Çökelme ortamı tanımlanan her bir karbonat kütlesi, radyometrik tarihleme ile birleştirildiğinde, bunların Orta Pleyistosen'den günümüze kadar olan zaman aralığındaki gelişimlerinin anlaşılmasına olanak sağlar. Özellikle hidrografik değişimler ve bununla ilişkili yükseklikler, Kuzey Apenin'in farklı kesimlerinde farklı Pleyistosen yükselme hızlarının meydana geldiğini kanıtlamaktadır.

AnahtarKelimeler: Kuzey Apenin, traverten, tufa, yerşekli gelişimi

Abstract

Terrestrial carbonates comprise a wide spectrum of lithologies (speleothem, calcrete, lacustrine limestone, travertine and tufa) which are mainly precipitated under subaerial conditions from calcium bicarbonate-rich waters in a large variety of depositional and diagenetic settings. Among them, travertine and calcareous tufa are both types of 'flowstones' that form under open-air conditions: the former generally develop close to thermal spring resurgences, while the latter typically develop along fluvial valleys associated with cool water (ambient temperature) spring systems: These two distinct geomorphologic settings, both fed from groundwaters, clearly have dissimilar recharge/circulation pathways and consequently emerge with distinctly different mineral content and temperatures.

The possibility for continental carbonates to be dated with radiometric techniques makes them a perfect tool in reconstructing the palaeolandscape evolution. In fact, the age of carbonate bodies located at different elevations, with respect to the present base level circulation, helps to outline palaeohydrology and relation with paleoclimatic variations in the framework of a continuous morphological modelling. This is particularly evident in active orogenic areas with tectonically-driven uplift where travertine-tufa deposits can be used as key in reconstructing the stages and rates of uplift.

Here are presented some case-studies from different sectors of the Northern Apennine (central Italy), where tectonic and climatic variations evidence strong influence on the local continental carbonate depositional stages. Recognition of the depositional environment for each carbonate bodies, coupled with radiometric dating, allows reconstruction of their development in a time span from the Middle Pleistocene to the actual. In particular, hydrographic variation and related altitude can be depicted, evidencing different Pleistocene rate uplifting occurred in the different sector of the Northern Apennine.

Keywords: *Landscape evolution, Northern Apennine, travertine, tufa*

Erçek Gölü'nün Yıllık Partikül Döngüsü, Van/Doğu Anadolu

Annual Particle Cycle in Lake Erçek, Van/Eastern Anatolia

Ayşegül Feray Gökdere (1,2)

(1) Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 65040, Van/Türkiye
(2) Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Limnojeoloji ve Oşinografi Uygulamam ve Araştırma Merkezi
(feraygokdere@gmail.com)

Öz

Varv (mevsimsel ritmikler, yıllık laminalı tortular), bir yıl içinde farklı mevsimlerde çökelen bir çift lamina olarak tanımlanır. Paleoiklim ve sedimantoloji açısından büyük öneme sahip olan varvlar, geçmiş iklim değişimleri ve jeolojik olayların yüksek çözünürlüklü kayıtlarını sağlar. Varv oluşumu, sıcaklık ve yağış gibi iklimsel faktörlerin yönlendirdiği sedimantasyon süreçlerindeki değişimlere bağlıdır. Bu nedenle, varvları meydana getiren laminaların oluşum mekanizmalarının ayrıntılı olarak incelenmesi, güvenilir iklim ve çevresel rekonstrüksiyonların yapılması açısından kritik öneme sahiptir.

Doğu Anadolu'da yer alan Erçek Gölü'nün varvlı sedimanları, çevresel ve iklimsel değişikliklerin yüksek çözünürlüklü arşivlerini sunarak mevsimsel partikül döngüsünün incelenmesi için önemli bir veri kaynağı sağlamaktadır. Bu çalışmada, göle çökelen malzemenin mevsimsel değişimini anlamak amacıyla, göl tabanına (38 m) bir sediman kapanı yerleştirilmiş ve bir yıl süresince izlenmiştir. Aylık olarak toplanan örnekler üzerinde tane boyu, organik ve inorganik karbon içeriği ve SEM analizleri yapılmıştır. Sonuçlar, Erçek Gölü'ndeki sediman akışının yağış, buharlaşma ve akarsu girdisi de dahil olmak üzere mevsimsel hidrolojik değişikliklerden güçlü bir şekilde etkilendiğini göstermektedir. Erçek Gölü'nde en yüksek sediman akısı ilkbahar ve yaz mevsiminde, orta düzeyde sediman akısı sonbahar mevsimindeve en düşük sediman akısı kış mevsiminde gözlenmiştir. İlkbahar ve yaz aylarında, artan yüzey akışı ve biyolojik üretkenlikle taşınan kırıntılılar ve organik materyal tarafından karakterize edilmektedir. Buna karşın kış ayları azalan yüzey akışı ve göldeki buz örtüsü nedeniyle kimyasal yağışların hâkim olduğu daha düşük sedimantasyon oranlarını göstermektedir. Bu mevsimsel değişimler, açık renkli katmanların ilkbahar-yaz-sonbahar çökelmesini temsil ettiği ve koyu renkli katmanların organik açıdan zengin kış çökelmelerine karşılık geldiği varv yapısında iyi bir şekilde yansıtılmaktadır.

Bu çalışma, Erçek Gölü'nde yıllık partikül döngüsünün anlaşılmasına yönelik ilk çalışmadır. Bulgular, Erçek Gölü'nde varv oluşumunu kontrol eden temel süreçleri ortaya koyarak, göldeki sedimantasyonun mevsimsel ve iklimsel değişimlere verdiği tepkinin daha iyi anlaşılmasını sağlamaktadır. Varvları oluşturan açık ve koyu renkli laminaların oluşum mekanizmaları, sediman akısındaki mevsimsel değişimler ile doğrudan ilişkili olup, özellikle hidrodinamik süreçler, biyolojik üretkenlik ve kimyasal çökelme arasındaki etkileşimlerin varv oluşumunda belirleyici olduğunu göstermektedir.

Bu çalışma Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından FAP-2018-7637 ve FAP-2019-8480 No'lu projeler ile desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Erçek Gölü, paleoiklim, partikül, sediman kapanı, varv

Abstract

A varve (seasonal rhythmites, annual laminated sediments) is defined as a pair of laminae deposited in different seasons within a year. In the fields of paleoclimatology and sedimentology, varves are of great importance due to the high-resolution records they provide of past climate changes and geological events. The formation of varves is depended on variations in sedimentation processes driven by climatic factors, including temperature and precipitation. Therefore, a detailed study of the formation mechanisms of the laminae that form varves is critical for reliable climatic and environmental reconstructions.

The varved sediments of Lake Erçek in eastern Anatolia provide an important data source for the study of seasonal particle cycle by providing high-resolution archives of environmental and climatic changes. In this study, a sediment trap was placed at the lake bottom ot the lake (38 m) and monitored for one year to understand the seasonal variation of material deposited in the lake. Grain size, organic and inorganic carbon content and SEM analyses were carried out on samples collected monthly. The results show that sediment flux in Lake Erçek is strongly influenced by seasonal hydrological changes, including precipitation, evaporation and river input. The highest sediment flux in Lake Erçek was observed in spring and summer, medium sediment flux in autumn and the lowest sediment flux in winter. The spring and summer months are characterized by the prevalence of clastics and organic material, which are transported by increased runoff and biological productivity. In contrast, the winter months show lower sedimentation rates dominated by chemical precipitation due to reduced runoff and ice cover on the lake. These seasonal variations are well reflected in the varve structure, where light-colored layers represent spring-summer-autumn sedimentation and dark colored layers correspond to organic rich winter sediments.

This study is the first attempt to understand the annual particle cycle in Lake Erçek. The findings reveal the fundamental processes controlling varve formation in Lake Erçek and provide a better understanding of the response of sedimentation in the lake to seasonal and climatic variations. The formation mechanisms of the light and dark colored laminae forming varves are directly related to seasonal changes in sediment flux, and show that the interactions between hydrodynamic processes, biological productivity and chemical deposition are key elements in varve formation.

This study was supported by Van Yüzüncü Yıl University, Scientific Research Projects Coordination with the project numbered FAP-2018-7637 and FAP-2019-8480.

Keywords: *Lake Erçek, paleoclimatology, particle, sediment trap, varve*

Kuzeydoğu Anadolu'da Holosen'in Başlangıcına Dair Çoklu Proxy Kanıtları: Çıldır Gölü Örneği

Multiproxy Evidence for the Onset of the Holocene in Northeastern Anatolia: A Case Study from Lake Çıldır

Renas Ali Rostm (1), Ayşegül Feray Gökdere (1,2), Nurdan Yavuz (3), Murat Özkaptan (4), Flavio Anselmetti (5)

(1) Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 65040, Van/Türkiye
(2) Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Limnojeoloji ve Oşinografi Uygulama ve Araştırma Merkezi, 65040, Van/Türkiye
(3) Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı, 06530, Ankara/Türkiye
(4) Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 61080, Trabzon/Türkiye
(5) Bern University, Faculty of Science, Institute of Geological Sciences, 3012, Bern/Switzerland
(renasali13@gmail.com)

Öz

Pleyistosen-Holosen geçişi, küresel iklim sistemindeki en önemli değişimlerden birini temsil eder. Bu geçiş yaklaşık 11.700 yıl önce sona eren Son Buzul Çağı'ndan Holosen'in daha ılıman ve stabil iklim koşullarına geçiş sürecini kapsar. İklimsel ve çevresel değişimlerin hızlandığı bu dönem, ekosistemlerde, deniz seviyelerinde ve atmosferik döngülerde belirgin değişimlere neden olmuştur. Bu nedenle, farklı coğrafi bölgelerden elde edilen yüksek çözünürlüklü paleoiklim kayıtları, geçiş sürecinin mekânsal ve zamansal farklılıklarını anlamak için büyük önem taşımaktadır. Göller, sürekli sediman birikimi sayesinde bu tür değişimleri yüksek çözünürlükte kaydedebilen önemli arşivlerdir.

Bu çalışmada, Kuzeydoğu Anadolu'da yer alan Çıldır Gölü'nden alınan bir adet sediman karot üzerinde radyokarbon tarihlendirmesi ile sediman karotun kronolojisi oluşturulmuştur. µXRF analizleri karot boyunca 1 mm aralıklarla yapılmış ve özellikle Ca, Sr, Ti ve Fe gibi iklim hassasiyeti yüksek elementlerin zamansal değişimleri incelenmiştir. Palinolojik analizler için 5 cm aralıklarla alınan sediman örnekleri üzerinde standart prosedürler uygulanmış ve polen diyagramı oluşturulmuştur. Elde edilen radyokarbon yaşlarına göre, Çıldır Gölü'nden alınan sediman karot yaklaşık 16000 yıllık bir geçmişi simgelemektedir. XRF verilerinden elde edilen Ca/Fe ve palinolojik analizlerden elde edilen AP/NAP oranındaki değişimler korele edilmiş ve bölgede Pleyistosen - Holosen sınırı yaklaşık GÖ 10 bin takvim yılı olarak belirlenmiştir.

Sonuç olarak, Çıldır Gölü'nden elde edilen çoklu proksi verileri, Pleyistosen – Holosen geçişinin bölgesel etkilerini yüksek çözünürlükte ortaya koymaktadır. Bu çalışma geçmiş iklim değişimlerinin rekonstrüksiyonuna önemli bir örnek sunarak, Anadolu'nun Geç Kuvaterner iklim dinamiklerine katkı sağlamaktadır.

Bu çalışma TÜBİTAK tarafından 120Y221 numaralı proje kapsamında desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çıldır Gölü, paleoiklim, Pleyistosen-Holosen sınırı, polen, µXRF

Abstract

The Pleistocene-Holocene transition represents a significant phase of change within the global climate system. This transition encompasses the shift from the Last Glacial Maximum, which ended approximately 11700 years ago, to the more temperate and stable climatic conditions of the Holocene. This period of accelerated climatic and environmental change led to marked transformations in ecosystems, sea levels and atmospheric cycles. Therefore, high resolution paleoclimate records from different geographical regions are of great importance for understanding the spatial and temporal differences of the transition process. Lakes, as continuous archives, offer invaluable insights into such changes due to their ability to accumulate sediment.

In this study, the chronology of a sediment core extracted from Lake Çıldır *in Northeastern Anatolia was established by radiocarbon dating. µXRF analyses were performed at 1 mm intervals along the core and the temporal changes of highly climate sensitive elements such as Ca, Sr, Ti and Fe were examined. For palynological analyses, standard procedures were applied on sediment samples taken at 5 cm intervals and a pollen diagram was created. The radiocarbon ages obtained from the sediment core from Lake* Çıldır *encompassing the last 16,000 years. A correlation has been established between the variations in Ca/Fe and AP/NAP ratio, as determined by µXRF and palynological analyses, respectively. The regions Pleistocene-Holocene boundary has been determined to be approximately 10 ka cal. BP.*

In conclusion, the multi-proxy data obtained from Lake Çıldır *reveal the regional effects of the Pleistocene-Holocene transition at high resolution, thus contributing to the Late Quaternary climate dynamics of Anatolia by providing an important example for the reconstruction of past climate changes.*

This study has been supported by TUBİTAK within the framework of project 120Y221

Keywords: *Lake* Çıldır, *paleoclimate, Pleistocene-Holocene boundary, pollen,* µXRF

Gümüşhane'deki (KD-Türkiye) Turoniyen-Koniasiyen Çökellerinin Sedimantolojik ve Jeokimyasal İncelenmesi: Tetis'in Paleortamsal İzlerinin İpuçları

A Sedimentological and Geochemical Investigation of the Turonian-Coniacian Succession in Gümüşhane, NE Türkiye: Implications for Tethyan Paleoenvironmental Reconstruction

Merve Özyurt (1) Raif Kandemir (2) Selim Yıldızoğlu (2)

(1) Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 61080, Trabzon, Türkiye
(2) Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 53100 Rize, Türkiye
(raifkandemir@gmail.com)

Öz

Sakarya Zonu'nun Doğu Pontid olarak bilinen doğu kesimi, karbonat platformu ve havza çökellerinin mükemmel yüzeylemelerine sahiptir. Doğu Pontidler'de Geç Jura-Erken Kretase zaman aralığı, güneye bakan bir karbonat platformu ile temsil edilir. Sığ denizel karbonat çökelimi, Turoniyen'den Koniasiyen'e kadar yarıpelajik çökellerle örtülüdür. Turoniyen-Koniasiyen çökelleri Gümüşhane bölgesinde yaygın olarak yüzeylenmektedir. Bu çalışmada çökellerin en iyi şekilde yüzeylendiği üç lokasyon (Harmancık, Pirahmet ve Yıkıntıbaşı) detaylı olarak incelenmiştir. Bu çalışmada, bunların çökelme zamanında paleo-okyanusal koşullar hakkında yeni bilgiler sağlayabilecek mikrofasiyes ve jeokimyasal verileri sunuyoruz. Bu katmanlar, sarıdan griye değişen renklerde, orta-kalın katmanlı, dereceli kalkarenitler, kalsilütit, pelajik kireçtaşı ve monojenik konglomeralardan oluşurlar. Baskın bileşenler, dolomitler ve kireçtaşı dahil olmak üzere karbonat parçaları ve ayrıca allokton biyoklastlardır. Kesitler boyunca değişik oranlarda ve bolluklarda volkanik kaya parçaları, kuvars, çörtler ve glokonitler de bulunur. Bu monojenik konglomeralar, bentik ve pelajik foraminiferleri içeren az miktarda matriks ile tane desteklidir. Matriks, kırmızı veya gri mikrit ve daha büyük bileşenlere benzer bir bileşime sahip ince taneli tanelerden oluşur. Fosil topluluğu, yakınlardaki denizaltı yükseltilerinden türeyen bentik ve pelajik faunanın bir karışımını içerir. Kalkarenitler, pelajik matriksli küçük bentik foraminiferler, ekinodermler, bryozoalar, pelajik foraminiferler ve Berdiga Formasyonu'ndan türetilen kum boyutlu litoklastların döküntülerini içeren normal dereceli vaketaşı ve istiftaşlarından oluşurlar. Yuvarlaklaşmış-köşeli taneler, platform kenarından türetilmiş ve türbiditik akıntılar tarafından yamaç aşağı, daha pelajik yamaç fasiyeslerine taşınmıştır. Konglomera ve kalsitürbidit istifleri, yukarı doğru tane ve tabaka boyutunda incelen ardalanmalar halinde izlenmektedir. Mikritik bileşen ve planktonik fauna, çökelme ortamının kademeli olarak derinleştiğini gösteren yukarı yönde artan bir bolluk göstermektedir. Dolayısıyla, analiz edilen istifler yamaçlarda veya derin şelf ortamında bir transgresif seri olarak yorumlanabilir. Ayrıca, bu çökeller, nispeten oksijenli olmayan koşulları düşündüren belirgin bir negatif Ce anomalisi olmadan, farklı V/(V+Ni) ve Ni/Co oranları sergilerler. Ayrıca, yoğun ayrışmayı gösteren alkali elementlerde (Rb ve Cs) ve geçiş sonrası elementlerde (Ga) ve LREE'de hafif bir zenginleşme gösterirler. Ga/Rb ve K/Al değerleri, sıcak ve nemli Kretase koşullarını daha da desteklemektedir. Dolayısıyla, Turoniyen-Koniasiyen katmanları, Doğu Karadeniz bölgesindeki Tetis Okyanusu'nun eski ortamları, iklim koşulları ve havza evrimi hakkında değerli bilgiler sunar.

Anahtar Kelimeler: Doğu Pontidler, geç Kretase, iklim koşulları, jeokimya, okyanusal anoksia, Sakarya Zonu.

Abstract

The eastern part of the Sakarya Zone known as the Eastern Pontides has excellent crop outs of the carbonate platform and basin deposits. Eastern Pontides is represented by a south-facing carbonate platform during the Late Jurassic-Early Cretaceous time span. The shallow marine carbonate sedimentation is covered by hemipelagic sedimentation during the Turonian to Coniacian. The Turonian-Coniacian strata are widely exposed in the Gümüşhane region and three localities (Harmancık, Pirahmet and Yıkıntıbaşı), in which the related successions are particularly well exposed, have been studied in detail. In this study, we present new microfacies and geochemical data that can provide new insights into the palaeo-oceanic conditions during the time of their deposition. These strata consist of yellow to gray, thick-bedded, graded calcarenites, calcilutite, pelagic limestone, and monogenic conglomerates. The dominant components are carbonate fragments, including dolomites and limestone, as well as allochthonous bioclasts. Volcanic rock fragments, quartz, cherts, and glauconites are also present, with their abundance varying along the section. These monogenic conglomerates are grain-supported with a small amount of matrix including benthic and pelagic foraminiferas. The matrix consists of red or grey micrite and fine-grained clasts with a composition similar to the larger components. The fossil assemblage shows a mixture of benthic and pelagic fauna derived from nearby submarine highs. The calcarenites consist of normally-graded wackestone and packstones containing debris of small benthic foraminiferas, echinoderms, bryozoans, pelagic foraminiferas and sand-sized lithoclasts derived from the Berdiga Formation with pelagic matrix. The subrounded-angular clasts were derived from the platform edge and transported down the slope into the more pelagic slope facies by the turbiditic currents. The conglomerate and calciturbidite sequences are vertically arranged in thinning-and fining upward cycles. The micritic component and planktonic fauna exhibit an increasing abundance in the upward direction, indicating a gradual deepening of the depositional environment. Hence, the analyzed samples can be interpreted as transgressive series deposited on slopes or the deep shelf basin. Furthermore, these strata exhibit distinct V/(V+Ni) and Ni/Co ratios without a notable negative Ce anomaly, suggesting relatively oxygen-reduced conditions. They also show a slight enrichment in alkali elements (Rb and Cs) and post-transition elements (Ga), and LREE, indicating intense weathering. The Ga/Rb and K/Al values further support warm and humid Cretaceous conditions. Thus, the Turonian-Coniacian strata offer valuable information about ancient environments, climate conditions, and the basin evolution of the Tethys Ocean in the Eastern Black Sea region.

Keywords: Eastern Pontide, late Cretaceous, climate conditions, geochemistry, ocean anoxia, Sakarya Zone.

Adana Havzası'nda Geç Serravaliyen-Erken Tortoniyen Kazınma Vadisi Dolgusunun Akarsu-Haliç Fasiyes Mimarisi, Türkiye: Deniz Seviyesi Değişimine Bağlı Depolanma Evrimi

Fluvial to Estuarine Facies Architecture of the Late Serravallian-Early Tortonian Incised Valley Fill in the Adana Basin, Türkiye: Depositional Evolution in Response to Sea-Level Change

Ayhan Ilgar (1), Wojciech Nemec (2), Tolga Esirtgen (1), Aynur Hakyemez (1), Banu Türkmen Bozkurt (1), Attila Çiner (3)

(1) Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara, Türkiye
(2) University of Bergen, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Department of Earth Science, Bergen, Norway
(3) İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye
(ayhan.ilgar@mta.gov.tr)

Öz

Bu çalışma, Türkiye'nin güneyinde yer alan ve Akdeniz çevresindeki en büyük havzalardan biri olan Adana Havzası'nda depolanmış kazınma vadisi dolgusu çökellerinin sedimanter fasiyes topluluklarını tanımlamaktadır. Bu fasiyes toplulukları havzanın geç Serravaliyen-erken Tortoniyen paleocoğrafik evriminin kurulmasına imkan tanımaktadır. Kıyıötesi çamurtaşlarını uyumsuz olarak üzerleyen kazınma vadisi dolgusu altta akarsu, üstte ise gelgit etkin haliç fasiyes topluluklarına sahiptir. Akarsu çökelleri, menderesli akarsuların kanal dolgusu ve set üstü çökellerini içerir. Kanal çökellerinin yanal yönde depolanan dirsek barları çakıltaşları ve kumtaşlarından, yaygı şekilli düzlemsel tabakalanmaya sahip set üstü çökelleri ise kumtaşı, silttaşı ve çamurtaşlarından oluşur. Bu akarsu çökelleri ufak-kaba taneli denizel kumtaşları ile üzerlenir ve kumtaşları ostrea fosillerince zengindir. Kumtaşları düzlemsel, teknemsi ve balık kılçığı çapraz çapraz katmanlanmaya ve sigmoidal tabakalara sahip olup bu tabaka setleri reaktivasyon yüzeyleri ile sınırlanır. Yüksekliği 150 cm›ye varan bu çift yönlü kum barları, haliç fasiyes topluluğunun gelgit-bar çökellerini işaret eder. Kazınma vadisi dolgusu çökelleri, alttaki ve üstteki denizel çökellerden elde edilen planktonik foraminiferlere dayanarak yaşlandırılmıştır. Bu yaş MMi8-MMi9 zonlarına karşılık gelen, yaklaşık 11.78-11.19 milyon yıllık bir yaşa işaret etmektedir. Kazınma vadisi dolgusunun tabanındaki çökeller, Adana Havzası'nı kısmen açığa çıkaran geç Serravaliyen göreli deniz seviyesi düşüşüne bağlı olarak gelişmiş olup bölgesel bir zorunlu regresyon ve uyumsuzluğu göstermektedir. Göreli deniz seviyesinin yeniden yükselme oranının az olması ve bol miktarda sediman getirimi nedeniyle kazınma vadisinin tabanında kalın bir akarsu istifi depolanmıştır. Deniz seviyesinin giderek yükselmesi kazınma vadisini su altında bırakarak denizel bir koya dönüştürmüştür. Gelgitin hakim olduğu bu haliç ortamında gelgit barları depolanmıştır. Bu çalışma, Neojen dönemindeki Akdeniz gibi bir mikro gelgit ortamında bile gelgit etkin bir haliç ortamının gelişebileceğini göstermektedir. Bu ortam, gelgit akıntılarının huni biçimli, dar ve sığ bir kazınma vadisi içinde sıkışması ve buna bağlı olarak güçlenmesi sonucu meydana gelmiştir.

Anahtar Kelimeler: Adana Havzası, gelgit etkin haliç, menderesli akarsu, transgresyon, zorunlu regresyon

Abstract

This study describes the sedimentary facies associations of the incised valley fill deposits, which allowed the reconstruction of the late Serravallian-early Tortonian palaeogeographic evolution of the Adana Basin, one of the largest peri-Mediterranean basins in southern Türkiye. *The incised valley fill disconformably overlies the offshore mudstones and comprises fluvial and tide-dominated estuarine facies associations from base to top. The fluvial deposits comprise intercalated channel fill and overbank deposits of the meandering rivers. The laterally accreted point bars of the meandering river channel deposits consist of conglomerates and sandstones, while the overbank deposits form sheet-like beds of sandstones, siltstones and mudstones. These are overlain by fine- to coarse-grained marine sandstones rich in oyster fossils at the boundary. The sandstones show planar and trough cross-stratification, sigmoidal beds and herringbone cross-stratifications bounded by reactivation surfaces. These bi-directional sand bars, up to 150 cm in height, indicate tidal-bar deposits of the estuarine facies association. The biostratigraphic dating of the incised valley fill deposits suggests an age of approximately 11.78-11.19 million years, indicating the MMi8-MMi9 zone, based on planktonic foraminifera from underlying and overlying marine sediments. The deposits at the base of the incised valley fill developed in response to the late Serravallian relative sea-level fall that partially exposed the Adana Basin, indicating a regional forced regression and unconformity. The abundant sediment supply led to the deposition of the thick fluvial deposits at the base of the incised valley due to the low relative sea-level rise rate. Progressive sea-level rise drowned the incised valley, transforming it into a marine embayment where tidal bars were deposited in a tide-dominated estuarine environment. This study shows that even in a microtidal setting like the Neogene Mediterranean, a tide-dominated estuarine environment can develop in response to the confinement and consequent amplification of the tidal currents in a funnel-shaped, narrow and shallow incised valley.*

Keywords: Adana Basin, tide-dominated estuary, meandering river, transgression, forced regression

Orta Anadolu'da Homininlerin Paleoortamı: Alt Paleolitik Dursunlu Hominin İstasyonundan (Konya) Palinolojik ve Sedimantolojik Bulgular

Hominin Paleoenvironment in Central Anatolia: Palynological and Sedimentological Evidence from Lower Paleolithic Dursunlu Hominin Site (Konya)

Nurdan Yavuz (1), Gerçek Saraç (2), Ayhan Ilgar (1), Ercan Tuncay (1), Alper Bozkurt (1), Ali Ergen (1)

(1) MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, 06530 Ankara
(2) Jeolojik Mirası Koruma Derneği (JEMİRKO), 06570 Ankara
(nurdan.yavuz@mta.gov.tr)

Öz

Homininlerin Afrika'dan ve Asya'dan Avrupa'ya yayılmasında, Anadolu genellikle bir kara köprüsü olarak kabul edilir. Ancak Anadolu'da hominin bulgusu oldukça azdır ve hominin alanlarına ilişkin palinolojik ve sedimentolojik çalışmalar daha da azdır. Orta Anadolu'da yer alan Dursunlu, günümüzde Türkiye'de bilinen en eski Paleolitik istasyondur. Dursunlu istasyonunda taş aletlerin bulunduğu tabaka, içerdiği zengin memeli fosillerine dayanarak geç Erken Bihariyen (geç Erken Pleyistosen) olarak yaşlandırılmıştır. Bu çalışmada, Alt Paleolitik Dursunlu hominin istasyonundaki paleovejetasyon ve paleoçevre koşullarının yeniden yapılandırılması amacıyla yürütülmüş olan palinolojik ve sedimantolojik çalışmaların sonuçları sunulmaktadır.

Akşehir Havzası'nın doğu kenarı ile Sultandağları'nın kuzey ve batısında, kalınlığı 50 m'ye ulaşan Dursunlu Formasyonu yüzeylenmektedir. Dursunlu Formasyonu'nun gölsel çökelleri, yanal devamlılığı oldukça fazla olan çamutaşları, silttaşları, marnlar ve linyitlerden oluşmaktadır. Çamurtaşları ve marnlar durgun suda, çamurlu süspansiyon çökeliminin hakim olduğu sakin bir ortamda çökelmiştir. Tanımlanan sedimanter fasiyesler, Dursunlu istasyonunun, gölsel Akşehir Havzası'nın güneydoğu kenarında çok sığ ve korunaklı bir alan olduğunu göstermektedir. Dursunlu Formasyonu'nun taş aletler ve memeli fosillerini içeren kısmı, kalınlığı ~3 m olan linyit ve altındaki silttaşı seviyesidir. Palinolojik örnekler, bu taş alet ve memeli fosilleri içeren seviyeden alınmıştır. İncelenen örneklerde tatlı su algleri (*Sigmopollis, Ovoidites, Spirogyra, Pediastrum, Botryococcus*) ve otsul bitkilerin (Asteraceae-Asteroideae, Poaceae, Chenopodiaceae/Amaranthaceae) baskınlığı yanında hidrofitlerin (Cyperaceae, *Typha, Sparganium, Ludwigia*) ve eğrelti otlarının (Polypodiaceae) devamlı mevcudiyeti bir tatlı su bataklığının varlığını göstermektedir. Tanımlanan alglerin çoğu mezotrofikten ötrofiğe giden koşullarda yaşamayı tercih eder ve durgun sığ sular için karakteristiktir. Otsul bitkilerin ve eğrelti otlarının karşılıklı hakimiyeti nemdeki değişiklikleri yansıtmaktadır. Palinolojik analizlerin sonuçları Dursunlu istasyonundaki tatlı su bataklığının, günümüzden yaklaşık 0.9 milyon yıl önce, homininler için zengin kaynaklar ve tatlı su içeren bir yaşam alanı sağladığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Alt Paleolitik, Dursunlu hominin istasyonu, geç Erken Bihariyen (geç Erken Pleyistosen), Orta Anadolu (Türkiye), paleoçevre, palinoloji, sedimantoloji

Abstract

Anatolia is usually accepted as the landbridge for hominin dispersal from Africa, Asia, to Europe. However, there are few hominin findings in Anatolia and even fewer palynological and sedimentological analyses of hominin sites. Dursunlu, located in Central Anatolia, is currently the oldest known Palaeolithic site in Türkiye. The lithic assemblage bearing layer in Dursunlu was dated as late Early Biharian (late Early Pleistocene) based on rich mammal remains. This study presents results of palynological and sedimentological studies carried out to reconstruct palaeovegetation and palaeoenvironmental conditions of Lower Palaeolithic Dursunlu hominin site.

The Dursunlu Formation, up to 50 m thick, is exposed on the eastern edge of the Akşehir Basin and on the north and west of the Sultandağları. The lacustrine deposits of the Dursunlu Formation consist of laterally extensive mudstones, siltstones, marls and lignites. The mudstones and marls were deposited in a quiet environment dominated by muddy suspension fallout in stagnant water. The identified sedimentary facies indicate that Dursunlu site was a very shallow, sheltered environment on the southeastern margin of the Akşehir basin. An ~3 m thick part of Dursunlu Formation, consiting of lignite and underlying siltstones, contains lithic artefacts and mammal fossils. Palynological samples were collected from this lithic assemblage and mammal bearing layer. The dominance of freshwater algae (Sigmopollis, Ovoidites, Spirogyra, Pediastrum, Botryococcus) and herbs (Asteraceae-Asteroideae, Poaceae, Chenopodiaceae/Amaranthaceae) in association with the consistent presence of hydrophytes (Cyperaceae, Typha, Sparganium, Ludwigia) and ferns (Polypodiaceae) in the examined samples indicates the presence of a freshwater marsh. Most of the identified algae prefer mesotrophic to eutrophic conditions and are characteristic of stagnant shallow water. The mutual dominance of herbs and ferns reflects changes in humidity. The results of the palynological analysis revealed that ca. 0.9 Ma, the freshwater marsh at the Dursunlu site, provided a landscape rich in resources with freshwater for hominins.

Keywords: *Lower Palaeolithic, Dursunlu hominin site, late Early Biharian (late Early Pleistocene), Central Anatolia (Türkiye), palaeoenvironment, palynology, sedimentology*

Kızılırmak Deltası'nın Güncel Hidrolojik Özellikleri ve Geç Holosen-Günümüz Morfodinamik Gelişimi

Hydrological Characteristics and Late Holocene–Present Morphodynamic Evolution of the Kızılırmak Delta

İrem Salman (1), Mehmet Korhan Erturaç (1), Hilal Okur (1)

(1) Gebze Teknik Üniversitesi, Yer ve Deniz Bilimleri Enstitüsü, Gebze Kocaeli (i.salmaann@gmail.com)

Öz

Sulak alanlar, kara ve su ortamlarının kesiştiği dinamik ekosistemlerdir ve ekolojik dengenin korunmasında hayati bir rol oynarlar. Bu alanlar, biyolojik çeşitliliğin korunması ve su rejiminin düzenlenmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Kızılırmak Deltası, bu özellikleri bünyesinde barındıran, nehir, göl, bataklık, kumul ve kıyı habitatlardan oluşan kompleks bir sulak alan sistemidir.

Kızılırmak Deltası'nın günümüz ekolojik ve jeomorfolojik özellikleri, geçirdiği Holosen-güncel evrimsel süreçlerle yakından ilişkilidir. Delta'nın gelişimi, Anadolu'nun Karadeniz'e dökülen en büyük nehri olan Kızılırmak'ın taşıdığı tortul yükün ve kıyı boyunca akıntılarla dağıtılmasıyla simetrik olarak ilerlemiştir. Bununla birlikte deltanın doğu ve batı kesiminin jeomorfolojisi birbirinden farklıdır. Bu farklılık deltanın doğu kesiminde 2 km uzunlukta belirgin ardışık kıyı setleri (beach-ridge) ve bu sistemin setlediği tatlı ve tuzlu su gölleri ile ifade olur. Bu kıyı setleri, sadece deltanın morfolojik yapısını şekillendirmekle kalmayıp, aynı zamanda sulak alan sistemlerinin jeomorfolojik sınırlarını oluşturmaktadır.

Delta alanının hava fotoğraflarından elde edilen yüksek çözünürlüklü arazi modelleri yardımıyla analizi ile 1700 metre içerisinde 50 adet ardışık sırt-oluk çifti haritalanmıştır. İlksel lüminesans tarihlendirme sonuçları, en yaşlı sırtın ~1000 yıl yaşında, böylece ortalama ilerleme hızının da 1.7 m/yıl olduğunu göstermektedir.

20. yüzyılın ortalarından itibaren, deltanın tarımsal kullanımı için yaklaşık 1400 km uzunluğunda yoğun bir drenaj kanal ağı inşa edilmiştir. Nehir boyunca ardışık olarak inşa edilen büyük ölçekli barajlar, tortul akışında ciddi bir azalmaya neden olmuştur. Son yıllarda, Kızılırmak Delta ağzında tanımlanan kıyı gerilemesine ek olarak, antropojenik etkilerin bir sonucu olarak deltanın doğu kesiminde, özellikle ana drenaj kanallarının deşarj ağızlarında kıyı ilerlemesi hızlanmıştır. Bu kesimlerde son 50 yıl içerisinde, 3 yeni plaj sırtı-oluk çifti oluşumu bulgulanmış, ilerleme hızı da yılda 4 metreye ulaşmıştır. Bu bulgular, güncel insan faaliyetlerinin, delta dinamikleri üzerinde önemli bir etkisi olduğunu ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Antropojenik etki, kıyı setleri, sediment taşınımı, sulak alanlar.

Abstract

Wetlands are dynamic ecosystems where land and water environments intersect and play a vital role in maintaining ecological balance. These areas are of great importance for biodiversity conservation and water regime regulation. The Kızılırmak Delta is a complex wetland system consisting of river, lake, swamp, marsh, dune and coastal habitats.

The current ecological and geomorphological characteristics of the Kızılırmak Delta are closely linked to Holocene-to-present evolutionary processes. The development of the delta proceeded symmetrically as the sedimentary load carried by the Kızılırmak, Anatolia's largest river flowing into the Black Sea, was distributed by currents along the coast. However, the geomorphology of the eastern and western parts of the delta is different from each other. This difference is observed in the eastern part of the delta with 2 km long beach ridges and the fresh and saline water lakes formed by these ridges. These coastal ridges not only shape the delta's morphological structure but also define the geomorphological boundaries of the wetland systems.

High-resolution terrain models derived from aerial photographs have allowed the identification of 50 successive ridge-runnel pairs within a 1700-meter section. Preliminary luminescence dating results indicate that the oldest ridge is ~1,000 years old, thus indicating an average progradation rate of 1.7 m/year.

Since the mid-20th century, an extensive drainage canal network, totaling approximately 1,400 km in length, has been constructed to facilitate agricultural use of the delta. Moreover, the construction of large-scale dams along the river has significantly reduced sediment transport. In recent years, in addition to the coastal recession defined in the Kızılırmak Delta deltaic front, as a result of anthropogenic impacts, coastal advancement has accelerated in the eastern part of the delta, especially at the discharge mouths of the main drainage channels. Over the past 50 years, three new ridge-runnel pairs have formed in these areas, with a progradation rate reaching up to 4 meters per year. These findings highlight the significant impact of recent human activities have had a significant impact on delta dynamics.

Keywords: *Anthropogenic impacts, beach ridges, sediment transport, wetlands.*

Gürlevik Tufa Çökellerinin Litofasiyes Özellikleri ve Depolanma Sistemleri, Erzincan (Doğu Anadolu)

Lithofacies Properties and Depositional Systems of the Gürlevik Tufa Deposits, Erzincan (E-Anatolia)

Yakup Çelik (1), Ezher Tagliasacchi (2)

(1) İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Büyükçekmece/İstanbul, Türkiye
(2) Pamukkale Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kınıklı-Denizli, Türkiye
(yakup@iuc.edu.tr)

Öz

Bu çalışmada, Doğu Anadolu Bölgesi'nde Erzincan ilinin 30 km güneydoğusunda yer alan Gürlevik Şelalesi'ni oluşturan tufa çökellerinin litofasiyes özellikleri ve depolanma sistemleri ayrıntılı olarak incelenmiştir.

Gürlevik (Çağlayan) akarsu tufa çökelleri, şelale (cascade) tipi tufa yapısına sahip olup, oluşumunda bölgenin aktif tektonik yapısı önemli bir yer tutmaktadır. Bu karasal karbonatlar, Neotektonik dönem ile bölgede kaçma tektonik hareketine bağlı olarak oluşan Erzincan çek-ayır havzasının güney kenarını sınırlayan faylar arasında çökelmiştir. 50 m. yüksekliğe sahip şelale, üç adet farklı genişlikte ve yükseklikte tufa basamağından oluşmaktadır. Bu üç basamak halinde gelişen tufa şelale yapısı, eski bir menderesli vadi tabanında gelişmiştir. Tufa çökellerini oluşturan sular, tufa çökellerinin birkaç kilometre güneyinde bulunan Kalecik Köyü sınırlarındaki Munzur Kireçtaşı'nın faylı dokanağından çıkan dokuz kaynaktan gelmektedir.

Bu çalışmada, altı tufa litofasiyesi tanımlanmıştır. Bu litofasiyesler; (i) yosun tufa (makrofitler, karbonatlaşmış bitki sapları, briyofitler); (ii) stromatolitik tufa; (iii) fitoklastik tufa; (iv) tufa speleotem; (v) formasyon-dışı çakıllar; (vi) silt-kil kırıntılılarıdır.

İncelenen alanda, Gürlevik tufa, bir akarsu ortamında, baraj ve şelale çökelme sistemlerinde gelişmiştir. Anıtsal bir görünüme sahip şelale yapısına sahip tufa çökelleri, bölgedeki tektonik (faylı) etkiler ve iklimsel faktörlerin sonucudur.

Anahtar Kelimeler: Doğu Anadolu, Erzincan, Gürlevik Şelalesi, karasal karbonatlar, litofasiyes, tufa

Abstract

In this study, the lithofacies characteristics and depositional systems of the tufa deposits forming the Gürlevik Waterfall located 30 km southeast of Erzincan province in the Eastern Anatolia Region have been investigated in detail.

The Gürlevik (Çağlayan) fluvial tufa deposits have a cascade/ waterfall type tufa structure, and the active tectonic structure of the region plays an important role in their formation. *These terrestrial carbonates were deposited between the faults confined the southern edge of the Erzincan pull-apart basin, which was formed due to the escape tectonic movement in the region with the Neotectonic period. The waterfall, which has a height of 50 m, consists of three tufa terraces of different widths and heights.The tufa waterfall structure, which developed in these three levels, developed on the bottom of an old meandering valley.The waters forming the tufa precipitation come from nine springs originating from the Munzur Limestone faulted contact in the Kalecik Village borders, a few kilometers south of the tufa deposits.*

In this study, six tufa lithofacies were identified. These lithofacies are; (i) mosses tufa (macrophytes, coated plant stems, bryophytes); (ii) stromatolitic tufa; (iii) phytoclastic tufa; (iv) tufa speleothem; (v) extra-formational clasts; (vi) silt-clay clastics.

In the studied area, Gürlevik tufa formed in a fluvial environment, dammed and cascade depositional systems. Tufa deposits with a monumental waterfall structure are the result of tectonic (fault) effects and climatic factors in the region.

***Keywords**: East Anatolia, Erzincan, Gürlevik waterfall, lithofacies, terrestrial carbonates, tufa*

Senomaniyen-Turoniyen Sınırı ve Okyanus Anoksik Olayı'nın (OAE2) Yüksek Çözünürlüklü Kayıtları, Doğu Neotetis (Adıyaman, GD Türkiye)

High resolution records of the Cenomanian-Turonian Boundary and Oceanic Anoxic Event (OAE2), Eastern Neotethys (Adıyaman, SE Türkiye)

Oğuz Mülayim (1), Fatih Köroğlu (2), Onur Alkaç (3)

(1) Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı, Adıyaman Bölge Müdürlüğü, Adıyaman, 02040, Türkiye
(2) Tekfen Mühendislik, Tekfen Tower No: 209/1, 34394, Şişli/İstanbul, Türkiye
(3) Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 23100, Elazığ, Türkiye
(omulayim@tpao.gov.tr)

Öz

Güneydoğu Anadolu Havzası, özellikle Türkiye'nin güneydoğusundaki Adıyaman'ın İnişdere bölgesinde belirgin olan üst Senomaniyen-alt Turoniyen karbonat istifi içinde bölgenin en önemli petrol rezervuarlarını ve kaynak kayaçlarını barındırmaktadır. Bu çalışma, çeşitli fosil grupları arasında standart biyozonların kronostratigrafik kalibrasyonunu geliştirmek için Senomaniyen-Turoniyen Sınır Aralığı'ndaki (*CTBI*) neritik-hemipelajik tabakaların kapsamlı biyostratigrafik verilerinden oluşmaktadır. İnişdere kesitinde $\delta^{13}C$ kaymasının başlangıcı ile Mn/Ca'daki eş zamanlı artış ve Ce/Ca oranlarındaki düşüş arasında önemli bir korelasyon tespit edilmiştir. OAE2 (Oceanic Anoxic Event 2) olayı sırasında organik karbon gömülmesindeki artış büyük bir yok oluş olayını göstermektedir. Sedimanlar ve tuzlu su (hem yüzey hem de dip suları) içindeki oksijen izotoplarındaki değişimler, su sütunundaki ortam değişimlerini yansıtmaktadır. Ayrıca, $\delta^{18}O$ verileri paleo-oşinografi ile ilgili sıcaklık ve su kütlesi özelliklerini (özellikle karbonat mineral çökelme sıvılarının $\delta^{18}O$ değerini) gösterir. Bu nedenle, $\delta^{18}O$ bulguları, özellikle sediman-su arayüzü yakınında suboksikten anoksik sedimanlara çevresel geçişler gösterebilir. $\delta^{18}O$ ve $\delta^{13}C$›nin çapraz çizimleri, nadir toprak elementlerinin (REE) dağılımı ile birlikte, mevcut verilere dayanarak, İnişdere bölümündeki diyajenezin ya çok az etkilendiğini ya da hiç etkilenmediğini göstermektedir. Majör, eser ve nadir toprak elementleri, toplam organik karbon (TOC), kararlı izotoplar (δ13C ve δ18O) ve 87/86Sr izotoplarını içeren stratigrafik analizler *CTBI* olarak adlandırılan aralıkta gerçekleştirilmiştir. %0.85 ila %2.92 ağırlık aralığında değişen TOC seviyeleriyle kanıtlanan dış rampa ortamındaki anoksik koşullar, organik açıdan zengin kireçtaşı oluşumlarının ortaya çıktığı alt Turoniyen dönemiyle ilişkilidir. Özellikle, redoksa duyarlı elementler (U, V, Co, As ve Cr) alt Turoniyen siyah kireçtaşlarında oldukça yoğunlaşmıştır. Bu durumda, anoksiya gelişiminin organik karbonu korumak için en uygun koşulları yarattığını göstermektedir. Tüm jeokimyasal değişimler, CTBI ile çakışan Okyanus Anoksik Olayı 2 ile platformun boğulması arasındaki bağlantıyı doğrulamaktadır. Jeokimyasal analizlerden türetilen kemostratigrafik veri seti, hem Türkiye hem de Tetis Okyanusu'nun diğer bölgelerindeki paleoçevresel kayıtlarla ayrıntılı bir stratigrafik karşılaştırmaya olanak tanımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kemostratigrafi, Senomaniyen-Turoniyen Sınır Aralığı, Jeokimya, Neotetis

Abstract

The Southeast Anatolian Basin hosts the major petroleum reservoirs and source rocks of the region, particularly in the Upper Cenomanian and Lower Turonian carbonate sequence prominent in the İnişdere *region of Adıyaman in southeastern T*ürkiye*. This study consists of comprehensive biostratigraphic data from neritic-hemipelagic strata in the Cenomanian-Turonian boundary interval (CTBI) to improve the chronostratigraphic calibration of standard biozones between different fossil groups. A significant correlation was found between the onset of the* $\delta^{13}C$ *shift and the concomitant increase in Mn/Ca and decrease in Ce/Ca ratios in the* İnişdere *section. The increase in organic carbon burial during the OAE2 event indicates a major extinction event. The changes in oxygen isotopes in the sediments and brines (surface and bottom waters) reflect environmental changes in the water column. In addition,* $\delta^{18}O$ *data indicate temperature and water mass properties (especially* $\delta^{18}O$ *of sedimentation fluids from carbonate minerals) related to paleoceanography. Therefore, the* $\delta^{18}O$ *results may indicate environmental transitions from suboxic to anoxic sediments, especially near the sediment-water interface. Cross plots of* $\delta^{18}O$ *and* $\delta^{13}C$ *and rare earth element (REE) distributions indicate that diagenesis in the* İnişdere *section was either slightly affected or not at all based on the available data. Stratigraphic analyses, including major, trace, and rare earth elements; total organic carbon (TOC); stable isotopes (δ13C and δ18O); and 87/86Sr isotopes were performed in the CTBI interval. The anoxic conditions in the vicinity of the outer ramp, as evidenced by TOC contents between 0.85 and 2.92 wt%, are related to the Lower Turonian period when organic-rich limestone formations were formed. In particular, the redox-sensitive elements (U, V, Co, As, and Cr) are highly concentrated in the black limestones of the Lower Turonian, indicating that the development of anoxia has created the best conditions for the preservation of organic carbon. All geochemical changes confirm the link between OAE 2, which coincides with the CTBI, and the drowning of the platform. The chemostratigraphic record derived from the geochemical analyses allows a detailed stratigraphic comparison with the paleoenvironmental record in T*ürkiye *and other parts of the Tethys Ocean.*

Keywords: *Chemostratigraphy, Cenomanian-Turonian Boundary Interval, Geochemistry, Neotethys*

Post-Orojenik Genişlemeli Çardak Havzası'nda Konglomeratik, Sığ Su ve Gilbert Tipi Deltaların Eşzamanlı Depolanması, GB Türkiye: Depolanma Alanı ve Sediman Getirimi İçin Çıkarımlar

The Coeval Development of Conglomeratic, Shoal-Water and Gilbert-Type Deltas in the Post-Orogenic Extensional Çardak Basin, SW Türkiye: Implications for Accommodation and Sediment Supply

Ayhan Ilgar (1), Wojciech Nemec (2), Ercan Tuncay (1), Mehmet Cihat Alçiçek (3), Aynur Hakyemez (1), Alper Bozkurt (1), Attila Çiner (4), Ali Ergen (1)

(1) Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara, Türkiye
(2) University of Bergen, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Department of Earth Science, Bergen, Norway
(3) Pamukkale Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Denizli, Türkiye
(4) İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, Sarıyer, Türkiye
(ayhan.ilgar@mta.gov.tr)

Öz

Bu çalışma, Türkiye'nin güneybatısındaki Denizli Çardak Havzası›nın iri taneli sığ su delta kompleksi ve Gilbert tipi delta çökellerinin sedimanter fasiyesleri ve çökelme mimarisine odaklanmaktadır. Havzanın karşıt kenarlarında gelişen bu delta çökellerinin bir arada bulunması, Oligosen boyunca Çardak Havzası'nın paleocoğrafik evrimini yeniden kurmak için mükemmel bir fırsat sunmaktadır. Sedimanter fasiyesler ve paleocoğrafik değişimler genellikle depolanma alanı ve sediman getirimi arasındaki ilişki tarafından kontrol edildiğinden, farklı delta tiplerinin gelişiminde depolanma ile eş zamanlı tektonizma, havza dinamikleri ve kaynak alan morfolojisinin rolleri tartışılmıştır. Likya Napları'nın orojenik çökmeye uğraması, Lütesiyen'de Çardak molas havzasının açılmasına yol açmış ve havzada Lütesiyen'den geç Şattiyen›e kadar sığ denizel çökelim gerçekleşmiştir. Havzanın batı kenarında yaklaşık 150 m kalınlığında Gilbert tipi bir delta ve doğu kenarında ise 5-20 m kalınlığında ayrı delta paketlerinden oluşan bir sığ su delta kompleksi çökelmiştir. Sığ su delta kompleksi, havza içinde 300 m kalınlığa ve 10 km yayılıma varan bir istif oluşturmuştur. Eosen yaşlı kıyıyüzü çökelleri üzerinde depolanan Oligosen yaşlı çakıllı delta çökelleri, havza kenarlarında ani bir derinleşmeye ve havzaya bol miktarda kırıntılı malzeme taşınımına işaret etmektedir. Sedimanter fasiyeslerdeki ani değişimler, havzadaki depolanma alanını artıran ve çevredeki kaynak alanı yükselterek bol miktarda sediman getirimi sağlayan normal faylardan kaynaklanmıştır. Sığ su ve Gilbert tipi delta çökellerinin kalınlıkları, batı ve doğu kenarlarında havzanın çökme hızının farklı olduğunu göstermektedir. Havzanın batı kenarı hızla çökerken, doğu kenarı daha yavaş ancak daha sürekli bir çökmeye maruz kalmıştır. Kaba taneli delta çökellerinin varlığı, akarsu dağıtıcı kanal dolgularının çok katlı olması ve deltaların birbiri üzerine yanal yer değiştirme ile istiflenmesi, sığ su delta kompleksinin akarsu etkin alüvyon yelpazesine ait aktif kanallarla beslendiğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Alüvyon yelpazesi, depolanma ile eş zamanlı tektonizma, Gilbert-tipi delta, orojen çökmesi, sığ su deltası

Abstract

This study focuses on the sedimentary facies and depositional architecture of the coarse-grained shoal-water delta complex and Gilbert-type delta deposits of the Denizli Çardak *Basin in southwest* Türkiye. *The coexistence of these deltaic deposits, which developed on the opposite margins of the basin, provides an excellent opportunity to reconstruct the palaeogeographic evolution of the Çardak Basin during the Oligocene. As the sedimentary facies and palaeogeographical changes are generally controlled by the relationship between accommodation and sediment supply, the roles of syndepositional tectonics, basin dynamics, and hinterland morphology in developing different delta types are assessed. The orogen collapse of the Lycian Nappes led to the opening of the Çardak molasse basin in the Lutetian, and the shallow marine sedimentation developed in the basin from the Lutetian into the late Chattian. A Gilbert-type delta up to 150 m thick was deposited on the western margin, and a shoal-water delta complex consisting of individual delta packages 5-20 m thick was deposited on the eastern margin. The shoal-water delta complex formed a sequence up to 300 m thick and 10 km wide within the basin. The Oligocene gravelly deltaic sediments deposited on the Eocene shoreface deposits indicate an abrupt deepening of the basin margins and an abundant supply of clastic sediments. The abrupt changes in sedimentary facies were caused by normal faults that increased the basin's accommodation space and uplifted the surrounding hinterland, resulting in an abundant sediment supply. From the thickness of the shoal water and Gilbert-type delta deposits, we infer that the subsidence rate of the basin varied between the western and eastern margins. While the western margin subsided rapidly, the east margin was subjected to a slower but more sustained subsidence rate. The coarse-grained deltaic sediments, the multistorey fluvial distributary channel fills and the stacking of the individual deltas upon one another and with lateral offset indicate that the active channels of the stream-dominated alluvial fan fed the shoal-water delta complex.*

Keywords: Alluvial fan, syndepositional tectonics, Gilbert-type delta, orogen collapse, shoal-water delta

SEDİMANTOLOJİ VE SEDİMANTER SÜREÇLER OTURUMU

Sedimentology and Sedimentary Processes Session

Ezher TAGLIASACCHI, Serkan ÜNER, Enrico CAPEZZUOLI

Poster Sunumlar/*Poster Presentations*

Lice Formasyonu Yapılar Üyesi (Siirt Batısı, GD-Türkiye) Sedimanter Kayaçlarının Mineralojik Özellikleri ve Ekonomik Önemleri

Mineralogical Characteristics and Economic Importance of Sedimentary Rocks of Yapılar Member of Lice Formation (West of Siirt, SE-Türkiye)

Türker Yakupoğlu (1), Nihat Sülünoğlu (2), Çetin Yeşilova (1)

(1) Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Van, Türkiye
(2) Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Van, Türkiye
(turkery@yyu.edu.tr)

Öz

Bu çalışma, Türkiye'nin GD'sunda yer alan, Siirt ilinin batısında, Uluköy, Kayabağlar, Tütün köyleri çevresinde yaklaşık 90 km2'lik bir alanda gerçekleştirilmiştir. Söz konusu alanda yüzeylenen Lice Formasyonu Yapılar Üyesi'nin sedimanter kayaçlarından (çamurtaşı, jips, kumtaşı ve çakıltaşı) alınan kırk beş örnek çalışmanın materyalini oluşturmuştur. Bu örneklerin mineralojik özelliklerini belirlemek ve sınıflandırmak üzere uygun olanların ince kesitleri yaptırılarak polarizan mikroskop altında incelenmiş ve sınıflandırılmıştır. Çamurtaşlarının mineral içeriklerini belirlemek amacıyla X-Işını kırınımı detay kil analizleri yaptırılmıştır. Örneklerin tüm kayaç bileşimlerinde kil mineralleri, mika mineralleri, jips, kuvars, feldispat, kalsit, dolomit ve bassanit mineralleri belirlenmiştir. Jips ve bassanit minerallerinin örneklerde birlikte bulunmaması, jipsin bassanite dönüşümünü göstermektedir. Kil fraksiyonu analizlerinde kil minerali olarak klorit ve sülfat minerali olarak anhidrit saptanmıştır. Klorit biyotitin bozunma ürünü olarak yorumlanmıştır. XRF analizleriyle elde edilen majör oksit ve minör oksit sonuçları XRD sonuçlarıyla karşılaştırılmış ve uyumlu oldukları belirlenmiştir. Taramalı elektron mikroskop (SEM) ve enerji saçınımlı x-ışını (EDX) çalışmalarında, XRD analizleriyle varlığı belirlenen jips ve klorit minerallerinin yanısıra mangan, bakır ve titanyum oranı yüksek bileşenler tespit edilmiştir. Çalışma alanından alınan 5 örnek üzerinde pişirme deneyi ve özgül yüzey alanı tayini deneyi yaptırılmıştır. Pişirme deneyi sonuçlarına göre 1150 oC'de pişme rengi açık kahverengiden koyu kahverengiye değişmektedir. 1200 oC'de koyu kahve, 1300 oC'de koyu kahve+yeşilimsi renk tonları belirlenmiştir. Yüzey alanı değerleri 34.322 m²/g ile 60.272 m²/g arasında değişmektedir. Değerlerin düşük olması örneklerin tamamına yakınında smektit grubu kil minerallerinin bulunmaması ile ilişkilendirilmiştir. Çalışma sahasından alınan 9 kil örneğinin silika, alüminyum ve toplam alkali modülleri hesaplanmış ve 1 örneğin çimento üretimine uygun değerlere sahip olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: GD-Türkiye, Lice Formasyonu, mineraloji, Siirt, X-ışını kırınımı.

Abstract

This study was carried out in an area of approximately 90 km2 in the west of Siirt province located in SE-Türkiye, around Uluköy, Kayabağlar, Tütün villages. fourty-five samples taken from the sedimentary rocks (mudstone, gypsum, sandstone and conglomerate) of the Lice Formation Yapılar Member outcropping in the area formed the material of the study. In order to determine the mineralogical properties of these samples, thin sections of the suitable ones were made, examined under a polarizing microscope and classified. In order to determine the mineral content of the mudstones, X-Ray diffraction detailed clay analyzes were made. Clay minerals, mica minerals, gypsum, quartz, feldspar, calcite, dolomite and bassanite minerals were determined in whole rock compositions of the samples. The absence of gypsum and bassanite minerals in the samples together indicates the transformation of gypsum to bassanite. In the clay fraction analysis, chlorite was determined as the clay mineral and anhydrite was determined as the sulfate mineral. Chlorite has been interpreted as the degradation product of biotite. Major oxide and minor oxide results obtained by XRF analyzes were compared with XRD results and they were found to be compatible. In scanning electron microscope (SEM) and energy scattering x-ray (EDX) studies, besides gypsum and chlorite minerals whose presence was determined by XRD analysis, components with high manganese, copper and titanium ratio were detected. Firing test and specific surface area determination test were performed on 5 samples taken from the study area. According to the results of the firing test, the firing color at 1150 oC changes from light brown to dark brown. Dark brown at 1200 oC and dark brown + greenish color tones at 1300 oC were determined. Surface area values vary between 34.322 m²/g and 60.272 m²/g. The low values were associated with the absence of smectite group clay minerals in the nearly all samples. Silica, aluminum and total alkali modulus of nine clay samples taken from the study area were performed, and it was shown that 1 sample had values suitable for cement production.

Keywords: *Lice Formation, mineralogy, Siirt, SE-Türkiye, X-ray diffraction.*

Şirvan (Siirt, GD Anadolu) Civarındaki Halit Çökellerinin Jeokimyası: İlksel Sonuçlar

Geochemistry of Halite Deposits around Şirvan (Siirt, SE Anatolia): Preliminary Results

Erhan Karakuş (1), Mert Demirkol (1), Metin Beyazpirinç (1), Mustafa Kemal Ozkan (2), Adil Doğan (3)

(1) Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı, Ankara
(2) Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Doğu Karadeniz Bölge Müdürlüğü, Trabzon
(3) Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Orta Anadolu II. Bölge Müdürlüğü, Konya
(erhankarakus81@hotmail.com)

Öz

Bitlis-Zagros Kenet Kuşağı'nın güneyinde yer alan inceleme alanında Arap Platformu'na ait Geç Kretase-Geç Miyosen aralığında çökelmiş birimler yüzeylenmektedir. Oligosen'den itibaren başlayan sığlaşmanın sonucunda evaporitik çökeller, sığ denizel çökeller ve karasal çökeller depolanmıştır. Bu çalışmanın konusunu oluşturan evaporitik çökeller, Geç Miyosen yaşlı Şelmo Formasyonu içerisinde yer almakta olup halit, jipsarenit, laminalı jips, selenitik jips kristallerinden oluşmaktadırlar.

Oldukça şiddetli bir tektonizma etkisinin görüldüğü inceleme alanında Paleosen?-Eosen yaşlı birimler, Miyosen yaşlı karbonatlar, evaporitik çökeller ve karasal çökeller üzerinde bindirmeli bir dokanak ilişkisi ile yer alırlar. İnceleme alanındaki Geç Miyosen yaşlı bu evaporitik çökellerden halit içeren birimler, yüzeyde gözlenmemekte olup genellikle yukarıda bahsi geçen bindirme dokanaklarında yapılan çözelti madenciliği ile yüzeyde çökeltilip "Şirvan Tuz" adı altında işletilmektedir.

Şirvan güneybatısında yer alan Tuzla Dere'deki tuz tavalarından alınan halit örneklerinde ve çözeltilerde yapılan jeokimyasal analizlerde elde edilen Br- içeriği, bu tuzlu birimlerin sığ deniz bağlantılı bir lagün ortamında çökelmiş olabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Brom, evaporitik çökeller, halit, lagün, sığ deniz, Şelmo formasyonu

Abstract

Late Cretaceous-Late Miocene deposits belonging to Arabian Platform are outcropping in the study area which located south of the Bitlis-Zagros Suture Zone. As a result of shallowing that occurred in the region shallow marine deposits, evaporitic deposits and continental deposits are deposited, since Oligocene. Evaporitic precipitates/deposits, which are focus of this study, consist of halite, gypsarenite, laminated gypsum and selenitic gypsum, and are precipitated in Late Miocene ***Şelmo*** *Formation.*

The study area experienced intensive tectonism, and the Paleocene?-Eocene units are thrusted on to early-middle Miocene carbonates and late Miocene evaporitic-continental sediments of ***Şelmo*** *formation. Halite deposits are not outcropping in the study area. They have been mining* ***(Şirvan Tuz)*** *by solution mining at the thrust contacts that are mentioned above.*

The Br- content obtained from the halite and solute samples are taken from the salt pans in Tuzla Dere located in the southwest of Şirvan village indicate that these salty units may have been deposited in a lagoon environment which connected with shallow marine environment.

Keywords: *Bromine, evaporitic precipitates, halite, lagoon, shallow marine,* Şelmo *formation*

SONDAJ YÖNTEMLERİ VE TEKNOLOJİLERİ OTURUMU

Drilling Methods and Technologies Session

Mehmet Ruhi AKÇIL, Halis Serkan TEZER, Mustafa YAĞMUR

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

Sondaj Çalışmalarında İş Sağlığı ve Güvenliği: Riskler ve Çözüm Önerileri

Occupational Health and Safety in Drilling Operations: Risks and Solutions

Mustafa Yağmur

Jeoloji Mühendisler Odası (jeoloji.igu@gmail.com)

Öz

Sondaj çalışmalarında çalışanların iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanması ve mevcut sağlık ile güvenlik şartlarının iyileştirilmesi için işverenler, işle ilgili sağlık ve güvenliği temin etmekle yükümlüdür. Bu kapsamda mesleki riskleri önlemek, eğitim ve bilgilendirme dâhil her türlü tedbiri almak, organizasyon yapısını oluşturmak, gerekli araç ve gereçleri temin etmek, güvenlik tedbirlerini değişen koşullara uygun hale getirmek zorundadır. Ayrıca mevcut durumu iyileştirmek, alınan tedbirlerin uygulanıp uygulanmadığını izleyip denetlemek ve varsa uygunsuzlukları gidermek de işverenin sorumluluğundadır. Güvenli bir çalışma ortamı oluşturulabilmesi için sondaj çalışmalarının tüm aşamalarını kapsayacak şekilde risk değerlendirmesi yapılmalı, tespit edilen riskler ortadan kaldırılmalı ya da kabul edilebilir bir düzeye indirilmelidir. Ancak 2012 yılında yapılan yasal düzenlemelerden bu yana geçen 13 yılda, işyerlerinde meydana gelen iş kazalarını azaltmaya yönelik düzenlemeler uygulamada yetersiz kalmış ve sondaj çalışmalarında da iş kazaları yaşanmaya devam etmiştir. Sondaj faaliyetlerinde iş kazalarının önlenmesi ve güvenli çalışma ortamının sağlanması amacıyla yapılan çalışmaların yeniden ele alınarak değerlendirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: iş sağlığı ve güvenliği, sondaj çalışmaları, risk değerlendirmesi, iş kazalarının önlenmesi, güvenli çalışma ortamı, mesleki riskler, yasal düzenlemeler

Abstract

Employers are responsible for ensuring the occupational health and safety of employees in drilling operations and improving existing health and safety conditions. In this context, they are obligated to take all necessary measures to prevent occupational risks, provide training and information, establish organizational structures, supply the required tools and equipment, and adapt safety measures to changing circumstances. Additionally, employers must improve current conditions, monitor and inspect the implementation of safety measures, and address any identified non-compliance.

To create a safe working environment, a comprehensive risk assessment must be conducted, covering all stages of drilling operations. Identified risks should be eliminated or reduced to an acceptable level. However, despite the legal regulations introduced in 2012, over the past 13 years, measures aimed at reducing workplace accidents have proven inadequate in practice, and accidents in drilling operations have continued to occur.

There is a need to revisit and reassess efforts aimed at preventing accidents and ensuring a safe working environment in drilling activities.

Keywords: *occupational health and safety, drilling operations, risk assessment, prevention of workplace accidents, safe working environment, occupational risks, legal regulations*

Wireline Sondaj Tekniğinde İş Güvenliği Uygulamaları, Yapılan Yenilikler ve Çalışanların DAHA Güvenli Çalışmalarını Sağlamak

Occupatıonal Safety Practıces, Innovatıons in Wırelıne Drılling Technıque and Ensurıng Safer Work for Employees

Orhan Bozkurt

Ortadoğu Sondaj San. ve Tic. A.Ş.
(orhan.bozkurt@ortadogusondaj.com)

Öz

Wireline sondajda gelişen teknoloji ve yeni uygulamalar sayesinde makine insan etkileşimi sınırlandırılmış olup riskli çalışmalar güvenli hale gelmiştir. İnsan gücü yerine otomatik kumanda edilen makine gücü sayesinde üretim artışı da sağlanmış olup personel iş yükü azaltılmıştır.

Bu makalede tij tutucu sistem, tij dengeleyici sistem, döner aksamdan korunma, tij açma, uzaktan kumanda, tij kaldırma aparatı, hidrolik hortum tutucular, devre kesici ve uyarı ikaz ekipmanlarının İş Güvenliği yönünden önemi anlatılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Kelimeler: tij tutucu, tij döndürücü, tij dengeleyici, sondaj, iş güvenliği.

Abstract

With the developing technology and new applications in wireline drilling, machine-human interaction has been limited and risky works have become safe. Thanks to the automatically controlled machine power instead of manpower, an increase in production has also been achieved and the workload of the personnel has been reduced.

The main purpose of this paper is rod holder system, rod balancing system, protection from rotating parts, rod opening, remote control, rod lifting apparatus, hydraulic hose holders, circuit breaker and warning equipment in terms of Occupational Safety will be explained.

Keywords: *rod holder, rod spinner, rod balancer, drilling, work safety.*

Dar Çaplı Sondaj Teknolojisi

Slim Hole Drilling Technology

Semih Zaman

Ortadoğu Sondaj San ve Tic A.Ş. Ankara
(semih.zaman@ortadogusondaj.com)

Öz

Dünyada artan araştırma ve geliştirme sondaj çalışmaları ile birlikte sondaj teknolojisindeki gelişmeler de büyük ilerleme katetmiştir. Bununla birlikte enerji sektörüne hizmet amaçlı dar çaplı sondaj teknolojisi de gelişmeler göstermiştir.

Çapı 6 inç'ten küçük açılan sondajlara dar çaplı sondaj denir. Dar çaplı sondaj karotlu ve kırıntılı olarak yapılabilmekte olup genellikle karotlu sondaj tekniği kullanılmaktadır. Dar çaplı karotlu sondaj teknolojisi dörtte bir oranında maliyet düşüklüğü, lokasyon alanı ihtiyacı, daha az iş gücü, daha az sondaj sarf malzemelerin kullanımı bakımından tercih sebebi olmaktadır. Bunun yanında dar çaplı karotlu sondajda karot numunelerinin üzerinde yapılan analiz, testler ve litolojik tanımlama kırıntı numuneye göre daha avantajlıdır. Karotlu sondajda karşılaşılan problemlerin çözümü kırıntılı sondajlara göre başarılı olması daha muhtemel ve kolaydır. Dar çaplı sondaj teknolojisiyle jeotermal gradyan araştırma amaçlı derin karotlu sondaj çalışmaları yapılmaktadır ve Dünya'da petrol, doğalgaz ve jeotermal aramalarında da kullanılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Dar çaplı sondaj, karotlu sondaj, kırıntılı sondaj, karot, maliyet

Abstract

With the increasing trend of drilling works in exploration and development projects, drilling technology is being developed continuously. Likewise, drilling technology in slim hole applications for energy sector is developing.

Holes drilled smaller than 6 inches in diameter is called slim hole. While slim holes can be done both by rotary or diamond drilling techniques, generally diamond drilling is preferred because of being more economical up to one fourth of production wells, needing less drill set up location areas, less manpower and less drilling additives. Besides, diamond drilling is much advantageous than rotary drilling by means of determination of lithology, since the tests and logging done on core samples give much more accurate results. Also, hole problems that could to be encountered while drilling the hole has more possible solutions than rotary techniques. Deep slim hole drilling techniques are usually applied for exploring the geothermal gradients as well as oil and gas reservoirs.

Keywords: *Slim Hole Drilling, Diamond Drilling, Rotary Drilling, Core, Cost*

İçme Suyu Sağlayan Kuyuların Lokasyon ve Kuyu Emniyetinde Alınacak Önlemler

Location of Water Supply Wells and Safety Measures to be Taken for Wells

Celalettin Şimşek, Vehbi Özacar, H. Eray Yaman, Feride Özyol, Nurcihan Taşkın

Dokuz Eylül Üniversitesi Torbalı Meslek Yüksekokulu

Öz

Ülkemizde yeraltı suyu işleme rezervi 17,81 km3'tür. Yeraltı suyu işletme rezervinin 5,64 km3'ü içme suyu amaçlı, 11,83 km3'ü sulamaya ait su çekimleri oluşturur. Su kuyularının tasarımı bir mühendislik projesi kapsamında değerlendirilir ve delme, borulama, çakıllama, geliştirme ve kuyu ağzı muhafazası olmak üzere 5 aşamada gerçekleştirilir.

Bu bildiride kuyuların lokasyon yer seçiminde ve inşasından sonra kuyu ağzı emniyeti konusunda alınması gereken önlemler ele alınmıştır. Yapılan saha çalışmalarında kırsal kesimin su ihtiyacının büyük çoğunluğu yeraltı suyu kuyularından karşılandığı görülmüştür. Açılması planlanan kuyuların öncelikle lokasyon tespitin iyi yapılması gerekmektedir. Saha çalışmalarımızda içme suyu sağlayan kuyuların gerek lokasyon gerekse fiziksel şartlarının hem yeraltı suyu kalitesinin korunması hem de bu suları kullanan insanların sağlığı açısından uygun koşulları sağlamadığı gözlenmiştir.

Yapılan incelemelerde, kuyuların açıkta olması, kuyu ağzı betonlarının olmaması veya usulüne uygun yapılmaması, kuyu muhafaza borularının topografik seviyenin altında olması veya taşkın kotunun altında olması önemli yeraltı suyu kirliliği problemlerine neden olabilecek problemleri oluşturur. Bu tür dış etmenlere karşı korumasız olan su kuyuları zamanla yağış sularının yüzeysel kirleticileri kuyular vasıtası ile yeraltı suyuna taşımaları kaçınılmaz olmaktadır. Böylesi bir eksikliklerden dolayı, bölgesel olarak yeraltı suyunun kirlenmesi kaçınılmazdır. Yeraltı suyu kalitesinin sürdürülebilir olması için, yüzey ile akifer bağlantısını yapan su kuyularının yüzeysel kirleticilerden korunması oldukça önemli bir etmen olarak düşünülmeli ve önlemler bu çerçevede alınmalıdır.

Aksi takdirde, dış etmenlere karşı korumasız olan su kuyuları, yeraltısuyu yüzey suları ile taşınabilen tarımsal faaliyetlerde kullanılan hayvansal ve kimyasal gübreleri, veya bölgede drenaj sistemine bırakılan kanalizasyon ve diğer atıklardaki kirleticiler kuyular vasıtası ile yeraltısuyuna hızla iletebilmektedir. Yukarıdaki faktörler dikkate alınarak, su kuyularının lokasyon seçimi, kuyu başı emniyetlerinde alınacak önlemler ve çevresel riskler açısından bir mühendislik projesi kapsamında açılması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kuyu Tasarımı, Su Kuyusu, Yeraltısuyu Kirlenmesi

Abstract

In our country, the groundwater exploitation reserve is 17.81 km³. Of this, 5.64 km³ is used for drinking water purposes, and 11.83 km³ is used for irrigation water withdrawals. The design of water wells is considered as part of an engineering project and is carried out in five stages: drilling, piping, graveling, development, and wellhead protection.

This paper focuses on the necessary precautions regarding the selection of well locations and wellhead safety after construction. Field studies show that the majority of the water needs in rural areas are met by groundwater wells. It is essential to determine the locations of the wells carefully before planning their construction. In our field studies, it was observed that the wells providing drinking water, in terms of both location and physical conditions, do not meet the necessary standards to ensure both groundwater quality protection and public health.

Investigations revealed that open wells, the absence or improper construction of wellhead concrete, and well casing pipes being located below the topographical level or below the flood level are significant problems that may lead to groundwater contamination. Wells that are unprotected from such external factors inevitably allow surface pollutants carried by rainwater to reach the groundwater through the wells. Due to such deficiencies, regional groundwater contamination is unavoidable. To ensure the sustainability of groundwater quality, it is crucial to protect wells, which serve as a connection between the surface and the aquifer, from surface pollutants. Preventive measures should be taken with this perspective in mind.

Otherwise, wells that are unprotected from external factors can quickly transmit pollutants from agricultural activities, such as animal and chemical fertilizers, or contaminants from sewage and other waste discharged into the drainage system in the area, into the groundwater through the wells. Considering the above factors, the location selection of water wells, the precautions to be taken at the wellhead, and the environmental risks must be addressed within the scope of an engineering project.

Keywords: *Well Design, Water Well, Groundwater Contamination*

SU KAYNAKLARI YÖNETİMİ, YERALTI SULARI VE HİDROJEOLOJİ OTURUMU

Water Resources Management Groundwater and Hydrogeology Session

Şükran AÇIKEL, Aydın Emre AYAN, Arzu FIRAT-ERSOY, Orhan ŞİMŞEK, İrfan YOLCUBAL

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

Konya-Karapınar'da Meydana Gelen Güncel Obrukların Oluşum Mekanizmasının Hidrojeolojik Açıdan İncelenmesi

Hydrogeological Investigation of the Occurance Mechanism of Recent Obruks in Konya-Karapınar

İsmail Noyan Güner (1), Barbaros Erduran (1), Cahit Özgür (1), A. Koray Törk (2), Sultan Yavuz (3), Selma Sülükçü (4)

(1) MTA Genel Müdürlüğü Enerji Hammadde Etüt ve Arama Dairesi, Ankara
(2) MTA Genel Müdürlüğü Enerji Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara
(3) MTA Genel Müdürlüğü Doğu Akdeniz Bölge Müdürlüğü, Adana
(4) MTA Genel Müdürlüğü Ege Bölge Müdürlüğü, İzmir
(noyan.guner@mta.gov.tr)

Öz

Türkiye'de 2000'li yılların sonuna doğru Konya-Karapınar'da yüzeyde derin ve büyük çaplı çöküntülerin oluştuğu dair medyada oldukça sık yer almıştır. Karst jeomorfolojisinde obruk olarak adlandırılan bu çöküntüler yöre halkında tedirginlik yaratmıştır. Bunun üzerine MTA Genel Müdürlüğü tarafından obrukların oluşum nedenleri 2009 ve 2010 yıllarında araştırılmıştır.

Obrukların yoğun olarak oluştuğu çalışma alanının drenaj alanı, yaklaşık olarak 2500 km2'lik bir alanı kapsamaktadır. Acıgöl ile bugün kurumuş olan doğa harikası Meke maar gölleri çalışma alanı içinde bulunmaktadır. Çalışma alanı ve çevresinin jeolojisini Mesozoyik'ten Kuvaterner'e kadar farklı litolojideki kayaçlar oluşturmaktadır. Mesozoyik dönemi, ağırlıklı olarak denizel kireçtaşları ile temsil edilmektedir. Senozoyik dönemi ise gölsel ve akarsu çökelleri ve alüvyon ile temsil edilmektedir. Miyosen ve Pliyosen dönemlerinde volkanik faaliyetler meydana gelmiştir.

Yeraltısuyunun sulama amaçlı kullanılmadığı dönemde, DSİ tarafından 1969 yılında yapılan çalışmada bölgesel yeraltısuyu akımı Toros Dağlarından Tuz Gölü'ne doğrudur. Günümüzde ise çalışma alanında tarımsal amaçlı sulama için yeraltısuyu kullanımına yönelik binlerce sondaj kuyuları bulunmaktadır. Çalışma sonunda oluşturulan yeraltısuyu dağılım haritasına göre, çekimler sonucunda havzadaki yeraltısuyu doğal akımının bozulduğu tespit edilmiştir.

Çalışma alanında güncel ve fosil olarak tanımlanmış 600'den fazla obruk bulunmaktadır. Ancak güncel obruklar, 1972 yılında Nebili Obruğu'nun oluşumundan itibaren başlatılmaktadır. Arazi çalışmaları sırasında belirlenen 160'tan fazla güncel obruk, harita üzerinde işaretlendiğinde belirgin doğrusal çizgisellikler oluşturmuştur. Yeraltısuyu seviyesi konturlarının birbirine yakınlaştığı alanlarda görülen bu çizgisellikler, gömülü süreksizlikler olarak öngörülmüştür. Ancak yüzey topoğrafyasında herhangi bir anomali vermemektedir. Yapılan pompa testleri sonucunda, düşüm konilerinin çaplarının 20-30 m arasında değiştiği tespit edilmiştir. Bu değerler, obrukların ilk oluştuğu andaki çapları ile uyumludur.

Başta Cl-Br oranı değerlendirmesi olmak üzere duraylı izotop ve hidrokimyasal incelemeler, çalışma alanındaki yeraltısularının kökeninin, sedimantasyon sırasında formasyon içinde hapis kalan denizel kökenli fosil suların, Toros Dağlarından beslenen yağışlarla karıştığını göstermektedir.

Güncel obruklar Karadağ-Karapınar arasında, eski obruklar ise Karapınar-Cihanbeyli arasındaki Sultanhanı Fay Zonu üzerinde bulunmaktadır. Derinden magmatik kökenli CO2 ve H2S gazlarının yeraltısularını asidikleştirmesi sonucu oluşan hipojenik karstlaşma, boşlukların gelişimine yol açmış, yeraltısuyu seviyesinin azalmasına bağlı olarak tavan yükünün zemin tarafından taşınamaması sonucu obruklar oluşmuştur.

Anahtar Kelimeler: Karapınar, karst, Konya, obruk.

Abstract

Towards the end of the 2000s in Turkey, reports of deep and large-scale surface collapses in Konya-Karapınar were frequently covered in the press. These collapses, known as obruks (sinkholes) in karst geomorphology, caused concern among the local population. As a result, the General Directorate of MTA (Mineral Research and Exploration) investigated the causes of these obruks in 2009 and 2010.

The drainage area of the study region, where obruks are densely formed, covers approximately 2,500 km². Meke maar lake which has been one of the natural wonders world was dried up today and Acıgöl are located within the study area. The geology of the study area and its surroundings consists of rocks of different lithologies ranging from the Mesozoic to the Quaternary periods. The Mesozoic period is predominantly represented by marine limestones. The Cenozoic period, on the other hand, is represented by lacustrine and fluvial sediments, as well as alluvium. The volcanic activities occurred during Miocene and Pliocene periods.

During the period when groundwater was not used for irrigation, a study conducted by the State Hydraulic Works (DSİ) in 1969 indicated that the regional groundwater flow was from the Taurus Mountains toward Lake Tuz. Nowadays, there are thousands of drilled wells in the study area for agricultural irrigation purposes. According to the groundwater distribution map was drawn at the end of the study, it was determined that the natural groundwater flow in the basin has been disrupted due to excessive extraction.

In the study area, there are more than 600 obruks identified as both active and fossil. However, active obruks are considered to have started forming with the emergence of the Nebili Obruk in 1972. During field studies, over 160 active obruks were identified, and when mapped, they formed distinct linear alignments. These alignments, observed in areas where groundwater contours are closely spaced, are interpreted as buried discontinuities. However, they do not present any noticeable anomalies in the surface topography. Pumping tests conducted in the area revealed that the diameters of the drawdown cone range between 20-30 meters. These values are consistent with the diameters of the obruks at the time of their initial formation.

Stable isotope and hydrochemical analyses, particularly the evaluation of the Cl-Br ratio, indicate that the origin of groundwater in the study area is a mixture of marine-origin connate water trapped within the formation during sedimentation and precipitation and recharge from the Taurus Mountains.

Recent obruks are located between Karadağ Mountain and Karapınar district, while paleo-obruks are placed along the Sultanhanı Fault Zone between Karapınar-Cihanbeyli districts. Hypogenic karstification, occurs due to the acidification of groundwater by deep magmatic source CO2 and H2S gases, cause the development of cavities, and obruks form as a result of the inability of the roof load to be supported by the ground due to the decrease in groundwater levels.

Keywords: Karapınar, karst, Konya, obruk.

Medine-i Münevvere'deki Vadi Al-Aqiq'te Yeraltı Suyu Akışı ve Kalitesinin İncelenmesi

An Investigation of Groundwater Flow and Quality in Wadi Al-Aqiq, Madinah Munawwarah

Wail A. Al-Bardi (1), Waheeb A. Al Ashi (1), Sultan Abadi (1)

Saudi Geological Survey (SGS), 23352 Jeddah, Saudi Arabia

Öz

Medine-i Münevvere'de bulunan Wadi Al Aqiq, tarihi ve dini açıdan önemli bir vadi olarak bilinir. Bu vadiden akan su, Mescid-i Nebevi'nin birkaç kilometre batısından, Cebel Ayr'ın batısından akar. Wadi Bathaan ve Wadi Al-Aqoul ile birleşerek Uhud Dağı'nın batısındaki Al-Uyun bölgesine ulaşır ve nihayetinde Wadi Al-Hamd'a dökülür. Vadideki su, mevsimsel yağışların etkisiyle güneyden kuzeybatıya doğru akar. Yeraltı suyu ise doğal topografik eğim nedeniyle güneydoğudan kuzeybatıya doğru hareket eder.

Medine'nin jeolojisi, volkanik, tortul ve magmatik kayalardan oluşan Arap Kalkanı'na ait kayaçlardan oluşur. Bu nedenle, yeraltı suyu ağırlıklı olarak vadi çökellerinde ve çatlaklı temel kayalarda bulunur ve bazalt mağaraları ile magmatik kayalardaki çatlaklar boyunca hareket eder.

Mevsimsel yağışlar ve yüzey akışı, yeraltı suyu beslenmesini önemli ölçüde artırır; yağmurdan sonra su, ana vadide birikir. 2017-2024 yılları arasında yıllık ortalama yağış miktarı 51,53 mm olarak kaydedilmiştir.

Ayrıca, Medine'deki kentsel genişleme, Wadi Al-Aqiq'teki yeraltı suyunun kimyasal bileşimini önemli ölçüde etkilemiştir. 31 su numunesi, vatandaşların kuyularından ve Belediye ve Konut Bakanlığı'na ait kuyulardan alınarak, Suudi Jeoloji Kurumu laboratuvarlarında incelenmiştir. Bu analizler, Suudi Arabistan Çevre, Su ve Tarım Bakanlığı'nın standartlarına göre gerçekleştirilmiştir.

Çözünmüş tuzların ortalama konsantrasyonu 2.887,52 mg/L olarak tahmin edilmiştir. Kimyasal analizler, klorür, sülfat ve bikarbonat ($Cl + SO_4$, HCO_3) varlığını göstermektedir. pH değeri 7,5-8 arasında değişmektedir. Mineral element analizine göre nitratın ortalama konsantrasyonu 116,82 mg/L olarak ölçülmüştür.

Bu nedenle, Wadi Al-Aqiq'teki yeraltı suyu içme suyu olarak uygun değildir.

Anahtar Kelimeler: Yeraltı suyu hareketi, güneyden kuzeybatıya akış, mevsimsel yağışlar, kimyasal bileşim.

Abstract

Wadi AlAqiq is a renowed wadi in Madinah Munawwarah, recognized for its significant historical and religious importance. It is one of the wadi that runs just a few kilometers past the Prophet's Masjid, west of Jabal A'ir. It joins Wadi Bathaan and Wadi Al-Aqoul before heading to the Al-Uyun area west of Jabal Uhud, finally draining into Wadi Al-Hamd. The wadi flows from south to northwest, primarily influenced by seasonal rainfall. Groundwater flows from southeast to northwest due to the natural topographic gradient. The geology of Madinah is influenced by the Arabian Shield, a combination of volcanic, sedimentary, and igneous rocks. Therefore, groundwater is found primarily in wadi deposits and fractured basement rocks, moving through subsurface basalt caverns and fissures in the igneous rocks.

Seasonal rainfall and surface runoff significantly enhance groundwater recharge, with water accumulating in the main wadi after rainfall. The average annual rainfall was recorded from (2017-2024), with an average depth of 51.53 mm. Furthermore, urban expansion in Madinah has significantly impact on the chemical composition of groundwater in Wadi Al-Aqiq. (31) water samples were collected from citizens' wells and wells of the Ministry of Municipalities and Housing in Wadi Al-Aqiq to analyze the chemical elements (major + trace) in the laboratories of the Saudi Geological Survey, which depend the standards of the Saudi Ministry of Environment, Water and Agriculture. The average concentration of dissolved salts is estimated at 2,887.52 mg/L. Chemical analysis indicating the presence of chloride, sulfates, and bicarbonates (Cl + SO4, HCO3). The pH ranged between (7.5-8). From the analysis of mineral elements, we find that the average concentration of nitrate reached 116.82 mg/L. Therefore, the groundwater in Wadi Al-Aqiq is not suitable for drinking.

Keywords*: Groundwater movement, south to northwest flow, seasonal precipitation, chemical composition*

Kütahya-Tavşanlı Altın Madeni Yeraltısuyu Akı Modeli

Kutahya-Tavsanli Gold Mine Groundwater Flow Mmodel

Ali Moussa (1), Hüseyin Karakuş (1), Ali Samet Öngen (1)

(1) Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kütahya, Türkiye (moussa.ali12@yahoo.com)

Öz

Hidrojeolojik koşullar, madencilik faaliyetlerinin performansını ve sürdürülebilirliğini doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle, madencilik faaliyetlerinden önce ayrıntılı hidrojeolojik çalışmalar yapılması büyük önem arz etmektedir. Bu çalışmada, madencilik faaliyetlerinin bölgenin hidrojeolojik koşulları üzerindeki potansiyel etkilerini öngörmek amacıyla Kütahya-Tavşanlı altın madeni sahası için sayısal bir yeraltısuyu akış modeli oluşturulmuştur. Model alanı altı dikey katmandan oluşmakta olup, hidrolik iletkenlik değerleri pompa testlerinin sonuçlarından alınmıştır. Model, 12 aylık bir süre boyunca gözlem kuyularında ölçülen su seviyelerine karşı kararlı akım koşullarında kalibre edilmiştir. Ocak, atık kaya ve liç alanlarındaki yeraltısuyu koşulları, modellenen yeraltısuyu seviyesi dağılımı ile birlikte değerlendirilmiştir. Model sonuçlarına göre, yeraltısuyu seviyesi yer yüzeyinin 885 ila 1000 metre altında yer almaktadır. Bu seviyelerde, işletme dönemi boyunca açık ocak gölü oluşumu beklenmemektedir. Liç alanında yeraltısuyu seviyesi yüzeyin 15-20 metre altında yer almaktadır. Atık kaya alanlarında ise yeraltısuyu seviyesi, mevsimsel derelerin aktığı vadi tabanlarında yüzeye yakınken, çevredeki sırtlara doğru 50 metre derinliğe ulaşmaktadır. Çalışma kapsamında, yeraltısuyu seviyesinin yüzeye yakın olduğu anlaşılmış, derelerin bulunduğu alanlarda yüzey ve yeraltı suyunun madencilik faaliyetlerini olumsuz etkilemesini önlemek için pasa sahalarında şeritvari bir koruma zonu bırakılması ve alanda bulunan derelerin relokasyonlarının yapılması gibi önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Kütahya, madencilik, MODFLOW, yeraltısuyu akım modeli.

Abstract

Hydrogeological conditions directly affect the performance and sustainability of mining activities. Therefore, it is of great importance to conduct detailed hydrogeological studies before mining activities. In this study, a numerical groundwater flow model was created for the Kütahya-Tavşanlı gold mine site in order to predict the potential effects of mining activities on the hydrogeological conditions of the region. The model area consists of six vertical layers and hydraulic conductivity values were obtained from the results of pump tests. The model was calibrated against the water levels measured in the observation wells under steady flow conditions for a period of 12 months. Groundwater conditions in the pit, waste rock and leach areas were evaluated together with the modeled groundwater level distribution. According to the model results, the groundwater level is between 885 and 1000 meters below the ground surface. At these levels, formation of an open pit lake is not expected during the operation period. The groundwater level in the leach area is 15-20 meters below the surface. In waste rock areas, the groundwater level is close to the surface in the valley floors where seasonal streams flow, while it reaches a depth of 50 meters towards the surrounding ridges. Within the scope of the study, it was understood that the groundwater level was close to the surface, and suggestions were made such as leaving a strip-like protection zone in the waste areas and relocating the streams in the area to prevent the negative effects of surface and groundwater on mining activities in the areas where the streams are located.

Keywords: *Groundwater flow model, Kutahya, mining, MODFLOW.*

6 Şubat 2023 Hatay-Kahramanmaraş Depremlerinin (Mw=7.7 ve Mw=7.6) Yeraltısuyu Kaynaklarına Olan Etkisi

The Impact of the February 6, 2023 Hatay-Kahramanmaraş Earthquakes (Mw=7.7 and Mw=7.6) on Groundwater Resources

Mehtap Yılmaz (1), Celalettin Şimşek (2,3), İsmail Sevim (4), Çiğdem Yücel (5)

(1) Tarım ve Orman Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Yeraltısuları Dairesi Başkanlığı
(2) Dokuz Eylül Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Araştırma Merkezi
(3) Dokuz Eylül Üniversitesi Torbalı Meslek Yüksekokulu
(4) Tarım ve Orman Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Yeraltısuları Dairesi Başkanı
(5) Tarım ve Orman Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü İzleme ve Değerlendirme Şube Müdürü
(mehtapyil@dsi.gov.tr)

Öz

6 Şubat 2023'te, sırasıyla 04:17 ve 13:24 saatlerinde Pazarcık (Kahramanmaraş) ve Elbistan (Kahramanmaraş) bölgelerinde 7.7 MW ve 7.6 MW büyüklüğünde iki yıkıcı deprem olmuştur. Bu depremler, bölgedeki Arap ve Anadolu levhaları boyunca 450 km uzunluğunda bir kırılma meydana getirmiş ve ortalama olarak 3 m'lik bir yer değiştirme gerçekleşmiştir. Bu durum, akifer sistemindeki yeraltısuyu seviyelerde yükselim veya düşüm, kaynak debilerinde değişimleri, akar durumdaki derelerde debi azalması gibi birçok hidrolojik ve hidrojeolojik değişikliklere neden olmaktadır.

Hatay bölgesinde, DSİ tarafından izleme yapılan kuyularda deprem şok dalgasının yarattığı seviye değişimleri kaydedilmiştir. Bölgede izleme yapılan 7 adet gözlem kuyusunda yeraltısuyu seviyesinde 15 cm ile 549 cm arasında değişen yükselimler gerçekleşmiştir. Seviye yükselimleri litolojik birimlerin hidrojeolojik özelliklerine göre farklılık sunmuştur. Karstik ve kırıklı akifer (volkanik) sisteminde yükselimler 15 cm ile 83 cm arasında değişmiş ve hızlı bir pik değeri sunarak 3 dk içerisinde önceki seviyesine düşmüştür. Ancak taneli akiferlerde ise 33 cm ile 549 cm arasında yükselim meydana gelmiş ve seviye düşümü ise dereceli olarak 3 saat ve daha fazla sürede önceki haline dönmüştür. Bu düşüm daha düşük geçirimli birimlerde daha uzun sürmüştür. Yeraltısuyu seviye değişimlerine büyük ölçüde litolojik birimlerin geçirimliliği tarafından kontrol edilmektedir. Deprem sonrasında bölgedeki kaynaklarda kısa süreli debilerde düşüm olmasına karşın daha sonra benzer debilerle akmıştır. Ancak, özellikle Hatay Harbiye kaynaklarında önemli oranda bulanıklaşma meydana gelmiştir. Bulanıklaşma birkaç gün içerisinde azalarak normale dönmüştür. Bu durum deprem şok dalgasının karstik ve kırıklı çatlaklı sistemde sarsıntı etkisi ile örtü toprağının çatlaklar vasıtası ile yeraltısuyuna karışması ve/veya tabandaki çamurun hareketlenmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Deprem şok dalgasının etkilerini daha iyi izleyebilmek ve değerlendirebilmek için bölgede daha fazla gözlem kuyusu açılarak izleme çalışmalarının artırılması büyük fayda sağlayacaktır. Buradan elde edilen bilgiler ile deprem sonrası ve öncesi verilerin değerlendirilmesi ile sistemin davranışı daha net ortaya konulabilecektir.

Anahtar Kelimeler: Deprem, seviye değişimi, yeraltısuyu.

Abstract

On February 6, 2023, two destructive earthquakes of 7.7 MW and 7.6 MW occurred in Pazarcık (Kahramanmaraş) and Elbistan (Kahramanmaraş) at 04:17 and 13:24 hours, respectively. These earthquakes caused a rupture along the Arabian and Anatolian plates, resulting in a 450 km long surface fracture with an average displacement of 3 meters. This significant displacement led to various hydrological and hydrogeological changes, such as fluctuations in groundwater levels, changes in spring discharges, and a decrease in streamflow in flowing rivers.

In the Hatay region, groundwater level changes caused by the earthquake shockwave were recorded in the wells monitored by the State Hydraulic Works (DSİ). In 7 monitored observation wells in the region, groundwater levels increased by between 15 cm and 549 cm. Groundwater level increases have shown differences based on the hydrogeological properties of lithological units. In the karstic and fractured aquifer (volcanic) system, the rise varied between 15 cm and 83 cm, presenting a rapid peak value and then returning to previous levels within 3 minutes. However, in granular aquifers, the rise ranged from 33 cm to 549 cm, and the level decline occurred gradually, taking 3 hours or more to return to its previous state. The permeability of the lithological units significantly controls the level change. This decrease has taken longer in units with lower conductivity units. After the earthquake, there was a temporary decrease in the flow rates of the springs in the region; however, they later flowed with similar discharges. Notably, significant turbidity occurred in the Hatay Harbiye springs. The turbitity has decreased and returned to normal within a few days. It is believed that this situation was caused by the seismic effect of the earthquake shockwave on the karstic and fractured fault system, leading to the mixing of the overburden soil with groundwater through cracks and/or the movement of mud at the base.

To more clearly observe and assess the effects of the earthquake shockwave, it is highly beneficial to open additional observation wells in the region and increase monitoring efforts. The information obtained from this could help clarify the system's behavior by evaluating pre- and post-earthquake data.

Keywords: Earthquake, groundwater, level change.

Açık İşletme Maden Sahası Hidrojeolojisi

Open Pit Mine Site Hydrogeology

Koray Törk (1), Öznur Geze (1), Arif Aydın (1), Faruk Tolga Akbaş (1), Erdem Çörekçioğlu (1)

(1) Enerjisa Üretim Enerji A.Ş., Tufanbeyli Termik Santrali, Maden Departmanı, 01642, Tufanbeyli, Adana (koray.tork@enerjisauretim.com)

Öz

Madencilik çalışmalarında, üretim sürecini etkileyen unsurların başında yüzey ve yeraltısuyunun yönetimi gelmektedir. Ortamın jeohidrolojik koşullarının gerçeğe yakın tanımlanması, bu sürecin yönetimi ve üretim planlaması açısından önemlidir. Özellikle yüzeyde gözlemlenen jeolojik unsurların yeraltındaki konumu ve bunlar ile yüzeylenmeyen (gömülü) kayaçların korunarak günümüze ulaşan paleocoğrafik yapıları, maden işletme sahasının hidrojeolojisini ve doğrudan üretim modelini etkilemektedir. Türkiye genelinde birçok Neojen Havzası kömür yataklarının, çökelim ortamı olarak kendinden önceki karstik havzaları kullanması, paleocoğrafik yapının tanımlanmasını daha da önemli hale getirmektedir. Bu nedenle, hidrojeolojik sistemin modellenmesinde ve buna bağlı olarak maden sahası işletim sürecindeki en önemli maliyetlerden biri olan susuzlaştırma programının oluşturulmasında, fiziksel ortamın çoklu yöntemler kullanılarak tanımlanması büyük önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Hidrojeoloji, karst, maden üretimi, paleocoğrafya, susuzlaştırma.

Abstract

Management of surface and groundwater in mining activities is one of the main factors affecting the production process. It is important to realistically define the geohydrological conditions of the site in terms of management of this process and production planning. In particular, the underground location of the geological elements observed on the surface and the paleogeographic structures of the rocks that have survived to the present day by being preserved as they are not exposed (buried) affect the hydrogeology and direct production model of the mining operation area The use of previous karst basins as depositional environments for many Neogene basin coal beds across Turkey further highlights the importance of defining the paleogeographic structure.For this reason, it is of great importance to define the physical environment using more than one method in modeling the hydrogeological system, which is one of the most important costs in the mine site operation process, and in creating the dewatering program accordingly.

Keywords: *Dewatering, hydrogeology, karst, mining, paleogeography.*

KKTC Yeraltısuyu Hidrojeokimyası ve Yeraltısuyu Kirlenmesini Denetleyen Mekanizmalar

Groundwater Hydrogeochemistry and Mechanisms Controlling Groundwater Pollution in the KKTC

Oğuz Vadilli (1), Çiğdem Yücel (2), Ayşen Albayrak (1), Salih Erşangil (1), Şengül Bozkurt (2), Adnan Morkoç (2), İrfan Yolcubal (3), İsmail Sevim 2)

(1) KKTC Jeoloji Maden Dairesi, Lefkoşa, KIBRIS
(2) DSİ Genel Müdürlüğü, Yeraltısuları Dairesi Başkanlığı, Çankaya, ANKARA
(3) İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Ayazağa, İstanbul
(oguzbadedidem@gmail.com-cyucel@dsi.gov.tr)

Öz

Türkiye'nin ayrılmaz parçası olan Kıbrıs'ta yapılan bu çalışmada, yeraltısuyu izleme çalışmalarında kapsamlı miktar ve kalite izleme çalışmaları yapılmıştır. Bu kapsamda Kıbrıs genelinde 93 adet kuyuda yeraltısuyu seviye ölçümü; ayrıca en önemli akifer olan Güzelyurt başta olmak üzere, Maserya ve Karpaz'da derinliğe bağlı sıcaklık ve elektriksel iletkenlik ölçümleri gerçekleştirilmiştir. 60 adet kuyuda yerinde riziko-kimyasal parametreler, temel anyon, katyon, ağır metal ve pestisitler analiz edilmiştir. 25 adet kuyudan alınan numuneler ile de izotop analizi gerçekleştirilmiştir.

Yapılan çalışmada Güzelyurt akiferi özelinde, tuzlu su girişimini belirlemek üzerine sınır ve model çalışması yapılmıştır. Güzelyurt merkezinde aşırı yeraltısuyu tüketimi ve düşük yeraltısuyu besleniminden dolayı yeraltısuyu seviyelerinin deniz seviyesi altına düştüğü alanlar belirlenmiştir. Tuzlu su girişimi sahilden içeri 5-8 km ilerlemiş durumdadır. Akifer birim kalınlıkları, seviye değişimleri ve hidrolojisi incelenerek; Yeşilırmak, Yedidalga, Maden ve Lefke'de yeraltısuyu depolama tesisleri için çalışmalar tamamlanmıştır.

Yapılan analiz sonuçlarında Kıbrıs'taki suların çoğunun C3S1 sınıfında olduğu, hafif alkali-alkali pH'da olduğu, tarımsal sahalarda 2 bölgede pestisit, bakır madeninin olduğu Maden alt havzasında ise maden ve jeojenik kaynaklı ağır metaller tespit edilmiştir; yağışlı ve kurak dönemde ph >7 olup sular asidik özelliktedir. Maserya bölümünde evaporit birimlerden dolayı jeolojik kaynaklı kirletici unsurlar belirlenmiştir.Gözetimsel izleme süreci tamamlanmış olup, operasyonel izleme ağı oluşturulmuştur. Yeraltısuyunda miktar ve kalite izlemeleri sürdürülerek çalışmalar yürütülecektir.

Anahtar Kelimeler: Hidrojeokimya, izleme, KKTC, yeraltısuyu.

Abstract

In this study conducted in Cyprus, an integral part of Turkey, comprehensive quantity and quality monitoring studies were conducted in groundwater monitoring. In this context, depth to groundwater measurements were made in 93 wells throughout Cyprus; in addition, temperature and electrical conductivity measurements were made depending on depth in Maserya and Karpaz, especially in Güzelyurt, which is the most important aquifer. In situ measurements of physicochemical parameters, major anions, cations, heavy metals, and pesticides were conducted in 60 wells. Isotope analysis was also performed with samples taken from 25 wells.

In the study, a boundary and model study were conducted to determine salt water intrusion, specifically for the Güzelyurt aquifer. "Areas in the Güzelyurt center where groundwater levels have dropped below sea level due to excessive consumption and low recharge were identified. The salt water intrusion has advanced 5-8 km inland from the coast. By examining aquifer unit thicknesses, level changes and hydrology; Work has been completed for groundwater storage facilities in Yeşilırmak, Yedidalga, Maden and Lefke.

According to the results of the analysis, most of the water in Cyprus is in the C3S1 class, has a slightly alkaline-alkaline pH, pesticides in two regions in agricultural areas, and heavy metals of mine and geogenic origin in the Maden sub-basin, where there are copper mines; During rainy and dry periods, the pH is >7 and the water is acidic. Pollutants of geological origin have been identified due to evaporite units in the Maseria section. The surveillance monitoring process has been completed and an operational monitoring network has been established. Studies will be carried out by continuing to monitor the quantity and quality of groundwater.

Keywords: *Groundwater, hydrochemistry, KKTC, monitoring.*

Marmara Havzası Kuzeyi Yeraltısuyu Hidrojeokimyası ve Yeraltısuyu Miktar-Kalitesine Etkiyen Baskı Unsurları

North Marmara Basin Groundwater Hydrogeochemistry and Pressure Elements Affecting Groundwater Quantity-Quality

Çiğdem Yücel (1), Celalettin Şimşek (2), Serkan Dağlıoğlu (3), M. Mert Toklu (1), İsmail Sevim (1)

(1) DSİ Genel Müdürlüğü Yeraltısuları Dairesi Başkanlığı, Çankaya, Ankara
(2) Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir
(3) DSİ 14.Bölge Müdürlüğü, Çamlıca, İstanbul
(cyucel@dsi.gov.tr-celaletiin@deu.edu.tr)

Öz

Bu çalışmada Ülkemizde hem Asya hem Avrupa kıtasında ve 3 farklı karasal alanda yer alan Marmara Havzasının kuzey bölümünde yapılan hidrojeolojik etüt özetlenmiştir.

Çalışma alanında Paleozoyik yaşlı meta-granitoid, meta kırıntılılar ve şistlerden oluşan temel üzerine gelen Mezosoyik yaşlı mermer-granodiyorit ve uyumsuzlukla gelen aglomera-tüften oluşan birimden sonra Senozoyik yaşlı resifal kireçtaşı ve karasal serilerden oluşan birimler kömürlü kumtaşı-şeyl ve Neojen yaşlı kırıntılı birimler ve güncel Kuvaterner yaşlı alüvyonlar ile seri tamamlanmaktadır.

Sanayi, nüfus, tarım, kentleşme, tuzlu su girişimi gibi birçok baskı unsuru altında olan bölgede yapılan yeraltısuyu çalışmalarında miktar, kalite izlemeleri ile yapılmış, izotop analizleri gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçlarına göre havzanın bu bölümünde sular Ca-HCO3 kökenlidir. Yapılan gözetimsel analizler sonucunda demir, alüminyum, mangan, arsenik ve kurşun değerlerinin antropojenik ve jeojenik kaynaklı olarak limit değerler üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

Miktar ve kalite analizleri sonucunda akifer birimlerdeki baskı unsurları ve bunların akifer birimlerinde meydana getirdiği etkiler istatiksel analizler ile değerlendirilmiştir. Çalışma alanındaki kirletici unsurlar dikkate alınarak oluşturulan izleme ağı kapsamında ile yeraltısuyu miktar ve kalitesi düzenli olarak izlenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Gözetimsel-operasyonel izleme, jeojenik kirlenme, Kuzey Marmara.

Abstract

The study was conducted in the northern part of the Marmara Basin, which is located on 2 continents and 3 separate parts in Turkey, is summarized in this study.

After the unit consisting of Mesozoic aged marble-granodiorite and agglomerate-tuff coming unconformably on the base of Paleozoic meta-granitoid, metaclastics and schists, Cenozoic aged reefal limestone and units consisting of continental series, coal sandstone-shale and Neogene aged clastic units and current Quaternary aged series is completed with alluviums.

In groundwater studies carried out in the region, which is under many pressure factors such as industry, population, agriculture, urbanization and sea water intrusion, quantity and quality monitoring was carried out and isotope analyzes were carried out. According to the analysis results, the water in this part of the basin is of Ca-HCO3 origin. As a result of the surveillance analysis, it was determined that the iron, aluminum, manganese, arsenic and lead values were above the limit values due to anthropogenic and geogenic sources.

As a result of quantity and quality analyses, the pressures on the aquifer units and the effects of the pressure were evaluated with statistical analysis. Groundwater quantity and quality monitoring continues with the monitoring network created by taking into account the pollutants in the study area.

Keywords: *Geogenic pollution groundwater, surveillance-operational monitoring, North Marmara.*

Erzincan Ovası Akiferinin Yeraltısuyu Kimyasının Araştırılması

Investigation of the Groundwater Chemistry of the Erzincan Plain Aquifer

Veli Keskin (1), Sedat Türkmen (2), Cüneyt Güler (3)

(1) Devlet Su İşleri 17. Bölge Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler Şubesi Edremit/Van
(2) Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Balcalı/Adana
(3) Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Yenişehir/Mersin
(veli_keskin@outlook.com)

Öz

Doğu Anadolu Bölgesi'nin Yukarı Fırat Havzası'nda yer alan Erzincan Ovası'nda gerçekleştirilen bu çalışmanın temel amacı, ova akiferine ait yeraltı sularının kimyasal özelliklerini belirlemektir. Erzincan Ovası, başta tektonik aktiviteler olmak üzere, heyelan, çığ, sel ve taşkın gibi doğal afetlerin etkisiyle şekillenmiş bir bölge olup, bu etkiler günümüzde de devam etmektedir. Tektonik süreçler, yüzey şekilleri, sedimanların mineralojik özellikleri, beslenme alanlarındaki jeolojik birimler ve insan faaliyetleri, yeraltı sularının hidrojeolojik ve jeokimyasal özelliklerini önemli ölçüde çeşitlendirmektedir. Bu çeşitlilik göz önünde bulundurulduğunda, bölgedeki yeraltı sularının kalitesinin belirlenmesi, değerlendirilmesi ve izlenmesi büyük bir önem taşımaktadır. Bu amaçla, 2021 yılı Eylül ayında (kurak dönemde) Erzincan Ovası'ndan 52 yeraltı suyu örneği alınmış; bu örnekler üzerinde iz element, majör anyon ve katyon analizleri yapılmış ve fiziksel parametrelerin (Eh, Eİ, pH) ölçümleri gerçekleştirilmiştir. İz element analiz sonuçları, ITASHY (2005), EPA (2009) ve WHO (2008) standartlarında belirtilen içme suyu sınır değerleri ile karşılaştırılmış, insan sağlığı ve çevre açısından değerlendirilmiştir. Yeraltı sularının fizikokimyasal özellikleri analiz edilerek elde edilen sonuçlara göre; suların Piper Diyagramına göre fasiyesleri, Schoeller diyagramına göre kökenleri, ABD Tuzluluk ve Sodyum Adsorpsiyon Oranı sınıflamasına göre sulama amacıyla kullanılabilirlikleri ortaya konmuştur.

Yapılan değerlendirmede, yeraltı sularının jeokimyasal bileşiminde litolojik etkileşimin (litoloji/yeraltı suyu) daha baskın olduğu ve bu suların genel olarak magnezyum bikarbonatlı su sınıfında yer aldığı belirlenmiştir. Ayrıca, ABD Tuzluluk Sınıflaması'na göre bu suların C2-S1 ve C3-S1 sınıflarında; Sodyum Adsorpsiyon Oranı sınıflamasına göre S1 sınıfında ve Kalıcı Sodyum Karbonat sınıflamasına göre ise kullanılabilir su kategorisinde yer aldığı saptanmıştır. İz element derişimlerinin değerlendirilmesi sonucunda, As, Al, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb ve Zn gibi elementlerin ova genelindeki derişimlerinin sınır değerleri aştığı tespit edilmiştir. Bu durum, bölgedeki yeraltı sularının insan sağlığı ve çevre açısından potansiyel riskler taşıdığını ortaya koymaktadır.

Anahtar kelimeler: Erzincan, hidrojeokimya, hidrojeoloji, su kalitesi, yeraltı suyu.

Abstract

The primary objective of this study, conducted in the Erzincan Plain located in the Upper Euphrates Basin of the Eastern Anatolia Region, is to determine the chemical properties of the groundwater in the aquifer of the plain. The Erzincan Plain is an area shaped by natural disasters such as tectonic activities, landslides, avalanches, floods, and inundations, and these effects continue to persist today. Tectonic processes, surface morphology, the mineralogical properties of sediments, geological units in recharge areas, and human activities significantly diversify the hydrogeological and geochemical characteristics of the groundwater. Considering this diversity, the determination, evaluation, and monitoring of groundwater quality in the region is of great importance.

For this purpose, 52 groundwater samples were collected from the Erzincan Plain in September 2021 (during the dry period). These samples were analyzed for trace elements, major anions and cations, and measurements of physical parameters (Eh, EC, pH) were conducted. The results of the trace element analyses were compared with the drinking water limit values specified in the ITASHY (2005), EPA (2009), and WHO (2008) standards and were evaluated in terms of human health and environmental impact. Based on the analysis of the physicochemical properties of the groundwater, the facies of the waters were determined using the Piper diagram, their origins were identified using the Schoeller diagram, and their suitability for irrigation was assessed according to the U.S. Salinity and Sodium Adsorption Ratio classification.

The evaluation revealed that water-rock interaction is more dominant in the geochemical composition of groundwater, and these waters are generally classified as magnesium bicarbonate waters. Additionally, according to the U.S. Salinity classification, these waters fall into the C2-S1 and C3-S1 classes; based on the Sodium Adsorption Ratio classification, they belong to the S1 class, and according to the Permanent Sodium Carbonate classification, they are categorized as usable water. The assessment of trace element concentrations indicated that elements such as As, Al, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, and Zn exceed the limit values. This finding suggests that the groundwater in the region poses potential risks to human health and the environment.

Keywords: *Erzincan, groundwater, hydrogeochemistry, hydrogeology, water quality.*

Tarsus (Berdan) Ovası'nda (Mersin) Bulunan Yapay Su Kütlelerinin Fizikokimyasal Özelliklerinin İncelenmesi

Investigation of Physicochemical Properties of Artificial Water Bodies in Tarsus (Berdan) Plain (Mersin)

Ceren Sıla Özdemir (1), Cüneyt Güler (1)

(1) Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Çiftlikköy, 33343 Yenişehir/Mersin, Türkiye (cerensilaozdemir@hotmail.com)

Öz

Bu çalışmada, Mersin'in doğusunda yer alan Tarsus (Berdan) Ovası'nda, balık yetiştiriciliği ve sera alanları için toprak temini gibi çeşitli amaçlarla yöre halkı tarafından açılan çukurların yeraltı ve/veya yağmur sularıyla dolması sonucu oluşan yapay su kütlelerinin fizikokimyasal özelliklerinin belirlemesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda, öncelikle Google Earth Pro yazılımı kullanılarak uydu görüntülerinden toplam 255 adet yapay su kütlesi olma ihtimali olan nesne tespit edilmiştir. Tespit edilen muhtemel yapay su kütlelerinin merkez noktalarına (centroid) ait GPS koordinatları kullanılarak 20 Eylül-30 Ekim 2023 tarihleri arasında kontrol ve doğrulama amaçlı arazi çalışmaları yapılmıştır. Arazi çalışmaları sonucunda, bunlardan 129 adedinin gerçek anlamda bir yapay su kütlesi olduğu belirlenmiştir. Belirlenen yapay su kütleleri, genellikle uzun çokgen özelliğine sahip olup alanları 36,83 m² ile 56.809,77 m² arasında değişmektedir. Su örnekleme çalışmalarına uygun özellikteki (kurumamış, ulaşıma müsait, vb.) 69 yapay su kütlesinden su örneği alınmıştır. Alınan su örneklerinin fiziksel parametreleri yerinde ölçümlerle, anyon bileşenleri spektrofotometre ve titrasyon yöntemleriyle, katyon bileşenleri ve iz element (Br ve Li) derişimleri ise iyon kromatografisi yöntemiyle analiz edilmiştir. Elde edilen analiz sonuçlarıyla, yapay su kütlelerinin çevresindeki insan faaliyetleri ve mekânsal farklılıkları ilişkilendirilerek değerlendirilmiştir. Ayrıca, yapay su kütlelerinin fasiyeslerini belirlemek amacıyla Piper diyagramı, sulama suyu olarak kullanıma uygunluklarını değerlendirmek içinse ABD Tuzluluk Laboratuvarı ve Wilcox diyagramları kullanılmıştır.

Tarsus Ovası'nda bulunan yapay su kütlelerinin fiziksel parametrelerinin en düşük ve en yüksek değerleri şu şekildedir: sıcaklık 21,6-32,6 °C; pH 6,99-9,41; elektriksel iletkenlik (Eİ) 875-54600 µS/cm; Eh -117 - +25 mV'tur. Kimyasal parametrelerin en yüksek ve en düşük değerleri ise şu şekildedir: Ca+2 7,57-520,26 mg/L; Mg+2 8,61-1653,67 mg/L; Na+ 29,30-11494,01 mg/L; K+ 3,12-450,85 mg/L; CO3-2 0,00-901,51 mg/L; HCO3− 101,26-1112,87 mg/L; Cl− 36,45-23658,31 mg/L; SO4−2 9,01-3150 mg/L; NO3− 0,19-157,83 mg/L; NO2− 0,00-0,70 mg/L; F− 0,00-3,12 mg/L; Br 123,65-69755 µg/L ve Li 9,60-180,60 µg/L'dir. Piper diyagramına göre; yapay su kütlelerinden alınan su örneklerinin %47'si "Na-Cl tipi", %29'u "Karışık tip", %23'ü "Ca-Mg-HCO3 tipi" ve %1'i "Na-HCO3 tipi" su sınıfındadır. Ayrıca, ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramına göre; bunların sulama suyu olarak kullanıma uygun olmadığı, fakat %42'sinin drenaj yapılarak kullanıma uygun hale getirilebilir olduğu belirlenmiştir. Wilcox diyagramına göre ise, yapay su kütlelerinin %32'sinin sulama suyu olarak kullanılabilir nitelikte, %3'ünün basit iyileştirmelerle (seyreltme, temel filtrasyon, vb.), %22'sinin ise kapsamlı iyileştirme işlemleri sonucunda (ters ozmoz, fitoremediasyon, iyon değişimi, vb.) kullanıma uygun hale getirilebilir potansiyele sahip olduğu tespit edilmiştir. Fizikokimyasal analizler sonucunda; yapay su kütlelerinin oldukça yüksek Eİ değerlerine sahip olduğu (ortalama 7475,59 µS/cm) ve bunların denize yakınlıklarının yanı sıra, daha çok antropojenik faaliyetlerden etkilendiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Coğrafi bilgi sistemi, hidrokimya, Tarsus, yapay su kütlesi.

Abstract

This study aims to determine the physicochemical properties of artificial water bodies formed by the accumulation of groundwater and/or rainwater in pits excavated by the local people for various purposes, such as fish farming and soil procurement for greenhouse areas, in the Tarsus (Berdan) Plain, located in the east of Mersin. In this context, firstly, a total of 255 objects that are likely to be artificial water bodies were identified from the satellite images using Google Earth Pro software. Using the GPS coordinates of the centroids of the identified artificial water bodies, field studies were carried out between 20 September-30 October 2023 for control and verification purposes. As a result of the field studies, 129 of them were determined to be a real artificial water body. The identified artificial water bodies generally have an elongated polygon shape, and their areas vary between 36.83 m² and 56,809.77 m². Water samples were collected from 69 artificial water bodies that were accessible and not dried up. Physical parameters of the water samples were analyzed by in situ measurements, anion constituents by spectrophotometry and titration methods, cation constituents and trace element (Br and Li) concentrations by ion chromatography method. The results of the analyses were evaluated in relation to the human activities and spatial differences around the artificial water bodies. In addition, The Piper diagram was employed to classify the facies of artificial water bodies, while the US Salinity Laboratory and Wilcox diagrams were utilized to assess their suitability for irrigation purposes.

The lowest and highest values of the physical parameters of the artificial water bodies in Tarsus Plain are as follows: temperature 21.6-32.6 °C; pH 6.99-9.41; electrical conductivity (EC) 875-54600 µS/cm; Eh −117 - +25 mV. The highest and lowest values of chemical parameters are as follows: Ca2+ 7.57-520.26 mg/L; Mg2+ 8.61-1653.67 mg/L; Na+ 29.30-11494.01 mg/L; K+ 3.12-450.85 mg/L; CO32− 0.0-901.51 mg/L; HCO3− 101.26-1112.87 mg/L; Cl− 36.45-23658.31 mg/L; SO42− 9.01-3150 mg/L; NO3− 0.19-157.83 mg/L; NO2− 0.0-0.7 mg/L; F− 0.0-3.12 mg/L; Br 123.65-69755 µg/L and Li 9.6-180.6 µg/L. According to the Piper diagram, 47% of the water samples taken from artificial water bodies are classified as "Na-Cl type", 29% as "Mixed type", 23% as "Ca-Mg-HCO3 type" and 1% as "Na-HCO3 type". In addition, according to the US Salinity Laboratory diagram, it was determined that these are not suitable for use as irrigation water, but 42% of them can be made suitable for use by drainage. According to the Wilcox diagram, 32% of the artificial water bodies have the potential to be used as irrigation water, 3% of them have the potential to be made suitable for use with simple improvements (dilution, basic filtration, etc.) and 22% of them have the potential to be made suitable for use with comprehensive improvement processes (reverse osmosis, phytoremediation, ion exchange, etc.). Physicochemical analyses revealed that artificial water bodies exhibit very high electrical conductivity (EC) values (average 7475.59 µS/cm), which increase with proximity to the sea and are primarily influenced by anthropogenic activities.

Keywords: *Artificial water body, geographic information system, hydrochemistry, Tarsus.*

Yeraltı Suları ve Küresel Isınma İlişkisinin Yerel ve Uluslararası Haberlere Yansımalarının İncelenmesi ve Toplumları Bilinçlendirmedeki Roller

Examining the Reflection of Groundwater and Climate Change Relationship in Local and International News and Roles in Raising Awareness in Societies

Umut Taha Çapanoğlu (1), Tibor Stigter (2)

(1) MTA Genel Müdürlüğü, Enerji Dairesi, Veri İşleme ve Değerlendirme Birimi
(2) IHE Delft Institute, Water Resources and Ecosystemst Department
(taha.capanoglu@mta.gov.tr)

Öz

Küresel ısınmanın etkileri giderek artmakta ve gözle görülür hale gelmektedir. Akademik dünyada ve yazılı-görsel basında yeterince ele alınmayan ve farkındalığı düşük olan bu ilişki, dünyanın geleceği için büyük önem arz etmektedir. Dolayısıyla, yerel ve uluslararası medya kuruluşlarında, etkisi artan sosyal medya haberciliğinde ve kamuoyunda bilgilendirmenin, farkındalık oluşturmanın önemi her geçen gün daha da artmaktadır.

Geçmiş yıllara nazaran bu ilişkinin dünya basınında çeşitli olaylarla ilişkili şekilde bağlantılı olarak ya da direkt bir şekilde daha sık yer aldığı görülmektedir. Fakat bu konu haberlere ve topluma tam olarak ne kadar doğru yansımaktadır? Bu konudaki eksiklikler nelerdir? Hangi noktalar gözden kaçmaktadır? Bu konuyla ilgili farkındalık görsel ve yazılı basın aracılığıyla nasıl daha fazla arttırılabilir?

Dünyanın geleceğini doğrudan etkileyebilecek olan bu konuyla ilgili haberler ve araştırmalar "Uluslararası Hidrojeologlar Birliği (IAH) Yeraltı suları ve Küresel Isınma Komisyonu" tarafından incelenmiş, eleştirel ve yapıcı bakış açılarıyla değerlendirilmiş ve öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Haber, hidrojeoloji, küresel ısınma, medya, yeraltı suları.

Abstract

Climate change affects not only surface waters but also groundwater, both directly and indirectly. The impacts of climate change are intensifying, and visible effects have already emerged. This relationship, which is not much examined and has low awareness in both the academic world and the written and visual press, is of great importance for the future of the world. Therefore, the importance of informing and creating awareness in local and international media organizations, in social media journalism with increasing impact, and in the public opinion is increasing day by day.

In recent years, this relationship has been covered more frequently in the global press, either in connection with various events or as a direct topic. However, how accurately is this issue reflected in the news and society? What is missing? What is overlooked? How can awareness of this issue be further enhanced through visual and written media?

News reports and research on this issue, which could have significant implications for the future of the planet have been examined by The International Association of Hydrogeologists (IAH) Groundwater and Climate Change Commission, evaluated with critical and constructive perspectives, and suggestions have been presented.

Keywords: *Climate change, groundwater, hydrogeology, media, news.*

TIBBİ JEOLOJİ VE ADLİ JEOLOJİ OTURUMU

Session On Medical Geology And Forensic Geology

Hüseyin Evren ÇUBUKÇU, Bahattin Murat DEMİR, Hülya ERKOYUN, Sema TETİKER, Fatma TOKSOY-KÖKSAL, Engin TUTKUN, Mustafa Gürhan YALÇIN

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

Binkılıç (Çatalca) Bölgesinde Mangan Yataklarının Tarım Topraklarına Etkisinin Tıbbi Jeolojik Açıdan Araştırılması ve Kirletici Kaynak Olarak Manganın Toprakta Dağılımı

Investigation of the Effects of Manganese Deposits on Agricultural Soils in the Binkılıç (Çatalca) Region From a Medical Geological Perspective and the Distribution of Manganese as a Contaminant Source in Soil

Zeynep Yenitepe, Yüksel Örgün Tutay

İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İstanbul
(yenitepe18@itu.edu.tr)

Öz

Mangan, canlılar için gerekli bir mikro element olmasına rağmen, optimum seviyelerin üzerine çıktığında bitkilerde fotosentezi engelleyerek kloroza, insanlarda ise nörolojik hasarlara sebep olabilir. Araştırma kapsamında, tarımsal ve madencilik faaliyetlerinin yaygın olduğu Binkılıç bölgesindeki (Çatalca-İstanbul) mangan yataklarının topraklar üzerindeki etkileri jeokimyasal ve tıbbi jeolojik bir yaklaşımla değerlendirilmiştir. Maden sahalarına farklı mesafelerden toplanan 7 noktadan toplam 14 toprak ve 3 Güvem bitkisi gövde örneği XRF cihazıyla analiz edilerek ana oksit (Al2O, CaO, K2O, Na2O, MgO, SiO2, Fe2O3, MnO, TiO2) ve iz element (Ag, As, Ba, Cd, Cr, Cu, Mo, Nb, Ni, Pb, Rb, Sb, Sn, Sr, Ta, Th, U, V, W) içerikleri incelenmiştir. Elde edilen değerler ile korelasyon analizleri yapılmıştır. Ayrıca toprakta kirlilik indeksleri de hesaplanmış ve değerlendirilmiştir. Bölgede yapılan bu ilk çalışmanın sonuçları, maden sahalarına yakın bölgelerde hem üst (MnO %9.58) hem de alt topraklarda (MnO %13.13) belirgin bir mangan birikimi olduğunu ve ölçülen tüm değerlerin (%0.08-13.13 MnO) hem FAO (Gıda ve Tarım Örgütü) tarafından topraklar için belirlenen sınır değerler olan %0.02-0.1 MnO değerleri, hem de farklı ülkelerin topraklarında ölçülen mangan değerlerini aştığı ortaya çıkmıştır. Toprakların iz element analizlerinde bazı örneklerde Cr (73.94-13796 ppm), Th (8.4-20.9 ppm) ve As (3-39 ppm) değerlerinin FAO sınır değerlerini (Cr 50-150 ppm, Th 2-12 ppm, As 0,1-20 ppm) fazlasıyla aşması dikkat çekicidir.

Bitki örneklerinde ise MnO değerleri %0.29-0.49 olarak ölçülmüştür ve değerlerin, örnek noktasındaki toprakların mangan değerlerinden yüksek olduğu görülmüştür. Ayrıca bitkilerin gövde ve dallarında CaO ve K2O içeriğinin topraklardan yüksek, Al2O3 ve SiO2 değerlerinin ise son derece düşük olduğu ortaya çıkmıştır. Bitki örneklerinin iz element analizleri başta Cr, Zn, Sr, Ba, Th ve As değerleri olmak üzere tüm iz element değerlerinin toprağa göre dikkat çekecek kadar yüksek olduğunu ortaya koymuştur.

Çalışma, doğal jeolojik süreçlerin ve bölgedeki madencilik faaliyetlerinin topraklardaki yaygın mangan birikimine ve maden sahalarına yakın bölgelerde alt topraklarda Mn ile birlikte Cr ve As zenginleşmesine katkıda bulunduğunu ve bu durumun tarımsal ve çevresel risklere yol açabileceğini ortaya koymuştur. Topraktaki element ve minerallerin besin zinciri içinde bitkiden-hayvana en son insana geçtiği bilindiğine göre bu riskin insan sağlığı açısından da dikkate alınması gerektiği ortaya çıkmıştır. Bu nedenle, Binkılıç bölgesinde madencilik faaliyetlerinin toprak ve bitki sağlığı üzerindeki etkilerinin düzenli olarak izlenmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Binkılıç, mangan, toprak, tıbbi jeoloji

Abstract

Mangan, which is directly or indirectly absorbed from the soil by living organisms, is an essential micronutrient for them. However, when it exceeds optimal levels, it can lead to chlorosis in plants, and cause neurological damage in humans. Within the scope of the research, the effects of manganese deposits on the soil in the Binkılıç region (Çatalca-İstanbul), where agricultural and mining activities are common, were evaluated with a geochemical and medical geological approach. A total of 14 soil and 3 Sloe plant stem samples collected from 7 locations at different distances to the mining sites were analyzed with a XRF device and their main ion (Al2O, CaO, K2O, Na2O, MgO, SiO2, Fe2O3, MnO, TiO2) and trace element (Ag, As, Ba, Cd, Cr, Cu, Mo, Nb, Ni, Pb, Rb, Sb, Sn, Sr, Ta, Th, U, V, W) contents were examined. Correlation analyses were conducted using the obtained values. Additionally, soil pollution indexes were calculated and evaluated. The results of this first study conducted in the region reveal a significant manganese accumulation in both the topsoil (MnO 9.58%) and subsoil (MnO 13.13%) near the mining sites. All measured values (0.08-13.13% MnO) exceed not only the soil threshold values set by the FAO (Food and Agriculture Organization) at 0.02-0.1% MnO but also the manganese levels recorded in soils from different countries. The trace element analysis of the soils indicates that in some samples, Cr (73.94-13,796 ppm), Th (8.4-20.9 ppm), and As (3-39 ppm) significantly exceed the FAO limit values (Cr: 50-150 ppm, Th: 2-12 ppm, As: 0.1-20 ppm), which is a noteworthy finding. In the plant samples, MnO values were measured between 0.29% and 0.49%, and it was observed that these values were higher than the manganese levels in the soil at the sampling locations. Additionally, the CaO and K2O content in the stems and branches of the plants was found to be higher than in the soil, while Al2O3 and SiO2 levels were significantly low. The trace element analysis of the plant samples revealed that the concentrations of all trace elements, particularly Cr, Zn, Sr, Ba, Th, and As, were remarkably higher compared to the soil. The study has revealed that natural geological processes and mining activities in the region contribute to widespread manganese accumulation in the soil and the enrichment of Cr and As along with Mn in the subsoil near mining areas, which may pose agricultural and environmental risks. Given that elements and minerals in the soil are transferred through the food chain from plants to animals and ultimately to humans, this risk should also be considered in terms of human health. Therefore, it is recommended that the impact of mining activities on soil and plant health in the Binkılıç region be regularly tracked.

Keywords: *Binkilic, manganese, soil, medical geology*

Hopur İçmesi (Türkoğlu-Kahramanmaraş) Kil Çökellerinin Balneoterapi Açısından Değerlendirilmesi: Ön Bulgular

Evaluation of Hopur İçmesi (Türkoğlu-Kahramanmaraş) Clay Deposits from a Balneotherapy Perspective: Preliminary Findings

Esra Öztürk (1), Güldemin Darbaş (2), Yusuf Uras (2)

(1) KSU, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, 46100, Onikişubat, Kahramanmaraş, Türkiye
(2) KSU, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 46100, Onikişubat, Kahramanmaraş, Türkiye (guldemin@ksu.edu.tr)

Öz

Çalışmanın ana konusu balneoterapi kaplıca tedavi sistemidir. Uygulamada mineralce zenginleşmiş su ile kilin bir araya gelerek oluşturduğu termal çamur kullanılır. Sağlık açısından faydalı olabilmesi için bu çamurun belirli özelliklerde olması beklenir. Her ne kadar balneoterapi uygulamaları termal sularda kullanılsa da, bu çamurların vücutla temas ettirilmesi, sağlık açısından bir risk faktorü olabilir. Bu nedenle çalışma, Hopur içmesindeki suların ve çamurun gerçekten şifalı olup olmadığının test edilebilmesi için bir yüksek lisans tez çalışması olarak tasarlanmıştır. Burada çalışmaya ait ilk bulgular tartışmaya açılmaktadır. Hopur içmesi Kahramamaraş merkeze 13 km uzaklıkta Dulkadiroğlu ilçesine bağlı Şerefoğlu Köyü'nün 2 km güneyinde yer almaktadır. İçmede 3 doğal kaynak bulunmaktadır. Bu doğal kaynak sular halen bölge halkı tarafından sindirimi kolaylaştırıcı, taş dökücü gibi özelliklerinden dolayı kullanılmaktadır. Bölgedeki koyu yeşil renkli çamurun da, egzama gibi cilt hastalıklarına iyi geldiği düşünülmektedir.

Çalışma alanında yaygın olarak Güneydoğu Anadolu otoktonuna ait birimler yer almaktadır. Hopur içme suyu ve yakın civarında Jura-Kretase yaşlı Koçali Karmaşığı bulunur. Koçali Karmaşığı çoğunlukla ofiyolit ve derin deniz çökellerinden oluşmaktadır. Çalışmanın amacını gerçekleştirmek için içmede çıkan üç kaynaktan toplam üç adet su örneği alınmıştır. Örneklerin ICP analizleri Gemar Çevre Analiz Laboratuvarında yapılmıştır. İçmeden alınan dokuz adet çamur örneğinin XRD ve XRF değerleri Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilim Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkez laboratuarında yapılmıştır.

İlk bulgulara göre, XRD çalışmalarında ağırlıklı olarak aragonit, vermikülit, kalsit ve krizotil mineralleri bulunmaktadır. Bazı örneklerde krizotil oranı %90'lara ulaşmaktadır. Jeokimyasal analizlerde de MgO, SiO2, CaO ve Fe2O3 miktarlarının belirgin biçimde diğer oksitlere göre baskın olduğu saptanmıştır. En yüksek konsantrasyonlar MgO ve SiO2'de görülmektedir.

Krizotil bilindiği gibi bir asbest mineralidir. Asbestin akciğer dokularında onarılması çok güç hastalıklara ve hatta kansere yol açmakta olduğu bilinmektedir. Çamurda bulunan krizotilin Koçali Karmaşığı ofiyolit birimlerinde yer alan serpantin kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Birimden alınan kayaç örneklerinden yapılan ince kesit incelemelerinde serpantin minerali bulunmuştur. Her ne kadar ilk bulgular çalışma alanında tespit edilen krizotilin tehdit edici olmadığı ortaya konsa da, buradaki çamurun sağlık açısından bir yararının olup olmadığı çalışma ilerledikçe ortaya konacaktır.

Anahtar Kelimeler: Balneoterapi, Kil mineralleri, XRD, XRF, Kahramanmaraş

Katkı Belirtme: Bu çalışma, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Koordinatörlüğü tarafından 2024/3-1 YLS No'lu proje kapsamında desteklenmiştir.

Abstract

The main subject of this study is the balneotherapy spa treatment system. In practice, thermal mud, which is formed by the combination of water enriched with minerals and clay, is used. For this mud to be beneficial for health, it is expected to have certain characteristics. Although balneotherapy applications are used in thermal waters, the contact of these muds with the body may pose a health risk. Therefore, the study is designed as a master's thesis to test whether the waters and mud of Hopur spring are truly healing. The initial findings of the study are discussed here. Hopur spring is located 13 km from the center of Kahramanmaraş, 2 km south of Şerefoğlu Village in Dulkadiroğlu district. There are 3 natural springs in the area. These natural spring waters are still used by the local people for their properties, such as aiding digestion and stone passing. The dark green-colored mud in the region is also believed to be good for skin diseases like eczema.

The study area is predominantly composed of units belonging to the Southeastern Anatolia Autochthon. The Jura-Cretaceous-aged Koçali Complex is found in and around the Hopur spring. The Koçali Complex consists mostly of ophiolites and deep-sea sediments. To achieve the aim of the study, three water samples were taken from three springs in the area. The ICP analyses of the samples were carried out at the Gemar Environmental Analysis Laboratory. The XRD and XRF values of nine mud samples taken from the spring were analyzed at the Science Technology Research and Application Center laboratory of Çanakkale Onsekiz Mart University.

According to the initial findings, the XRD studies predominantly revealed aragonite, vermiculite, calcite, and chrysotile minerals. In some samples, the chrysotile ratio reaches up to 90%. Geochemical analyses also showed that the amounts of MgO, SiO2, CaO, and Fe2O3 were significantly dominant compared to other oxides. The highest concentrations were observed in MgO and SiO2. As is known, chrysotile is an asbestos mineral. It is well known that asbestos causes diseases in lung tissues that are very difficult to repair, and even cancer. It is thought that the chrysotile found in the mud originates from serpentine sources in the ophiolite units of the Koçali Complex. Serpentine minerals were found in thin-section examinations of rock samples taken from the unit. Although initial findings suggest that the chrysotile detected in the study area is not threatening, it will be revealed as the study progresses whether the mud in this area has any health benefits.

Keywords: Balneotherapy, Clay minerals, XRD, XRF, Kahramanmaraş

***Acknowledgment*:** *This study was supported by the Scientific Research Coordination Unit of Kahramanmaraş Sütçü İmam University under the project number 2024/3-1 YLS.*

İzmir İli Tıbbı Jeolojik Tehlike ve Risklerin Belirlenmesine Dönük Çok Disiplinli Bir Çalışma

A Multidisciplinary Study for the Identification of Medical Geological Hazards and Risks in İzmir Province

Celalettin Şimşek (1,3), Görkem Akıncı (1), Murat Tokcaer (2), Nurcihan Taşkın (3), Kamail Bostancı (3), İrem Aydınkırlangıç (1), Sevinç Füzün (4), Hasan Sözbilir (5), Alper Baba (6), Orhan Gündüz (6), Taygun Uzelli (6), Murat Saç (7), Mutlu İçhedef (7), Caner Taşköprü (7), Türkan Alkan (8), Fatma Duygu Özel Demiralp (9), Nur Olgun (9)

(1) Dokuz Eylül Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Araştırma Merkezi,
(2) Dokuz Eylül Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü
(3) Dokuz Eylül Üniversitesi Torbalı Meslek Yüksekokulu,
(4) Dokuz Eylül Üniversitesi İzmir Meslek Yüksekokulu
(5) Dokuz Eylül Üniversitesi Deprem Araştırma Merkesi,
(6) İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü
(7) Ege Üniversitesi Nükleer Araştırma Enstitüsü,
(8) Ekonomi Üniversitesi
(9) Dokuz Eylül Üniversitesi Onkoloji Araştırma Enstitüsü

Öz

İnsanların yaşadıkları bölgenin jeolojik yapısı ile etkileşimleri sağlıklarını etkileyen önemli faktörlerdendir. Bölgenin doğal yapısındaki kayaçlardan türeyen tozların hava kalitesine ve mineral yapıdaki çözünebilir yapıların su kaynaklarına olan etkileri insan sağlığı ile doğrudan ilişkilidir. Jeolojik kayaçların kimyası hem çevresel radyoaktivite düzeyi hem de kayaç içerisinde dolaşan yeraltısuyu kimyası üzerinde belirleyicidir. Bu bakımdan, yerleşim alanları için tıbbi jeolojik risklerin belirlenmesi ve risk haritalarının oluşturulması önem taşımaktadır. Çalışma ile İzmir İli sınırları içerisinde bulunan yerleşim alanları için tibbi jeolojik risklerin belirlenmesi ve haritalanması amaçlanmaktadır. Bu amaçla, jeolojik ortama bağlı çevresel radon düzeyinin ve yeraltı suyundaki arsenik kirlenmesinin tespit edilmesi, bunun insan sağlığı üzerinde oluşturduğu risklerin ortaya konması ve risklerin giderimine yönelik alternatiflerin araştırılması çalışmanın hedefleri olarak belirlenmiştir. İzmir İl sınırları içinde tipik çöküntü alanları ve aktif tektonizma ile buna bağlı olarak gelişen alterasyon zonları ve jeotermal sistemler yoğun olarak görülmektedir. Proje kapsamında, hedefleri ile uyumlu olarak; i) İzmir İli sınırları içerisindeki radon düzeylerinin belirlenmesi, ii) İzmir il sınırları dahilindeki kayaçların jeokimyasal özellikleri ortaya konulması, iii) İçme suyunun yeraltısuyundan sağlandığı bölgelerde yeraltısuyu kimyasının değerlendirilmesi ve elementel toksisitenin belirlenmesi ve iv) Elde edilen verilerden tıbbı jeolojik risk haritası çıkartılması aşamalarına yer verilmiştir. Bu kapsamda jeoloji haritası tamamlanmış ve takiben İzmir ili ve çevresinde arazi çalışması yapılarak farklı türde kayaçlardan 40 adet örnek alınmıştır. Bu örneklemeler özellikle İzmir ilinde tıbbi jeoloji perspektifinde sağlık üzerinde etkileri olması muhtemel Karaburun bölgesi ve Ödemiş bölgesi eski civa yatakları başta olmak üzere maden açısından zengin olan alanlardan yapılmıştır. Ayrıca Urla Yağcılar köyünde eski asbest maden sahası olarak adlandırılan bölgedeki kayaçlar incelenmiştir. Bunun yanında, Karaburun eski civa maden sahası pasalarının dere yatağına yakın olması nedeni ile bu alandan su ve kayaç örnekleri de alınmıştır. Bu bildiride proje kapsamında şimdiye kadar elde edilen radon düzeyi ve jeokimyasal veriler değerlendirilmiştir.

Bu ve benzer çalışmaların yaygınlaşması ile tüm Türkiye'nin tıbbi jeolojik risk haritası ortaya çıkmış olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Jeokimya, Su Kalitesi, İnsan Sağlığı, Risk Haritaları

Abstract

The interaction of people with the geological structure of the region they live in is one of the important factors affecting their health. The effects of dust derived from the rocks in the natural structure of the region on air quality and the effects of soluble forms in the mineral structure on water resources are directly related to human health. The chemistry of geological rocks is determinant on both the level of environmental radioactivity and the chemistry of groundwater circulating in the rock. In this respect, it is important to determine the medical geological risks for residential areas and to create risk maps. The study aims to determine and map the medical geological risks for the residential areas within the borders of Izmir Province. For this purpose, the objectives of the study are to determine the environmental radon level due to the geological environment and arsenic contamination in groundwater, to reveal the risks it poses to human health and to investigate alternatives for the elimination of risks. Typical subsidence areas and active tectonism with associated alteration zones and geothermal systems are intensively observed within the borders of Izmir Province. Within the scope of the project, in line with its objectives; i) Determination of radon levels within the borders of Izmir Province, ii) Determination of geochemical properties of rocks within the borders of Izmir Province, iii) Evaluation of groundwater chemistry and determination of elemental toxicity in regions where drinking water is supplied from groundwater, and iv) The stages of creating a medical geological risk map from the data obtained were included. In this context, following the completion of the geological map, a field study was carried out in and around Izmir province and 40 samples were taken from different types of rocks. These samples were taken from areas rich in minerals, especially the old mercury deposits in the Karaburun region and the Ödemiş region, which are likely to have health effects in the perspective of medical geology in Izmir province. In addition, rocks in the region called old asbestos deposits in Urla Yağcılar village were examined. In addition, water and rock samples were also taken from Karaburun old mercury mine site because of the proximity of the old mercury mine site waste rock to the stream bed. In this paper, the radon level and geochemical data obtained so far within the scope of the project are evaluated.

With the expansion of this and similar studies, the medical geological risk map of Turkey will be revealed.

Keywords: *Geochemistry, Water Quality, Human Health, Risk Maps*

Safra Taşları ile Çevresel Kirleticilerin İlişkisi

The Relationship between Gallstones and Environmental Pollutants

Mustafa Gürhan Yalçın

Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 07058, Antalya
(gurhanyalcin@akdeniz.edu.tr)

Öz

Son yıllarda safra kesesi taşları üzerine yapılan bilimsel çalışmalar sağlık tedbirlerinin alınması açısından önemli bir rol üstlenmiştir. Çevresel kirleticilerin canlı organizmalar üzerindeki etkisinin giderek daha belirgin hale gelmesi, safra kesesi taşları ile bu kirleticiler arasındaki ilişkinin tespit edilmesi gerekliliğinin altını çizmektedir. Bu çalışma, gerekli etik izinler alınarak elde edilen safra kesesi taşlarının kapsamlı bir analizi yoluyla çevresel kirleticilerin varlığını aydınlatarak konuyu incelemiştir. Olası çevresel kirleticilere maruz kalan kişilerin safra kesesinde bu kirleticilerin varlığı ileri teknolojik analizlerle tespit edilmiştir. Bu çalışmanın bulguları safra kesesi taşlarının 5F kuralına uygunluk gösterdiğini ortaya koymaktadır. Özellikle, tekstil renklerinin parlaklığını ve yoğunluğunu arttırmak için kullanılan bir madde olan baryum asetat ve inşaat sektöründe kullanılan bir malzeme olan alüminyum silikatın safra taşlarında varlığı gözlemlenmiştir. Bu gözlem, çevresel kirleticilerin safra taşı bileşimi üzerindeki etkisinin altını çizmektedir.

Anahtar Kelimeler: Safra taşı, çevresel kirleticiler, tıbbi jeoloji.

Abstract

In recent years, scientific studies on gallstones have assumed an important role in terms of taking health measures. The increasingly evident effect of environmental pollutants on living organisms underlines the necessity to determine the relationship between gallstones and these pollutants. This study examined the issue by elucidating the presence of environmental pollutants through a comprehensive analysis of gallstones obtained after obtaining the necessary ethical permissions. In the gallbladder of people exposed to possible environmental pollutants, the presence of these pollutants has been detected by advanced technological analysis. The findings of this study reveal that gallstones comply with the 5F rule. In particular, the presence of barium acetate, a substance used to enhance the brightness and intensity of textile colors, and aluminum silicate, a material used in the construction industry, was observed in the gallstones. This observation underlines the impact of environmental pollutants on gallstone composition.

Keywords: *Gallstones, environmental pollutants, medical geology*

Adli Jeoloji Bilimi: Jeolojinin Ceza Soruşturmalarına Uygulanması ve Örnek Olaylar

Forensic Geoscience: Applications of Geology to Criminal Investigations and Case Studies

Mehmet Fatih Çelik (1), Sema Tetiker (2)

(1) Emniyet Genel Müdürlüğü, Koruma Daire Başkanlığı, Ankara
(2) Batman Üniversitesi, Madencilik ve Maden Çıkarma Teknolojisi Bölümü
(sema.tetiker@batman.edu.tr)

Öz

Yer bilimlerinin bir alt dalı olan adli jeoloji, cezai soruşturmalarda ve mahkeme davalarında somut deliller üretmek için kayaçları, mineralleri, fosilleri, toprakları ve çeşitli jeokimyasal yöntemleri kullanır. Georg Popp, bir asır önce mahkemede jeolojik kanıt sağlamak ve bir suç mahkumiyetini desteklemek için toprak jeolojisini kullanan ilk bilim insanıydı. Murray ve Tedrow'un Adli Jeolojisi'nin önemli yayımlanmasından bu yana, hem teorik hem de uygulamalı adli jeoloji tekniklerinde önemli ilerlemeler oldu. Bu çalışma, jeofizik, toprak bilimi, mikrobiyoloji, antropoloji, jeoloji (mineraloji, sedimentoloji, mikroskopi) ve jeomorfoloji dahil olmak üzere ilgili alanların yerel, ciddi, terörist ve uluslararası suçları araştırmaya yardımcı olmak için tarihi ilerlemelerini ve kullanımlarını tartışmaktadır. Adli jeolojik araştırmalarda kullanılan temel ilkeler ve teknikler arasında toprakların, tortuların ve minerallerin petrografik (ince kesit petrografisi, X-ışını kırınımı), kimyasal (XRF, ICP, FTIR, mikroprob ve diğerleri) ve parçacık boyutu (eleme ve tartma yoluyla) bulunur. SEM ve jeokimya gibi ayrıntılı analitik yöntemler daha fazla ayrıntı sağlar ve adli vakalarda doğru ve net tanımlamaya büyük ölçüde yardımcı olur. Çalışmada ayrıca hırsızlık, cinayet ve terör suçu olaylarında (mağdur veya fail), suç mahalinden toplanan adli jeolojik delil örneklerinin incelenmesi ve suçun aydınlatılmasındaki kullanımları somut örnekler üzerinden sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Adli jeoloji, kanıt, toprak, olay yeri inceleme

Abstract

A subfield of earth sciences called forensic geology employs rocks, minerals, fossils, soils, and different geochemical methods to produce tangible proof in criminal investigations and court cases. Georg Popp was the first scientist to use soil geology to supply geological evidence in court and support a criminal conviction a century ago. Since the important publication of Murray and Tedrow's Forensic Geology, there have been significant advances in both theoretical and applied forensic geology techniques. This study discusses the historical advancements and uses of related fields, including geophysics, soil science, microbiology, anthropology, geology (mineralogy, sedimentology, microscopy), and geomorphology, to help investigate local, serious, terrorist, and international crimes. The basic principles and techniques used in forensic geological investigations include the petrographic description and examination of soils, sediments, and minerals that are included under the scope of forensic geology include mineralogical (thin section petrography, X-ray diffraction), chemical (XRF, ICP, FTIR, microprobe, and others), and particle size (by sieving and weighing). Detailed analytical methods such as SEM and geochemistry provide more details and greatly assist in accurate and clear identification in forensic cases. In addition, the study presents the examination of forensic geological evidence samples from the crime scene in murder and terrorist crime incidents (victim or perpetrator) and their use in solving the crime through concrete examples.

Keywords: *Forensic geology, evidence, sediment, crime scene investigation*

Kumluca (Antalya) Yeraltı Sularının Jeomedikal Risk Değerlendirmesi

Geomedical Risk Assessment of Groundwaters in Kumluca (Antalya)

Fatma Öz (1), Yasemin Leventeli (2)

(1) DSİ 13. Bölge Müdürlüğü, Barış Mah. Halide Edip Cad. Kepez / ANTALYA
(2) Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Konyaaltı / ANTALYA
(leventeli@akdeniz.edu.tr)

Öz

Küresel ısınma ve artan nüfusla birlikte endüstriyel ve tarım faaliyetlerinin artması gibi nedenlerle temiz su gereksinimi artmış ancak erişim güçleşmiştir. Bu durum, Antalya'nın Kumluca Ovası gibi önemli tarım alanlarında daha büyük sorunlara yol açmaktadır. Bölge halkının genel olarak geçim kaynağı olan tarım için sulama suyu gereksinimi bölgenin yüzey ve yeraltısularından karşılanmaktadır. Bu çalışmada Kumluca Ovası yeraltısularının hidrojeokimyasal özellikleri ve jeomedikal riskleri araştırılmıştır. Suların bazik karakterli, yumuşak ve çok sert, magnezyum bikarbonat tipli sular sınıfında, genellikle olağan klorürlü, olağan sülfatlı ve olağan karbonatlı ve tarımda kullanılabilir olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte; kaya-su etkileşiminin yoğun olduğu bu kıyı akiferinde, hidrojeokimyasal verilerdeki bazı anomaliler tarım faaliyetlerinin yoğunluğuna ve dolayısıyla kıyı kesimde tuzlu su girişimine işaret etmektedir. Bu durumda tüketici sağlığını korumak için tarım faaliyetlerinin yönetmeliklere göre yapılması ve daha sıkı kontrol edilmesi gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Antalya, hidrojeokimya, jeomedikal, Kumluca, yeraltısuları.

Abstract

Due to reasons such as global warming, industrial and agricultural activities increasing with the population, the need for clean water has increased but access has become difficult. This situation causes bigger problems in important agricultural areas such as Kumluca Plain of Antalya. The irrigation water requirement for agriculture, which is the general source of income of the people of the region, is met by the surface and groundwater of the region. In this study, the hydrogeochemical properties and geomedical risks of the groundwater of Kumluca Plain were investigated. It was determined that the waters are basic in character, soft and very hard, in the magnesium bicarbonate type water class, generally with normal chloride, normal sulfate and normal carbonate and usable in agriculture. However; in this coastal aquifer where rock-water interaction is intense, some anomalies in the hydrogeochemical data indicate the intensity of agricultural activities and salt water intrusion in the coastal area. In this case, agricultural activities should be carried out according to the regulations and controlled more strictly in order to protect consumer health.

Keywords: *Antalya, hydrogeochemistry, geomedical, groundwater, Kumluca.*

UZAKTAN ALGILAMA VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ OTURUMU

Remote Sensing and Geographic Information Systems Session

Tolga ÇAN, Kaan Şevki KAVAK

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

Çevrimiçi Bulut Tabanlı Coğrafi Bilgi Sistemleri Uygulamaları: Türkiye Diri Faylarının Paleosismolojik Özellikleri Projesi Veritabanı

Applications of Online Cloud Based Geographic Information Systems: Database of Paleoseismological Characteristics of Active Faults of Türkiye Project

Tolga Çan (1), Qaiser Mehmood (1), Senem Tekin (2)

(1) Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 01250, Adana
(2) Adıyaman Üniversitesi, Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Merkezi, 02040, Adıyaman
(tolgacan@cu.edu.tr)

Öz

Paleosismolojik araştırmalar, geçmişte meydana gelen depremleri ve diri fayların sismojenik davranışlarını inceleyen çalışmalardır. Türkiye'de 2019'da yürürlüğe giren Deprem Tehlike Haritaları, 2012 yılına kadarki sismotektonik veriler temel alınarak hazırlanmıştır. Ancak, 2012 ve özellikle 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremleri sonrasında, ulusal ölçekte sismotektonik verilerin güncellenmesi ihtiyacı doğmuştur. Bu doğrultuda, 2012 yılından itibaren MTA Genel Müdürlüğü tarafından yürütülmekte olan "Türkiye Paleosismoloji Araştırmaları Projesi ile aynı amaç ve kapsam altında "Türkiye Diri Faylarının Paleosismolojik Özelliklerinin Belirlenmesi" başlıklı TÜBİTAK KAMAG projesi, TÜBİTAK MAM'ın yürütücülüğü, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı ve Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü'nün müşteri, on dört Üniversitenin yürütücü olarak görev aldığı proje, 2023 yılında başlamıştır.

Bu çalışmada, proje sürecinde yapılan faaliyetlerin izlenmesi, veri toplamada iş akışlarının kayıt altına alınması amacıyla çevrimiçi bulut tabanlı Coğrafi Bilgi Sistemleri uygulamaları ele alınmıştır. Projede tüm paydaşların güncel gelişmeleri izleyebilmesi ve elde edilen verileri ortak bir platformda görüntülenmesi amacıyla ESRI bulut tabanlı ArcGIS Survey123 ve ArcGIS Field Maps uygulamaları kullanılmıştır. ArcGIS Survey123, saha verilerinin gerçek zamanlı toplanmasını ve analiz edilmesini sağlayarak mobil cihazlar aracılığıyla anket oluşturulmasına olanak tanımaktadır. ArcGIS Field Maps ise haritalama, veri toplama ve konum takibi gibi işlevlerle saha çalışmalarını desteklemektedir. Proje kapsamında 18 farklı grup, diri faylara yönelik 68 paleosismolojik hendek bilgi formu ve 71 arazi gözlem formu sisteme girmiştir. Çevrimiçi veri tabanı, araştırma gruplarının sahada topladığı verileri anlık olarak paylaşmasını sağlamış ve proje hedefleri doğrultusunda kapsamlı bir sistem geliştirilmiştir. Sonuç olarak, bulut tabanlı uygulamalar ile hendek ve arazi gözlem verileri gerçek zaman ve mekan olarak kayıt altına alınmış, dinamik bir veri akış ortamı oluşturulmuştur.

Bu çalışma TÜBİTAK 123G006 numaralı proje tarafından desteklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Çevrimiçi CBS, Survey123, Field Maps, Paleosismoloji veritabanı.

Abstract

*Paleoseismological studies investigate past earthquakes and the seismogenic behavior of active faults. Earthquake Hazard Maps, which entered into force in Türkiye in 2019, were prepared based on seismotectonic data up to 2012. However, after the 2012 and especially the February 6, 2023 Kahramanmaraş earthquakes, there was a need to update the seismotectonic data on a national scale. In this context, the TÜBİTAK KAMAG project titled "Determination of Paleoseismological Characteristics of Active Faults in T*ürkiye*", under the same purpose and scope as the "T*ürkiye *Paleoseismology Research Project" carried out by the General Directorate of MTA since 2012, was launched in 2023 with TÜBİTAK MAM as the executive, Disaster and Emergency Management Presidency and General Directorate of Mineral Research and Exploration as the customers, and fourteen universities as the executives.*

In this study, online cloud-based Geographic Information System applications are discussed to monitor the activities carried out during the project process and to record the workflows in data collection. In order for all stakeholders to follow the current developments in the project and to display the obtained data on a common platform, ESRI cloud-based ArcGIS Survey123 and ArcGIS Field Maps applications were used. ArcGIS Survey123 enables the real-time collection and analysis of field data and allows surveys to be created via mobile devices. ArcGIS Field Maps supports field studies with functions such as mapping, data collection and location tracking. Within the scope of the project, 18 different groups, 68 paleoseismological trench information forms and 71 field observation forms for active faults were entered into the system. The online database enabled the research groups to instantly share the data they collected in the field and a comprehensive system was developed in line with the project objectives. As a result, trench and field observation data were recorded in real time and space with cloud-based applications and a dynamic data flow environment was created.

This study is supported by TÜBİTAK Project number 123G006.

Keywords: *Online GIS, Survey123, Field Maps, Paleoseismology Database.*

İleri InSAR Teknikleriyle Marmara Bölgesi Güneyinde Kalan Diri Fayların Yüzey Deformasyonları İzlenmesi

Monitoring the Surface Deformations Of Active Faults İn The South Of The Marmara Region Advanced InSAR Methods

Fatih Bursalı (1), R. Cüneyt Erenoğlu (2)

(1) Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, 17100, Çanakkale.
(2) Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 17100, Çanakkale.
(fatihbursali41@gmail.com)

Öz

Türkiye aktif tektonik hareketlerin etkisinde olan fay hatlarına ev sahipliği yapmaktadır. Bu doğrultuda diri fayların bulunduğu bölgelerde tektonik hareketlerin sonucu meydana gelen yüzey deformasyonların araştırılması ve deformasyon modellerinin üretilmesi deprem döngüsü açısından oldukça önemlidir. Bu çalışma kapsamında Marmara Bölgesi Güneyinde Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) üzerinde bulunan Altınova, Yalova ve Orhangazi fay segmentleri üzerindeki bölgelerde meydana gelen deformasyon modelleri üretilerek bu modeller üzerinden yüzey hareketleri ve bölgeye ait tektonik özellikleri hakkındaki bilgilerin araştırılması çalışması yapılmıştır. Günümüz teknolojisiyle deformasyon modellerini hızlı, etkin, ekonomik bir şekilde belirlenmesi için InSAR yöntemleri yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Bu çalışmada Sentinel-1A uydusu ile ileri InSAR teknikleri olan Sabit Saçıcılı İnterferometri (PS-InSAR) ve Kısa Baz Uzunluklu İnterferometri (SBAS-InSAR) ile 2017-2022 tarihleri arasındaki yüzey deformasyonları modellenmiştir. Bu açıdan SBAS-InSAR yönteminde alçalan (descending) ve yükselen (ascending) uydu radar görüntülerinden elde edilen interferogramlardan LİCSAR verileri kullanılarak bölgesel yüzey deformasyonlarına ait LOS hız değerleri LİCSBAS yazılımı aracılığıyla model üretimi ortaya konulmuştur. Diğer bir yöntem PS-InSAR ile izlenmesi için ilk olarak uydu görüntülerini Avrupa Uzay Ajansı (ESA) temin ederek SARPROZ yazılımı aracılığıyla bölgelere ait yüzey deformasyonları analizi yapılmıştır. İki farklı InSAR yöntemiyle üretilen deformasyon modelleri üzerinden sahada belirlenen bölgelere zaman serisi analizi yapılmıştır. Bu çalışmanın sonucunda fay segmentleri boyunca belirlenen bölgelerdeki LOS hız değerleri hesaplanmıştır. LOS hız değerlerine göre en yüksek çökme ve yükselme değerleri; Altınova fay segmenti boyunca belirlenen bölgelerde +11,3 mm/yr -10.6 mm/yr, Yalova fay segmenti boyunca +18.8 mm/yr -13 mm/yr, Orhangazi fay boyunca +10.2 mm/yr -13.9 mm/yr. Çalışma kapsamında iki farklı teknikle incelenen bölgelere ait deformasyon haritaları üretilerek deformasyon miktarları ile deformasyon analizi yapılmıştır. Böylelikle ileri InSAR teknikler kullanılarak diri fayların tektonik hareketleri sonucunda tetiklediği deformasyonlar belirlenmesi ile hem bölgede oluşturulacak kent alanlarına hem de doğru ve güvenilir bir deprem döngüsü modeli oluşturmayı hedeflemektir.

NOT: Bu çalışma TÜBİTAK 123G013 no'lu proje tarafından desteklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Deformasyon, Fay, InSAR, Ps-InSAR, Sbas-InSAR

Abstract

Turkey is home to fault lines that are under influence of active tectonic movements. In this direction, it is very important to investigate the surface deformation that occur as a of tectonic movements in the region where active faults are located and to produced deformation models in terms of earthquake continuum. Within the scope of this study, deformation models occurring in the regions on the Altınova, Yalova and Orhangazi fault segments on the North Anatolian Fault Zone (NAFZ) in the South of the Marmara Region were produced and information about surface movements and tectonic properties of the region were investigate through these models. With today's technology, InSAR methods are used intensively to determine deformation models in a fast, efficient and economical way. In this study, the surface deformation between 2017 and 2022 were modeled with the Sentinel-1A satellite and the advanced InSAR techniques of Persistent Scatterer Interferometry (PS-InSAR) and Small Baseline Subset Interferometry (SBAS-InSAR). In this respect, LOS velocity values of surface deformations were modeled by using LICSAR data from interferograms obtained from descending and ascending satellite radar images in the SBAS-InSAR method through LICSBAS software. Another method for monitoring with PS-InSAR is to first obtain satellite images from the European Space Agency (ESA) and determine the surface deformation of the regions using SARPROZ software. Time series analysis was performed on the deformation models produced by two different InSAR methods for the regions determined in the field. As a result of this study, LOS velocity values were calculated in the regions determined along the fault segments. The highest subsidence and uplift values according to the LOS velocity values are; +11.3 mm/yr -10.6 mm/yr along the Altınova fault segment, +18.8 mm/yr -13 mm/yr along the Yalova fault segment, +10.2 mm/yr -13.9 mm/yr along the Orhangazi fault. Within the scope of the study, deformation maps of the studied regions were produced with two different techniques and deformation analysis was performed with deformation amounts. Thus, by using advanced InSAR techniques, it is aimed to determine the deformations triggered by the tectonic movements of the faults and to create an accurate and reliable earthquake cycle model for the urban areas to be built in the region.

NOTE: This study is supported by TÜBİTAK Project number 123G013.

Keywords: *Deformation, Fault, InSAR, Ps-InSAR, Sbas-InSAR.*

InSAR Yöntemi İle Yüzey Deformasyonlarının Takibi: İdilli-Gaziantep Örneği

Monitoring Surface Deformation Using InSAR Method: İdilli-Gaziantep Case Study

Sinem Çetinkaya (1), Gizem Karakaş (1), Candan Gökçeoğlu (2), Sultan Kocaman (1)

(1)GeoPlato Mühendislik A.Ş., Bilkent Cyberpark, Ankara Teknoloji Köprüsü, 06450 Çankaya Ankara
(2)Kapadokya Üniversitesi, Güzel Sanatlar Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü,50420 Mustafapaşa, Ürgüp Nevşehir
(sinem@geoplato.com)

Öz

Heyelanlar, insan yaşamını etkileyen, altyapı ve çevre üzerinde ciddi sonuçlar doğurabilen önemli jeolojik tehlikelerdir Uzaktan algılama teknolojisindeki ilerlemeler sayesinde radar görüntüleme, yer yüzeyi deformasyonunu tespit edip değerlendirebilmektedir. Sentinel-1 uydu takımı (Sentinel-1A, 3 Nisan 2014'te fırlatılmış ve sonrasında Sentinel-1B devreye alınmıştır) bu konuda geniş veri seti sağlamaktadır. Ancak, 23 Aralık 2021 itibariyle Sentinel-1B'nin misyonuna devam edememesi, veri alım frekansını 6 günden 12 güne çıkarmıştır. İnterferometrik yöntemlerle (InSAR) yapılacak deformasyon tespitlerinde, Sentinel-1 verilerinin C-bandı (yaklaşık 5.6 cm dalga boyu) ve 10 m mekânsal örnekleme aralığı deformasyon sinyallerinin cm mertebesinde ölçülebilmesini mümkün kılar. Böylece, yüzey çökmeleri, fay hareketleri ve diğer jeolojik süreçlerin sürekli takibi gerçekleştirilebilir.

Küçük Baz Çizgisi Altkümesi (Small Baseline Subset – SBAS) yöntemi, diferansiyel InSAR (DInSAR) teknikleri içinde yer almaktadır. SBAS, yüksek doğruluk sağlamasıyla dikkat çekmekte olup, özellikle küçük miktarlardaki yüzey değişimlerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Bu yaklaşımla; çok sayıdaki SAR görüntüsünden oluşturulan, geometrik açıdan uygun bazlara sahip enterferogram setleri değerlendirilir ve bu sayede ortalama deformasyon hızı haritaları ile zaman serisi sonuçları elde edilir. LiCBAS, COMET (Depremlerin, Volkanların ve Tektoniklerin Gözlenmesi ve Modellenmesi Merkezi) tarafından geliştirilen, otomatik InSAR işleme yeteneğine sahip bir araçtır ve COMET-LiCS etkileşimli web portalı üzerinden araştırmacılara açık erişim imkânı sunmaktadır. Bu sistem, çoklu çekimlerin oluşturduğu geniş veri seti içinden ideal enterferogramları seçerek, 100 m aralıkla yüksek doğruluklu zaman serisi sonuçları üretebilmektedir. Yapılan önceki çalışmalar, LiCSBAS yöntemi ile elde edilen deformasyon tespitlerinin ±7.5 mm mertebesinde konumsal doğruluk sağladığını göstermiştir.

Bu araştırmada, 6 Şubat 2023 depremleri sonucu tetiklenen heyelanların görüldüğü İdilli (İslahiye/Gaziantep) bölgesi ayrıntılı olarak incelenmiştir. Analizlerde, Sentinel-1 verilerinden üretilen LiCSAR ürünlerine dayalı LiCSBAS yaklaşımı kullanılmış ve 11 Mart 2015 ile 6 Kasım 2024 tarihleri arasını kapsayan yıllık ortalama yer değiştirme sonuçları elde edilmiştir. Özellikle deprem kaynaklı heyelanların gerçekleştiği noktalardan türetilen zaman serisi analizleri, bölgedeki deformasyon dinamiklerini ayrıntılı biçimde ortaya koymaktadır. Bu bulguların, InSAR analizlerinin yüzey deformasyonu izleme çalışmalarında daha yaygın ve etkin bir biçimde kullanılmasına önemli ölçüde katkı sunacağı öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: InSAR, LiCBAS, SBAS, Yüzey Deformasyonu, İdilli

Abstract

Landslides are significant geological hazards that can affect human life and have serious consequences on infrastructure and the environment. Thanks to advancements in remote sensing technology, radar imaging can detect and assess ground surface deformation. The Sentinel-1 satellite constellation (Sentinel-1A, launched on April 3, 2014, followed by the deployment of Sentinel-1B) provides a large dataset in this regard. However, as of December 23, 2021, the inability of Sentinel-1B to continue its mission has decreased the data acquisition frequency from 6 days to 12 days. For deformation detection using interferometric methods (InSAR), the C-band (approximately 5.6 cm wavelength) and 10 m spatial sampling interval of Sentinel-1 data enable the measurement of deformation signals at the centimeter level. Thus, continuous monitoring of surface subsidence, fault movements, and other geological processes can be carried out.

The Small Baseline Subset (SBAS) method is part of differential InSAR (DInSAR) techniques. SBAS stands out for its high accuracy and is particularly used in determining small amounts of surface changes. With this approach, sets of interferograms created from a large number of SAR images, which have geometrically suitable baselines, are evaluated, and thus average deformation rate maps and time series results can be obtained. LiCBAS is a tool developed by COMET (Center for Observation and Modelling of Earthquakes, Volcanoes, and Tectonics) with automatic InSAR processing capabilities, and it offers open access to researchers through the COMET-LiCS interactive web portal. This system can produce high-accuracy time series results with a 100 m interval by selecting ideal interferograms from the extensive dataset created by multiple acquisitions. Previous studies have shown that the deformation detections obtained using the LiCSBAS method provide positional accuracy on the order of ±7.5 mm.

In this study, İdilli *(*İslahiye*/Gaziantep) region, where landslides triggered by the February 6, 2023 earthquakes were observed, has been investigated in detail. In the analyses, the LiCSBAS approach based on LiCSAR products derived from Sentinel-1 data was used, and annual average displacement results covering the period from March 11, 2015, to November 6, 2024, were obtained. Especially the time series analyses derived from the points where earthquake-induced landslides occurred reveal the deformation dynamics in the region in detail. It is anticipated that these findings will significantly contribute to the more widespread and effective use of InSAR analyses in surface deformation monitoring studies.*

Keywords: *InSAR, LiCBAS, SBAS, Surface Deformation,* İdilli.

Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi ve Coğrafi Bilgi Sistemi Kullanılarak Erzurum İli Merkez İlçeleri için Alternatif Katı Atık Depolama Alanlarının Belirlenmesi

Determination of Alternative Solid Waste Disposal Areas for Erzurum Province Central Districts Using Multi-Criteria Decision Making Method and Geographical Information System

Mustafa Furkan Özkan (1), Ümit Yıldırım (2), Onur Güven (3)

(1) Bayburt Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği, Bayburt, Türkiye, 69000
(2) Bayburt Üniversitesi, Acil Yardım ve Afet Yönetimi, Bayburt, Türkiye, 69000
(3) Bayburt Üniversitesi, Merkezi Araştırma Laboratuvarı, Bayburt, Türkiye, 69000
(mfozkan97@gmail.com)

Öz

Erzurum ilinin Pasinler, Palandöken, Yakutiye ve Aziziye ilçelerini kapsayan bu çalışmada, uygun katı atık depolama alanlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda uygun alanların belirlenmesinde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) kullanılmıştır. Kriterlerin belirlenmesinde, literatür taraması, çalışma alanının coğrafi özellikleri ve temin edilebilen veriler önemli rol oynamıştır. Bu seçenekler doğrultusunda AHP yönteminde kullanılmak üzere, yüzey sularından uzaklık, yerleşim yerlerine uzaklık, havalimanına uzaklık, yollara uzaklık, demiryollarına uzaklık, heyelan alanlarına uzaklık, faylardan uzaklık, litoloji, toprak yapısı, arazi kullanımı, eğim ve bakı kriterleri belirlenmiştir. Bu verilerin her birine ikili karşılaştırma temelinde göreceli önem değeri atanmıştır. Belirlenen kriterlerin verileri çeşitli ulusal/uluslararası kamu kurumlarından ve açık kaynaklı veri tabanlarından elde edilmiştir. Tüm bu verilerin uygun formata dönüştürülmesinde (sayısallaştırma) ve üretilmesinde (sorgulama ve analiz) Coğrafi Bilgi Sistemi yazılımı olan ArcGIS programından yararlanılmıştır. Son aşamada ağırlıklandırılan verilerin haritaları üretilmiş, normalize ağırlık değerleri hesaplanarak uygunluk haritası oluşturulmuştur. Çalışma sonucunda katı atık depolama alanı için beş adet (“Alternatif a”, “Alternatif b”, “Alternatif c”, “Alternatif d” ve “Alternatif e”) uygun alan belirlenmiştir. Bu alanlar Palandöken ve Aziziye ilçe sınırları içerisinde yer almaktadır. Alternatif katı atık depolama alanları arasında yüksek uygunluk değerine sahip olan “Alternatif a” alanı önerilmiştir. Bu alanın önerilmesinde Erzurum il merkezine yakın olması ve ulaşım açısından avantajlı konumda olması önemli rol oynamıştır.

Anahtar Kelimeler: Coğrafi Bilgi Sistemi, katı atık depolama alanı, Analitik Hiyerarşi Prosesi, en uygun yer seçimi.

Abstract

This study covering the Pasinler, Palandöken, Yakutiye, and Aziziye districts of Erzurum province aimed to determine suitable solid waste storage areas. In this context, the Analytical Hierarchy Process (AHP), one of the Multi-Criteria Decision Making Methods, was used to determine the suitable areas. Literature review, geographical characteristics of the study area, and available data played an important role in determining the criteria. In line with these options, distance from surface waters, distance from settlements, distance from airports, distance from roads, distance from railways, distance from landslide areas, distance from faults, lithology, soil structure, land use, slope, and aspect criteria were determined to be used in the AHP method. Each data was assigned a relative importance value based on pairwise comparison. The data for the determined criteria were obtained from various national/international public institutions and open-source databases. ArcGIS, a Geographic Information System software, was used to convert all these data into a suitable format (digitization) and to produce (query and analysis). In the last stage, maps of the weighted data were made, and the suitability map was created by calculating the normalized weight values. As a result of the study, five suitable areas (“Alternative a,” “Alternative b,” “Alternative c,” “Alternative d,” and “Alternative e”) were determined for the solid waste disposal area. These areas are located within the borders of the Palandöken and Aziziye districts. The “Alternative a” area with a high suitability value was proposed among the alternative solid waste disposal areas. The fact that it is close to Erzurum city center and has an advantageous location in terms of transportation played an essential role in the recommendation of this area.

Keywords: *Geographic Information System, solid waste disposal area, Analytic Hierarchy Process, optimal site selection*

3 Boyutlu Kaya Düşme Analizlerinde LIDAR Verilerinin Önemi

The Importance of LiDAR Data in 3D Rockfall Analyses

Murat Karahan (1), Hakan Ersoy, M. Oğuz Sünnetci (1), Tolga Çan (2), Arzu Fırat Ersoy (1, 3)

(1) Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Trabzon
(2) Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Adana
(3) Karadeniz Teknik Üniversitesi Heyelan Uygulama ve Araştırma Merkezi
(ersoy@ktu.edu.tr)

Öz

3 boyutlu kaya düşme analizlerinde sayısal yüzey modelleri oluşturulurken genel olarak insansız hava aracı ile alınan fotogrametrik görüntülerden ve görüntü işleme yöntemi ile elde edilen cm hassasiyetindeki yersel çözünürlüklü nokta bulutlarından yararlanılmaktadır. Fotogrametrik veriler kullanılarak elde edilen sonuçlar çoğu zaman tutarlı olsa da yoğun bitki örtüsü olan alanlarda sayısal yüzey modelinin gerçek yüzeyi tam olarak yansıtması mümkün olmamaktadır. Bu nedenle çalışma kapsamında Giresun il sınırları içerisinde kaya düşme potansiyeli olan ve yoğun bitki örtüsü ile kaplı olan bir alanda, kaya düşme analizlerine altlık oluşturacak sayısal yükseklik modeli LIDAR ölçümleri ile oluşturulmuştur. Çalışmalarda DJI Matrice 300 dron ile uyumlu DJI Zenmuse L1 Drone Kamerası kullanılmış, uçuşlar 50 metre yükseklikten arazi takip modu ile gerçekleştirilmiştir. LIDAR ölçümlerinden mm hassasiyetinde veri elde edebilmek için yüksek hassasiyetli D-RTK 2 GNSS mobil istasyonu kullanılmış, 240 KHz örnekleme hızında veri toplanmıştır. LIDAR haritalamada kaydedilen veriler DJI Terra yazılımında işlenerek çalışma sahası sınıflandırılmış, sınıflama sonucunda bitki örtüsü ve doğal olmayan yapılar (konut vb) silinerek sadece doğal topoğrafik yüzey elde edilmiştir. Buna ek olarak aynı uçuş planı DJI Zenmuse P1 Drone Kamerası ile gerçekleştirilmiş ve sayısal yüzey modeli birçok çalışmada olduğu gibi fotogrametrik veriler kullanılarak oluşturulmuştur. Elde edilen tüm sonuçlar RocPro3D yazılımına aktarılmış ve 3 boyutlu kaya düşme analizleri gerçekleştirilmiştir. Yapılan analizler sonucunda fotogrametrik verilerden yararlanılarak uygulanan kaya düşme analizlerinde kinetik enerji miktarlarının LIDAR verilerinden yararlanılarak uygulanan kaya düşme analizlerine göre % 20 daha düşük değer verdiği, sıçrama yüksekliklerin % 30 oranında daha düşük olduğu, yüzey topografyasına bağlı olarak blok hareket izleri ve blokların durduğu son noktalar arasında farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Ayrıca sıçrama yükseklikleri dikkate alındığında fotogrametrik verilerin kullanıldığı kaya düşme analizlerinde % 60'a varan oranda yüksek değerler elde edilmiştir. Bu sonuçlar, özellikle yoğun bitki örtüsü ile kaplı alanlarda meydana gelecek kaya düşme potansiyelinin araştırılmasında ve önlem projelerinin hazırlanmasında (bariyer, hendek vb uygulamaların yer ve boyut seçimi) fotogrametrik verilerden ziyade LIDAR ölçümleri sonucunda elde edilen verilerin kullanılması gerektiğini net olarak göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Kaya düşmesi, LIDAR, sayısal yükseklik modeli

Abstract

In three-dimensional rockfall analyses, digital surface models are typically generated using photogrammetric images captured by unmanned aerial vehicles (UAVs) and point clouds with centimeter-level accuracy obtained through image processing techniques. Although the results derived from photogrammetric data are often consistent, it is challenging for the digital surface models to accurately represent the actual surface in areas with dense vegetation. For this reason, in the scope of this study, a digital elevation model serving as the basis for rockfall analyses was generated using LiDAR measurements in a densely vegetated area within the borders of Giresun Province, identified as having potential for rockfalls. In the study, the DJI Matrice 300 drone equipped with the DJI Zenmuse L1 camera was used, and flights were conducted at an altitude of 50 meters using the terrain-follow mode. To obtain millimeter-level accuracy in LiDAR measurements, a high-precision D-RTK 2 GNSS mobile station was utilized, and data was collected at a sampling rate of 240 kHz. The LiDAR data were processed in DJI Terra software, where the study area was classified. During the classification process, vegetation and non-natural structures (e.g., residential buildings) were removed, leaving only the natural topographic surface. Additionally, the same flight plan was executed using the DJI Zenmuse P1 camera, and a digital surface model was generated using photogrammetric data, as is commonly done in many studies. All obtained results were transferred to the RocPro3D software, where three-dimensional rockfall analyses were conducted. The analyses revealed that total kinetic energies in rockfall simulations based on photogrammetric data were 20% lower, and bounce heights were 30% lower compared to those based on LiDAR data. Furthermore, discrepancies were observed in block motion paths and maximum runout distance (stop points), depending on surface topography. When bounce heights were considered, rockfall analyses using photogrammetric data produced values up to 60% higher. These findings clearly demonstrate that in the investigation of rockfall potential and the preparation of mitigation projects (e.g., the design and placement of barriers or trenches) for areas with dense vegetation, data obtained from LiDAR measurements should be prioritized over photogrammetric data.

Keywords: *Rock fall, LiDAR, digital elevation model*

Tufanbeyli Linyit Açık İşletme Şevlerinin Yersel Radar Sistemi İle İzlenmesi

Monitoring of Tufanbeyli Lignite Open Pit Slopes with Ground Penetrating Radar System

Arif Aydın (1), Tolga Çan (2)

(1) Tufanbeyli Termik Santrali, Maden Departmanı, Kayarcık Mevkii, Tufanbeyli, Adana
(2) Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü Sarıçam, ADANA
(arif.aydin@enerjisauretim.com)

Öz

Tufanbeyli Linyit Açık işletme şevleri, 1 km²'lik aktif üretim ve 15 km²'lik işletme sahası ile geniş bir yüzeye yayılmaktadır. Şev stabilitesinin izlenmesi, iş güvenliği ve sürdürülebilir madencilik faaliyetleri açısından kritik bir öneme sahiptir. Geleneksel izleme yöntemleri, sürekli veri sağlayamaması ve düşük hassasiyet gibi sınırlamalar içerirken, gelişmiş yersel radar sistemleri yüksek doğrulukta ve kesintisiz gözlem yapma imkanı sunmaktadır. Bu sistemler, yüksek hassasiyetli ölçüm kabiliyeti ve sürekli veri takibi sayesinde madencilik sektöründe güvenliği artıran önemli araçlardan biri haline gelmiştir.

Sistemde deformasyon ölçümleri, her bir radar pikseli için genlik ve faz bilgisini içeren iki ardışık radar ölçümünün arasındaki faz farkının interferometri tekniği ile 0.1 mm hassasiyetli, 360 derece tarama alanına sahip ve 7 gün 24 saat kesintisiz olarak yapılmaktadır. 2021 yılından beri yapılan ölçümlerde herhangi bir progresif yenilme türü bir duyarsızlık yaşanmamıştır.

Bu çalışmada 23 Eylül 2024 tarihinde tekil bir basamakta çok sınırlı bir alanda kaydedilen deformasyon ve yenilme ele alınmıştır. Düzlemsel yenilmeyi hazırlayan faktörler olarak basamak tabanında yersel su çıkışı olması ve 3-5 derece yamaç dışına eğimli zayıf kil tabakasının bulunması sonucu meydana gelmiştir. Hareket maksimum 13mm/s hız ile 24 saatte toplam 40mm yer değiştirme etkisi altında meydana gelmiştir.

Yersel radar sistemlerinin madencilik sektöründe şev stabilitesi izleme süreçlerine entegrasyonu, erken uyarı sistemleriyle birlikte kullanıldığında hem personel güvenliğini artırmakta hem de ekonomik kayıpların önüne geçerek operasyonların sürdürülebilirliğine katkıda bulunmaktadır. Bu çalışmanın, açık ocak madenciliğinde deformasyon izleme teknolojilerinin etkinliğini ortaya koyması açısından önemli bir kaynak olması hedeflenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Açık Ocak Madenciliği, Yersel radar, Şev duraysızlığı, Tufanbeyli.

Abstract

Tufanbeyli Lignite Open Pit Slopes cover a wide surface with 1 km² of active production and 15 km² of operating area. Monitoring slope stability is of critical importance in terms of occupational safety and sustainable mining activities. While traditional monitoring methods have limitations such as not being able to provide continuous data and low sensitivity, advanced ground radar systems offer high accuracy and uninterrupted observation. These systems have become one of the important tools that increase safety in the mining sector thanks to their high precision measurement capability and continuous data monitoring.

In the system, deformation measurements are made 24/7 with 0.1 mm precision, 360-degree scanning area and uninterruptedly between two consecutive radar measurements containing amplitude and phase information for each radar pixel. No progressive failure-type instability has been experienced in the measurements made since 2021.

In this study, deformation and failure recorded in a very limited area in a single bench on September 23, 2024 were discussed. The factors that prepared the plane failure were the presence of seepage at the base of the bench and the presence of a weak clay layer with a 3-5 degree out slope condition. The movement occurred under the effect of a total displacement of 40 mm in 24 hours with a maximum speed of 13 mm/s.

The integration of ground radar systems into slope stability monitoring processes in the mining sector, when used together with early warning systems, both increases personnel safety and contributes to the sustainability of operations by preventing economic losses. This study is aimed to be an important resource in terms of revealing the effectiveness of deformation monitoring technologies in open pit mining.

Keywords: *Open-Pit Mining, Ground-Based Radar, Slope Instability, Tufanbeyli,*

Bağımsız Bileşenler Analizi (ICA) ile L43-a2 Paftasındaki Ofiyolitik Birimlerin Ayırtlanması

Differentiation of Ophiolithic Units in L43-a2 Paft by Independent Component Analysis (ICA)

Melek Ural (1), Mustafa Eğri (2)

(1) Fırat Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Elazığ
(2) Afyon Kocatepe Üniversitesi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar
(melekural@firat.edu.tr)

Öz

Bu uzaktan algılama çalışmasıyla, Güneydoğu Anadolu Orojenik Kuşağı içerisinde yer alan Elazığ ili güneyi dolaylarında, Maden ilçesini de içine alan L43-a2 paftası pilot bölge seçilerek litoloji ayrım çalışması gerçekleştirilmiştir. Literatürde bu alanda başarılı sonuçlar verdiği bilinen Aster uydularına dair işlenmemiş veriler, NASA'dan ücretsiz bir şekilde temin edilmiştir. Jeoloji biliminin hemen her alanında ihtiyaç duyulan ve olmazsa olmaz haritalar baz alınmak suretiyle ve bu ASTER uydu görüntüsü kullanılarak da hususen de ofiyolitik alanlar tespit edilmeye çalışılmıştır. Çalışmada, MTA jeologlarınca hazırlanmış olan 1/25 000 ölçekli jeoloji haritası temel alınmıştır.

Bilindiği üzere ASTER uydularının 2008 sonrası sensörlerdeki sıkıntılar nedeniyle bu tarihten önceki görüntüler tercih edilmiştir. ED50 datum sisteminin baz alındığı görüntülerde SWIR bantları üstünden yapılan "Bağımsız Bileşenler Analizi (ICA)" yardımıyla ofiyolitik birimler diğer litolojilerden ayırtlanmıştır.

Bağımsız Bileşenler Analizi dönüşümünün uzaktan algılamadaki uygulamaları arasında boyut azaltma, görüntünün özelliklerini çıkarma, anormallik ve hedef tespiti, özellik ayırma, sınıflandırma, uç üye çıkarma, gürültü azaltma ve eşleme bulunur. Bağımsız Bileşenler Analizi (ICA), karışık, rastgele sinyallerin bir kümesini karşılıklı olarak bağımsız bileşenlere dönüştürür. Temel Bileşenler Analizine (PCA) kıyasla başlıca avantajı, ICA dönüşümünün görüntüdeki piksellerin yalnızca küçük bir bölümünü kaplasalar bile ilgi çekici özellikleri ayırt edebilmesidir.

Dolayısıyla, bu avantajlı tekniğin söz konusu görüntülerde kullanılması sayesinde, SWIR bantlarından türetilen ICA2, ICA4, ICA6 görüntüleri, sırasıyla RGB kompozit görüntüsü oluşturularak değerlendirme yapılmıştır. Üretilen harita ve kontrolleri sonucunda, MTA tarafından tespit edilmiş ofiyolitik zonlarda %85'in üstünde korelasyon sağlanmıştır. Bölgenin jeolojik birimler ve yapılar açıdan oldukça kompleks bir yapıda olduğu düşünülürse kullanılan metodun, daha monojenik ve stratejik alanlarda denenmesi kaçınılmaz gözükmektedir.

Anahtar Kelimeler: Aster, Bağımsız Bileşenler Analizi, Maden, Uzaktan Algılama.

Abstract

In this remote sensing study, a lithological discrimination study was carried out in the south of Elazığ province, which is located in the Southeastern Anatolian Orogenic Belt, by selecting the L43-a2 plot, which also includes Maden district, as a pilot region. The unprocessed data of Aster satellites, which are known to give successful results in this field in the literature, were obtained free of charge from NASA. Based on the indispensable maps that are needed in almost every field of geological science and using this ASTER satellite image, especially ophiolitic areas were tried to be identified. The study is based on the 1/25 000 scaled geological map prepared by MTA geologists.

As it is known, due to the problems in the sensors of ASTER satellites after 2008, images before this date were preferred. In the images based on ED50 datum system, ophiolitic units were distinguished from other lithologies with the help of 'Independent Component Analysis (ICA)' performed on SWIR bands.

Applications of the Independent Component Analysis transform in remote sensing include dimension reduction, image feature extraction, anomaly and target detection, feature separation, classification, end-member extraction, noise reduction and mapping. Independent Component Analysis (ICA) transforms a set of mixed, random signals into mutually independent components. Its main advantage over Principal Component Analysis (PCA) is that the ICA transform can distinguish features of interest even if they occupy only a small fraction of the pixels in the image.

Therefore, thanks to the use of this advantageous technique in these images; ICA2, ICA4, ICA6 images derived from SWIR bands were evaluated by forming RGB composite images respectively As a result of the produced map and its controls, correlation above 85% was achieved in the ophiolitic zones identified by MTA. Considering that the region has a very complex structure in terms of geological units and structures, it seems inevitable that the method used should be tested in more monogenic and strategic areas.

Keywords: *Aster, Independent Component Analysis, Maden, Remote Sensing.*

Deniz Araştırmalarında Sediment Dağılım Haritalarının ArcGIS 10.X (Raster Analiz Modülü) Kullanılarak Haritalanması

The Mapping of Sediment Distribution Maps in Marine Research Using ArcGIS 10.X Program (Raster Analysis Module)

Özde Bakak

Dokuz Eylül Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü, İnciraltı, İZMİR
(ozde.badur@deu.edu.tr)

Öz

Sediment dağılım haritaları; yüzey sedimentlerini karakterize eder ve sediment tiplerini anlamaya yardımcı olmakla birlikte, sucul ekosistemdeki su, sediman ve canlılar üzerindeki kirliliğin araştırılmasında, habitat haritalanması, karadan malzeme taşınımı, heyelan durumu, denizel bölgeleri planlama gibi farklı birçok alanda değerlendirmeye alınan bir konudur. Bu nedenle haritaların hızlı ve doğru bir şekilde hazırlanması oldukça önem teşkil etmektedir. Teknolojinin bu alanda henüz gelişmediği dönemlerde, araştırmacılar haritaları kendi tecrübelerinden yola çıkarak bölgenin batimetrisi ve mevcut morfolojik unsurları göz önünde bulundurarak bir haritalama işlemi yapılmaktaydı. Yöntem geleneksel haritalar oluşturmak için düzgün çalışmakta ancak yorumlayıcıya bağlı olup farklı araştırmacılar tarafından yeniden üretmek istedikleri zaman, bu durum imkansızdı. Günümüzde ise bu sorunlar artık uzmanlaşmış istatistiksel analiz yazılımlarının güçlü yönlerinden yararlanarak karmaşık mekânsal enterpolasyonun uygulanması ile aşılmaktadır. Büyük kapasiteli dijital veriler artık kolayca işlenebilirken yeni verilerde bunlara hızlı bir şekilde entegre edilebilmekte ve böylece haritalar gün ve gün eklenen yeni bilgiler ışığında güncellenmelerine sağlıklı bir şekilde devam edebilmektedir. Enterpolasyon ve haritalama işlemleri açısından, ülkemizde son yirmi yıldır deniz bilimleri alanında da yaygın olarak kullanılan Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) tabanlı yazılım programları devreye girmiştir. Bunlardan biri de ESRI tarafından geliştirilmekte olan ArcGIS programıdır.

İlgili çalışma kapsamında ArcGIS ver10.X programı kullanılarak haritalama üzerine gerçek bir uygulama üzerinden haritalama işlemi yapılmıştır. Doğanbey Burnu ve Ürkmez kıyı (Ege Denizi, Türkiye) kesiminin bir bölümünü kapsayan denizel alandan Boxcore örnekleyicisi ile Bilimsel Araştırma Projesi (2021.KB.FEN.023) kapsamında Dokuz Eylül – 3 araştırma gemisi ile toplanan 20 yüzey sediment örneği kullanılmıştır. Sediment örneklerinin tane boyu analizleri TÜBİTAK (123Y253) projesi kapsamında tamamlanmıştır. Sediment içeriğindeki kum, kil, silt, çakıl ve çamur (kil-silt) yüzde değerlerinin mekansal dağılım haritaları (raster verileri), ArcGIS 10.X programı IDW enterpolasyon yöntemi ile oluşturulmuştur. Sediment tipi dağılım haritasını oluşturmak için literatürde kullanılan farklı sınıflandırma türü belirlenmiştir. Raster verileri ArcGIS 10.X programı içerisinde "Map Algebra - Raster Calculator" modülü ile seçilen her bir sınıflandırma türü için sediment dağılım haritası oluşturulmuştur.

Çalışma sonucunda, ArcGIS programının, deniz araştırmalarındaki sediment haritalama sürecini önemli ölçüde kolaylaştırdığı, araştırmacılara doğru ve anlamlı veriler sunduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte program kullanımı, operatörün önyargılarını ortadan kaldırdığı, maliyetli ve uzmanlaşmış enterpolasyon yazılımlarına gerek kalmadan farklı sınıflandırma türlerini hızlı ve verimli bir şekilde uygulama imkânı sağladığı gözlenmiştir. Elde edilen sediment dağılım haritaları, bölgedeki sediment türlerinin durumunu, taşınım modelini ve karadan denize doğru devamlılığını ortaya koymanın yanı sıra, zaman serisi analizleri ile bu verilerin zaman içindeki değişimini de sunabilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Denizel sediment dağılımı, kıyı bölgesi, ArcGIS programı, IDW enterpolasyon.

Abstract

The sediment distribution maps characterize surface sediments and help understand sediment types. They are also evaluated in various areas such as investigating pollution in aquatic ecosystems, habitat mapping, terrestrial material transport, landslide studies, and marine area planning. Therefore, it is very important to prepare these maps quickly and accurately. In times when technology had not yet developed in this field, researchers created maps based on their own experience, considering the bathymetry of the region and its existing morphological features. While the method worked well for creating traditional maps, it was interpreter-dependent, and when different researchers tried to reproduce the maps, it became impossible. Today, these problems are overcome by utilizing the strengths of specialized statistical analysis software and applying complex spatial interpolation methods. Large-capacity digital data can now be easily processed, and new data can be rapidly integrated into them, allowing maps to be updated effectively as new information is added day by day. In terms of interpolation and mapping processes, GIS-based software programs have been preferred in marine sciences in Turkey, over the past twenty years. One of these is ArcGIS, have been developed by ESRI.

In this study, a real mapping was carried out using the ArcGIS ver10.X program. A section of the marine area covering the Doğanbey Cape and Ürkmez coast (Aegean Sea, Turkey) was sampled with a Boxcore sampler as part of the Scientific Research Project (2021.KB.FEN.023) using the Dokuz Eylül – 3 research vessel, collecting 20 surface sediment samples. The grain size analysis of the sediment samples was completed under the TÜBİTAK (123Y253) project. The spatial distribution maps (raster data) of the percentage values of sand, clay, silt, gravel, and mud (clay-silt) in the sediment content were created using the IDW interpolation method in the ArcGIS 10.X program. Different classification types (Folk, Shepard, Oakley ve Schlee vb.) used in the literature were determined to create the sediment type distribution map. The prepared all raster data was processed using the "Map Algebra - Raster Calculator" module in ArcGIS 10.X to create sediment distribution maps for each selected classification type.

As a result of the study, it was determined that the ArcGIS software significantly simplifies the sediment mapping process in marine research, providing researchers with accurate and meaningful data. Additionally, the use of the software eliminates operator biases and enables the efficient application of various classification methods without the need for expensive and specialized interpolation software. The resulting sediment distribution maps not only reveal the status of sediment types in the area, sediment transport models, and the continuity of sediments from land to sea, but also present how these data change over time through time-series analyses.

Keywords: *Marine sediment distribution, coastal zone, ArcGIS program, IDW interpolation.*

VOLKANİZMA VE VOLKANİK TEHLİKELER OTURUMU

Earth Sciences Education Session

Yavuz ÖZDEMİR, Erdal ŞEN, Ahmet TÜRKECAN, İnan ULUSOY, Göksu USLULAR

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

Ağrı Dağı'nın (Doğu Anadolu, Türkiye) Güneydoğusundaki İki Farklı Kuvaterner Lav Akıntılarından Magma Odası P-T Koşullarının ve Derinliklerinin Belirlenmesi

Determination of the magma chamber P-T conditions and depths from two different Quaternary lava flows in the Southeast of Mount Ağrı (Eastern Anatolia, Türkiye)

Güllü Deniz Doğan-Külahcı

Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800, Beytepe-Ankara/Türkiye
(gdeniz@hacettepe.edu.tr)

Öz

Bu çalışma, Türkiye'nin en yüksek stratovolkanı olan Ağrı Dağı'nın (5137 m) güneydoğusunda bulunan iki farklı lav akıntılarından magma odası basınç (P)-sıcaklık (T) koşullarını ve derinliklerini belirlemeyi amaçlamıştır. Bu amaç doğrultusunda, mineralojik-petrografik incelemeler, mineral kimyası ve jeokimyasal analizler gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, bu iki lav akıntısı 40Ar-39Ar yöntemi ile yaşlandırılmış ve çalışmaya konu volkanik kayaçlar jeokronolojik olarak değerlendirilmiştir. Çalışmada, SiO_2 içeriği %49,2–51,2 arasında değişen ve Faz 1 olarak adlandırılan akıntı trakibazalt, SiO_2 içeriği %62,2–63,4 arasında değişen ve Faz 2 olarak tanımlanan akıntı ise andezit olarak sınıflandırılmıştır. Elde edilen 40Ar-39Ar yaşlarına göre daha yaşlı ve daha bazik özelliğe sahip olan Faz 1 akıntısı plajiyoklaz + olivin ± oksit fenokristal, mikrofenokristal ve mikrolitlerinden oluşan mineral birlikteliğine sahiptir. Daha genç ve diferansiye olmuş Faz 2 akıntısı ise plajiyoklaz + ortopiroksen ± klinopiroksen ± oksit fenokristal, mikrofenokristal ve mikrolitlerden oluşan mineral birlikteliğine sahiptir. Her iki akıntıda da hipokristalin porfirik ve glomeroporfirik doku gözlenmiş olup, dengede ve dengede olmayan mineraller bir arada bulunmaktadır. Faz 1 akıntısında hamur gri renkli ve faneritik bir doku sunarken, Faz 2 akıntısında hamur siyah renkli ve afanitik bir doku sunar. El örneklerine bakıldığında, Faz 1'in gri renkli ve gözenekli, Faz 2'nin ise siyah ve cam gibi pürüzsüz olduğu görülmektedir. Bu bulgular, Faz 2 akıntısının soğuma hızının, Faz 1'den daha hızlı olduğunu düşündürmektedir. EPMA analiz sonuçlarına göre, dengede olan plajiyoklaz fenokristallerinden yapılan P-T hesaplamaları (Putirka, 2008) Faz 1 için ortalama sıcaklığın 1245°C ve Faz 2 için ise 1163 °C olduğunu göstermektedir Basınç değerleri sırasıyla ~ 13 kbar (Faz 1) ve ~7 kbar (Faz 2) olarak hesaplanmıştır. Basınç verilerinden elde edilen derinlikler ise Faz 1 için 33 km, Faz 2 için ise 18 km olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar, Ağrı Dağı'nın güneydoğusunda Kuvaterner döneminin farklı zamanlarında aktif hale gelmiş, asidik ve bazik ürünler üreten, biri daha sığda, diğeri ise daha derinde konumlanmış iki farklı magma odasının varlığını ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Ağrı Dağı, Derinlik, Kuvaterner, Magma Odası, P-T

Putirka, K. (2008). Thermometers and Barometers for Volcanic Systems, Minerals, Inclusions and Volcanic Processes, Reviews in Mineralogy and Geochemistry, (eds: Putirka, K., Tepley, F.), Mineralogical Society of America 69, 61-120.

Abstract

This study aims to determine the pressure (P)-temperature (T) conditions and depths of the magma chambers from two distinct lava flows located in the southeastern part of Mount Ağrı (5137 m), Türkiye's highest stratovolcano. Mineralogical-petrographic analyses, mineral chemistry, geochemical investigations and 40Ar-39Ar geochronology were employed to assess the volcanic activity in the region. The lava flow designated as Phase 1, with SiO_2 contents ranging from 49.2% to 51.2%, classified as trachybasalt, while Phase 2, with SiO_2 contents of 62.2% to 63.4%, isclassified as andesite. According to the obtained 40Ar-39Ar ages, the older and more basic Phase 1 flow has a mineral assemblage consisting of plagioclase + olivine ± oxide phenocrysts, microphenocrysts, and microlites, while Phase 2, the younger and more evolved flow, contains plagioclase + orthopyroxene ± clinopyroxene ± oxide phenocrysts, microphenocrysts, and microlites. Both flows exhibit hypocrystalline porphyritic and glomeroporphyritic textures, *containing both equilibrium and disequilibrium minerals. The matrix of Phase 1 is gray with a phaneritic texture, whereas the matrix of Phase 2, is black and aphanitic. In hand specimens, Phase 1 appears grey with a porous texture, while Phase 2 is black with a smooth, glassy surface indicating a faster cooling rate for Phase 2. Electron Probe Micro-Analysis (EPMA) of equilibrated plagioclase phenocrysts yielded P-T estimates (Putirka, 2008) with average temperatures calculated as 1245°C for Phase 1 and 1163°C for Phase 2. Pressure values were approximately ~13 kbar for Phase 1 and ~7 kbar for Phase 2, corresponding to magma chamber depths of 33 km and 18 km, respectively. These findings suggest the existence of two distinct magma chambers southeast of Mount Ağrı, that were active during different periods of the Quaternary period. Both chambers produced both acidic and basic volcanic products, with one located at a deeper level and the other shallower depth.*

Keywords: *Mount Ağrı, Depth, Quaternary, Magma Chamber, P-T*

Putirka, K. (2008). Thermometers and Barometers for Volcanic Systems, Minerals, Inclusions and Volcanic Processes, Reviews in Mineralogy and Geochemistry, (eds: Putirka, K., Tepley, F.), Mineralogical Society of America 69, 61-120.

Kula Volkanik Bölgesi (Batı Anadolu) Altındaki Ergime Zonları: Manyetotellürik Veri Ters Çözümü ile Elde Edilen Bulgular

Melt Zones Beneath the Kula Volcanic Province (Western Anatolia): Insights from Magnetotelluric Data Inversion

Özgür Karaoğlu (1), Mehmet Emin Candansayar (2), Özcan Özyıldırım (3), Ahmet Yıldız (4), Can Başaran (4), İsmail Demirci (2), Yıldırım Dilek (5)

(1) Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 26040, Eskişehir, Türkiye
(2) Ankara Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü,06830, Gölbaşı, Ankara, Türkiye
(3) Afyon Kocatepe Üniversitesi, JUAM Merkezi, 03200, Afyonkarahisar, Türkiye
(4) Afyon Kocatepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 03200, Afyonkarahisar, Türkiye
(5) Department of Geology & Environmental Earth Science, Miami University, Oxford, OH 45056, USA
(ozgur.karaoglu@ogu.edu.tr)

Öz

Batı Anadolu, son 2 milyon yıldır önemli bir litosferik gerilme ve aktif astenosferik yükselimi ile karakterize edilmekte olup, Menderes Masifi Çekirdek Kompleksi (MMÇK) ve Kula Volkanik Bölgesi'ne (KVB) ev sahipliği yapmaktadır. MMÇK'nın yapısal evrimi, önce sıyrılma sonrada yüksek açılı normal faylanma ve Kuvaterner boyunca hızlı yükselme oranlarıyla şekillenmiştir. Bu çalışma, KVB çevresindeki, kabuksal deformasyon ve volkanik aktiviteleri yönlendiren tektonik dinamikler ile magmatik süreçler arasındaki ilişkiyi araştırmaktadır. KVB'de 100 × 70 km²'lik bir alanı kapsayan kapsamlı manyetotellurik (MT) çalışmalar gerçekleştirilerek, kabuk altındaki kısmi ergime zonlarının ve magma pompalama sistemlerinin mekânsal dağılımı belirlenmiştir.

Gerçekleştirilen 3 boyutlu ters çözüm analizleri, 5 ila 30 km derinliklerde 3-5 Ωm arasında düşük özdirenç değerlerine sahip belirgin tabular ve küresel ergime zonlarının varlığı ortaya koymuş ve bu zonların ayrı bölmelere ayrıldığını göstermektedir. Birincil ergime rezervuarı (C1), <3 Ωm özdirence ve ~27 × 6 × 8 km boyutlara sahip olup, 9 km derinlikte yer almaktadır. Daha küçük ergime zonları yatay ve dikey olarak genişleyerek, yüksek açılı normal faylar ve ayrılma yapıları tarafından kolaylaştırılan magma birikimlerine işaret etmektedir. Özdirenç verileri, astenosferik ergimelerin litosfer boyunca yükseldiğini, gerilme tektoniği ile yönlendirildiğini ve birbirine bağlı magma depolama zonları oluşturduğunu göstermektedir.

MT çalışmaları, KVB'yi şekillendiren tektonik ve magmatik süreçlerin dinamik etkileşimine işaret etmektedir. Farklı segmentlere ayrılmış ergime zonlarının, Miyosen'den bu yana kabuksal deformasyonu kontrol eden ayrılma fayları ile hizalandığı görülmektedir. Ayrıca, 5 km derinliğe kadar uzanan güneydeki ergime zonu (C1), önemli bir termal ve volkanik tehlike oluşturarak gelecekteki patlamaları tetikleme potansiyeli taşımaktadır. Bu çalışma, bölgesel gerilme tektoniği ve astenosferik yükselmenin magma üretimi, taşınması ve depolanmasındaki kritik rolünü ortaya koymaktadır. Sonuçlar, Ege genişleme bölgesinin magmatik ve tektonik evrimine ve bölgedeki mevcut ve gelecekteki volkanik aktiviteler üzerindeki etkilerine dair önemli bilgiler sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Magma, Manyetotellürik Veri, Volkanik Püskürme Kestirimi, Astenosfer, Batı Anadolu

Abstract

Western Anatolia, marked by significant lithospheric extension and active asthenospheric upwelling over the past 2 million years, hosts the Menderes Massif Core Complex (MMCC) and the Kula Volcanic Province (KVP). The MMCC's evolution has been influenced by detachment faulting, high-angle normal faulting, and rapid exhumation rates during the Quaternary. This study investigates the relationship between the tectonic dynamics and magmatic processes driving the region's crustal deformation and volcanic activity. Using a comprehensive magnetotelluric (MT) survey covering a 100 × 70 km² area in the KVP, we identify the spatial distribution of partial melting zones and magma plumbing systems beneath the crust.

*Our 3-D inversion analysis reveals prominent tabular and spherical low-resistivity zones (3-5 **Ωm**) between 5 and 30 km depths, segmented into discrete compartments. The primary melt reservoir (C1) exhibits a resistivity of <3 **Ωm** and dimensions of ~27 × 6 × 8 km at a depth of 9 km. Adjacent smaller melt zones extend laterally and vertically, with indications of magma pooling facilitated by high-angle normal faults and detachment structures. The resistivity patterns suggest that asthenospheric melts have ascended through the lithosphere, driven by decompression melting and extensional tectonics, forming interconnected magma storage zones.*

Our findings highlight the dynamic interplay of tectonic and magmatic processes shaping the KVP. The compartmentalized melt zones appear aligned with detachment faults that have controlled crustal deformation since the Miocene. Additionally, the southernmost melt zone (C1), extending to a depth of 5 km, presents a significant thermal and volcanic hazard, potentially triggering future eruptions. This study underscores the critical role of regional extensional tectonics and asthenospheric upwelling in magma generation, transport, and storage within a highly extended intra-continental domain. The results provide key insights into the magmatic and tectonic evolution of the Aegean extensional province and its implications for ongoing and future volcanic activity in the region.

Keywords: *Magma, Magnetotelluric Data, Volcanic Forecasting, Asthenosphere, Western Anatolia*

Hasandağ Volkanik Kompleksi'ndeki (Orta Anadolu) Ulukışla Kalderası'ndan Yeni Bulgular

New Findings from the Ulukışla Caldera in the Hasandağ Volcanic Complex (Central Anatolia)

Rengin Özsoy (1), Ivan Sunyé-Puchol (1), Xavier Bolós (2), Efe Akkaş (3), Antonio Costa (4), Lorenzo Tavazzani (5), Daniel P. Miggins (6), Manuela Nazzari (7), Olivier Bachmann (5), Piergiorgio Scarlato (7), Silvio Mollo (1,7)

(1) Department of Earth Sciences, Sapienza University of Rome, 00185 Rome, Italy.
(2) Geoscience Barcelona (GEO3BCN), CSIC, Lluís Solé Sabarís s/n, 08028, Barcelona, Spain
(3) Department of Geological Engineering, Hacettepe University, Beytepe, 06800 Ankara, Turkey.
(4) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Bologna, Bologna, Italy
(5) Institute of Geochemistry and Petrology, ETH Zürich, Clausiusstrasse 25, CH-8092 Zurich, Switzerland
(6) Argon Geochronology Laboratory, College of Earth, Ocean and Atmospheric Sciences, Oregon State University, 104 CEOAS Administration Building, Corvallis, USA
(7) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), Sezione di Roma1, 00143 Rome, Italy
(renginozsoy03@gmail.com)

Öz

Hasandağ Volkanik Kompleksi birçok volkanik patlama üretmiştir. Bu patlamalar sadece Hasandağ'ın Büyük ve Küçük zirveleriyle sınırlı olmayıp, yakın zamanda tanımlanan Ulukışla Kalderası ile de ilişkilidir. Ulukışla Kalderası, Hasandağ Volkanik Kompleksi'nin doğu kesiminde yer alan bir çökme yapısıdır. Yaklaşık 4 km x 2,5 km boyutlarında, uzunlamasına bir morfolojiye sahiptir. Bu çalışmadan önce kaldera yapısı ve ilişkili piroklastik çökeller üzerinde sınırlı volkanolojik araştırmalar yapılmıştır. Kaldera çevresinde, geri düşme çökelleri ve geniş yayılımlı ignimbiritler de dahil olmak üzere birçok ayırt edilmemiş piroklastik çökeller tanımlanmıştır. Bu çalışmada, Ulukışla Kalderası'nın volkanik tarihini yeniden yapılandırmayı amaçlayan kapsamlı bir volkanolojik çalışma sunulmaktadır. Ayrıca, Ulukışla sisteminin püskürme davranışını anlamak amacıyla Ulukışla Kalderası ile Tuz Gölü Fay Zonu (TGFZ) arasındaki volkano-tektonik ilişki de incelenmiştir.

Çeşitli metodolojik tekniklerin (volkano-stratigrafi, jeolojik haritalama, çökel tanımları ve dağılımları, cam jeokimyası (ana ve iz elementler), jeokronolojik analizler (40Ar/39Ar, U-(Th)-Pb) ve uzaktan algılama) entegrasyonu yoluyla Ulukışla çökelleri karakterize ve ayırt edilmiştir. Sonuçlarımız, Ulukışla Kalderası ile ilişkili üç ana patlamanın varlığını ortaya koymuştur. Bu patlamalar yaşlıdan gence doğru Yenipınar İgnimbiriti, Belbaşhanı İgnimbiriti ve Ulukışla Pomzası olarak sıralanmaktadır.

Ulukışla Kalderası'nın uzunlamasına morfolojisi göz önüne alındığında, oluşumunun bölgesel tektonik aktivitelerden etkilendiği açıktır. Tuz Gölü Fayı, antitetik ve sintetik faylarla birlikte, Ulukışla Kalderası'nın bir doğrultu atımlı/graben kaldera olarak oluşmasına neden olmuştur. Ulukışla Kalderası ile Tuz Gölü Fay Zonu arasındaki volkano-tektonik ilişkinin belirlenmesi, aktif Hasandağ volkanik sisteminin gelecekteki bir patlamasının potansiyel dinamiklerinin değerlendirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Bu ilişki, özellikle gelecekte Büyük ve Küçük Hasandağ'da başka bir gravitasyonel çökmeye veya kaldera çökmelerinin oluşumuna yol açma potansiyeli taşıdığından, risk değerlendirmesi açısından son derece önemlidir. Bu karmaşık tektonik süreçlerin bölgedeki magmatik aktiviteyi kontrol etme ve/veya tetikleme potansiyeline sahip olduğu düşünüldüğünde, bulgularımız bu alandaki tehlike değerlendirmelerinin daha iyi anlaşılmasına katkıda bulunmaktadır.

Bu çalışma, Rengin Özsoy'un doktora tezinin bir parçasıdır ve Roma Sapienza Üniversitesi'nden alınan doktora bursu ve Avrupa Birliği'nin Horizon 2020 araştırma ve inovasyon programı kapsamındaki Marie Skłodowska-Curie Action (grant #101024337)'nın bir parçası olan Püskürüm projesi tarafından desteklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Hasandağ Volkanik Kompleksi, Orta Anadolu Volkanik Provensi, piroklastik çökeller, tefrostratigrafi, Tuz Gölü Fay Zonu, volkanik tehlike değerlendirmesi

Abstract

Hasandağ Volcanic Complex has produced several volcanic eruptions. These eruptions are not limited to the Greater and Lesser peaks of Hasandağ but are also associated with the recently identified Ulukışla Caldera. Ulukışla Caldera is a collapse structure situated in the eastern part of the Hasandağ Volcanic Complex. It has an elongated morphology, with dimensions of ~4 km x 2.5 km. Before this study, there were limited volcanological investigations on the caldera structure and its associated pyroclastic deposits. Several undifferentiated pyroclastic deposits, including fallout deposits and widespread ignimbrites, have been identified around the caldera. In this study, we present a comprehensive volcanological study, aimed at reconstructing the volcanic history of the Ulukışla Caldera. Additionally, we investigated the volcano-tectonic relationship between the Ulukışla Caldera and the Tuz Gölü Fault Zone (TGFZ) to understand the eruptive behaviour in the Ulukışla system.

Through the integration of various methodological techniques (i.e., volcano-stratigraphy, geological mapping, deposit descriptions and distributions, glass geochemistry (major and trace elements), geochronological analyses (40Ar/39Ar, U-(Th)-Pb) and remote sensing), we have characterised and differentiated the Ulukışla deposits. Our results revealed three main eruptions associated with the Ulukışla Caldera. These eruptions are listed from oldest to youngest as Yenipınar Ignimbrite, Belbaşhanı Ignimbrite, and Ulukışla Pumice.

Considering the elongated morphology of the Ulukışla Caldera, it is evident that its formation has been influenced by regional tectonic activity. The Tuz Gölü Fault, along with antithetic and synthetic faults, led to the formation of the Ulukışla Caldera as a strike-slip/graben caldera. Determining the volcano-tectonic relationship between the Ulukışla Caldera and the Tuz Gölü Fault Zone is crucial for evaluating the potential dynamics of a future eruption of the active Hasandağ volcanic system. This is highly significant for risk assessment, particularly considering the potential of this relationship to cause another gravitational collapse at Greater and Lesser Hasandağ or the formation of additional collapsing calderas in the future. Given that these complex tectonic processes have the potential to control and/or trigger magmatic activity in the region, our findings contribute to a better understanding of hazard assessments in this area.

This study is part of Rengin Özsoy›s PhD thesis and is supported by a PhD scholarship from Sapienza University of Rome, as well as the Püskürüm project, which is part of the Marie Skłodowska-Curie Action (grant #101024337) within the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme.

Keywords: *Hasandağ Volcanic Complex, Central Anatolian Volcanic Province, pyroclastic deposits, tephrostratigraphy, Tuz Gölü Fault Zone, volcanic hazard assessment*

Hasandağ Stratovolkanı'ndaki Altere Alanların Uzaktan Algılama Tekniği Kullanılarak Spektral Mineral Haritalaması

Spectral Mineral Mapping of Altered Zones on Hasandağ Stratovolcano Using Remote Rensing Technique

Caner Diker (1), Efe Akkaş (1), İnan Ulusoy (1), Erdal Şen (1)

(1) Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800, Ankara, Türkiye
(cdiker@hacettepe.edu.tr)

Öz

Aktif volkanlarda son on yılda, ASTER ve Sentinel-2 spektral görüntüler kullanılarak yapılan mineral haritalama çalışmaları yapılmaktadır. Yerinde inceleme gerektirmeyecek şekilde yüzeyin genelleştirilmiş mineralojik ve kimyasal içeriğini belirlemedeki etkinlikleri sayesinde, birçok aktif volkanın post-magmatik alterasyon evrelerinin çözümlenmesinde kullanılmıştır.

Hasandağ stratovolkanı (Aksaray) Orta Anadolu'da yer alan, son püskürük aktivitesini günümüzden yaklaşık 8600 yıl önce sergilemiştir. Büyük Hasandağ zirvesinde bulunan ~70 °C fümerolik aktivitenin ve ilişkili alterasyonun varlığı potansiyel sıcak bir magma odasının olduğunu işaret etmektedir. Büyük Hasandağ zirve yamacındaki fümerolik aktivitenin geçmiş ve güncel durumunu, kaynağını ve uzamsal yayılımını incelemek amacıyla sıcak buhar baca duvarından, çevresinden ve alterasyonun gözlendiği farklı noktalardan ikincil mineral oluşumları TÜBİTAK projesi (116Y169) sırasında örneklenmiştir. Altere kayaç örnekleri sırasıyla XRD, SEM-EDS ve FT-IR analizleri uygulanmıştır. Kimyasal, spektral yansıma ve kristalografik analizler ikincil mineralizasyona maruz kalmış bölgelerin yoğun olarak halloysit, alunit ve opal-AN birlikteliklerinden oluştuğunu göstermiştir. Farklı mineralizasyon tipleri ve mineral birlikteliklerinin FT-IR analizi ile elde edilen spektral yansıma desenlerinde bulunan reflektans-absorbans özelliklerine göre bant oranları hesaplanmıştır. Birden fazla bant oranı kullanarak Hasandağı'nın büyük zirvesini ve volkan konisini kapsayacak şekilde abartılmış mineral haritaları oluşturulmuş ve bunula birlikte RGB kompozit görüntüler üretilmiştir.

Sonuç olarak, kapsamlı mineralojik inceleme ve ASTER ile Sentinel-2 görüntüleri kullanılarak Hasandağ stratovolkanının mineral haritaları üretilmiştir. Hasandağ ve Karacaören faylarının ilgili bölgesel kırık-çatlak sistemlerinin bulunduğu zirve yamaçlarda altere zonları meydana getiren sıcak hidrotermal akışkanların volkan konisini yapısal olarak zayıflamakta olduğunu göstermektedir. Bu çalışmaya ait bulgular ile volkanik yapının yapısal stabilitesini ilgilendiren hidrotermal alterasyonunun yayılımının ve karakterinin Hasandağı'nın doğal afet risk analizi çalışmalarına yol gösterecektir.

Anahtar Kelimeler: FT-IR, Hasandağ stratovolkanı, Mineral haritalaması, Spektral görüntü, Uzaktan algılama

Abstract

Recent mineral mapping investigations using ASTER and Sentinel-2 spectral imagery have been carried out on active volcanoes in the last decade. Due to their efficacy in assessing the generalised mineralogical and chemical composition of the surface without necessitating in situ examination, they have been used for the analysis of post-magmatic alteration phases in many active volcanoes.

Hasandağ stratovolcano, situated in Aksaray, Central Anatolia, was last volcanic active approximately 8600 years ago. The existence of approximately 70 °C fumarolic activity and associated alterations near the summit of Greater Hasandağ indicates a potential hot magma chamber. To examine the past and current state, source, and spatial distribution of fumarolic activity on the Greater Hasandağ summit flank, secondary mineral formations were sampled from the fumarole vent wall, its surroundings, and various points where alteration was observed during the TÜBİTAK project (116Y169). Altered rock samples conducted XRD, SEM-EDS, and FT-IR analyses, respectively. Chemical, spectral reflection, and crystallographic investigation indicate that regions exhibiting secondary mineralisation are primarily comprised of halloysite, alunite, and opal-AN assemblies. Band ratios have been calculated based on the reflectance-absorbance properties identified in the spectral reflection patterns derived from the FT-IR analysis of various mineralisation types and mineral interactions. Exaggerated mineral maps of the Greater Hasandağ summit and volcanic cone have been generated using different band ratios, along with the created of RGB composite images.

In conclusion, mineral maps of the Hasandağ stratovolcano were produced using comprehensive mineralogical analysis and ASTER and Sentinel-2 images. The hot hydrothermal fluids that create altered zones on the summit slopes of the Hasandağ and Karacaören faults, which are in the relevant regional fracture systems, are structurally weakening the volcanic cone. The results of this investigation will be used to inform future natural disaster risk analysis studies of Hasandağı by analysing the distribution and features of hydrothermal alteration that impact the volcanic structure's structural stability.

Keywords: *FT-IR, Hasandağ Stratovolcano, Mineral mapping, Spectral imagery, Remote sensing*

Jeokimya Verilerinin Makine Öğrenimi Analizi ile Anadolu Bazaltlarındaki Manto Kaynağı Heterojenitesinin İncelenmesi

Investigation of Mantle Source Heterogeneity in Anatolian Basalts via Machine Learning Analysis of Geochemistry Data

Göksu Uslular (1), Efe Akkaş (2), Mustafa Erde Bilir (3), Gonca Kuşcu (3)

(1) Kutup Araştırmaları Enstitüsü, TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi, Gebze Kampüsü, Kocaeli, Türkiye
(2) Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, Türkiye
(3) Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla, Türkiye
(goksu.uslular@tubitak.gov.tr)

Öz

Anadolu mikrolevhası, Kretase döneminden itibaren Afrika ve Arap levhalarının Avrasya levhasına yakınsaması sonucu gelişen jeodinamik süreçlerle günümüzdeki şeklini almıştır. Neotetis Okyanusu'nun kuzey ve güney kollarının sırasıyla kapanması ve sonrasındaki çarpışma süreçleri, Anadolu genelinde yaygın olarak gözlenen Neojen-Kuvaterner volkanizmasının oluşumuna zemin hazırlamıştır. Çarpışma sonrası dönemde, ana fay zonları boyunca gerçekleşen batıya kaçış tektonizması ile Helen ve Kıbrıs yayları arasındaki farklılıklar, bölgedeki jeodinamik süreçlerin temel belirleyicisi olmuştur. Bu bağlamda, batıda genişlemeli, doğuda sıkışmalı, orta Anadolu'da ise geçişli tektonik rejimler gözlenmekte; bu tektonik süreçler, her bölgedeki volkanizmanın karakteristiğini doğrudan etkilemektedir. Bazaltik kayaçların jeokimyasal özellikleri, bu karmaşık süreçlerin anlaşılmasında önemli ipuçları barındırmaktadır. Son yıllarda uygulama alanı giderek artan makine öğrenimi yöntemleri ise, karmaşık veri setlerinde değişkenler ve örnekler arasındaki istatiksel ilişkileri ve desenleri, geleneksel sınıflama yöntemlerine kıyasla daha hassas ve doğru bir şekilde ortaya koyabilmektedir.

Bu çalışmada, batı, orta ve doğu Anadolu bölgelerinden derlenen Neojen-Kuvaterner yaşlı bazaltlara ($SiO_2 \leq$ ağ. % 52) ait tüm kayaç (*n* ~3000) ve mineral (olivin, klinopiroksen ve plajiyoklaz; *n* ~1500) jeokimyası verisi üzerinde k-means, Gauss karışım modeli ve temel bileşen analizi (TBA) gibi kümeleme algoritmalarını içeren gözetimsiz makine öğrenimi yöntemleri uygulanarak, manto kaynaklarının ve bölgesel dağılımlarının incelenmesi ve elde edilen sonuçların güncel petrolojik ve jeodinamik modellerle karşılaştırılması amaçlanmaktadır. Analizler sonucunda, istatistiksel olarak beş farklı bileşim grubunun varlığı tespit edilmiştir (silüet skoru: 0,38-0,45). Mevcut petrolojik modellere uygun olarak, bölgedeki bazaltik kayaçların bu gruplara karşılık gelen farklı bileşimlerdeki manto kaynaklarının farklı oranlarda karışımı sonucu oluştuğu makine öğrenimi analizleri ile de desteklenmiştir. Elde edilen ön bulgular neticesinde makine öğrenimi analizlerinin bazaltik kayaçların ve jüvenil fazların sınıflandırılmasında başarılı ve anlamlı sonuçlar verdiği tespit edilmekle birlikte, tüm kayaç jeokimyası verileri ve farklı algoritmalar üzerinde devam eden çalışmalarla modelin daha da geliştirilmesi planlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Anadolu mikrolevhası, Neojen-Kuvaterner volkanizması, Jeokimyada makine öğrenimi, Manto kaynağı bileşimi, k-means kümeleme ve TBA

Abstract

The Anatolian microplate has attained its current form through geodynamic processes driven by the convergence of the African and Arabian plates with the Eurasian plate since the Cretaceous period. The sequential closure of the northern and southern branches of the Neotethys Ocean, followed by the subsequent collision events, played a critical role in the development of widespread formation of Neogene-Quaternary volcanism across Anatolia. Westward escape tectonics along major fault zones, combined with the differential dynamics between the Hellenic and Cyprus arcs, emerged as key factors controlling the geodynamic processes in the region during the post-collisional phase. This tectonic framework exhibited extensional, transitional and compressional tectonic regimes in the western, central and eastern Anatolia, respectively; and has directly affected the characteristics of volcanism in each region. The geochemical properties of basaltic rocks serve as crucial indicators for understanding these complex processes. Furthermore, machine learning methods, which have been increasingly adopted in recent years, offer more precise and accurate insights into statistical relationships and patterns between variables and observations within complex datasets compared to conventional classification methods.

In this study, unsupervised machine learning methods including clustering algorithms such as k-means and principal component analysis (PCA) were applied to whole-rock (n ~3000) and mineral (olivine, clinopyroxene and plagioclase; n ~1500) geochemistry data from Neogene-Quaternary basalts ($SiO_2 \leq 52$ wt. %) *collected from western, central and eastern Anatolia. Our aim is to investigate mantle sources, their regional distributions, and to compare the findings with existing petrological and geodynamic models. The analyses revealed the five statistically distinct compositional groups (silhouette score: 0.38-0.45). In line with the current petrological models, machine learning analyses confirmed that the basaltic rocks in the region were formed through the mixture of mantle sources with varying compositions corresponding to these groups at different ratios. Preliminary findings indicate that machine learning analyses provide successful and meaningful results in the classification of basaltic rocks and juvenile phases, but we plan to further improve the model with our ongoing studies on whole-rock geochemistry data and different algorithms.*

Keywords: *Anatolian microplate, Neogene-Quaternary volcanism, Machine learning in geochemistry, Mantle source compositions, k-means clustering and PCA*

Güney Ege Volkanik Yayından Orta Anadolu'ya Obsidiyen Kaynak Bölgesinin Tahmin Edilmesinde Kapsamlı Jeokimyasal Veri Seti ve Makine Öğreniminin Entegrasyonu

Integrating Comprehensive Geochemical Dataset and Machine Learning for Predicting the Obsidian Source Region from South Aegean Volcanic Arc to Central Anatolia

Efe Akkaş (1), Orkun Ersoy (1)

(1) Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Beytepe Kampüsü, 06800, Ankara (akkasefe@hacettepe.edu.tr)

Öz

Güney Ege Volkanik Yayından Orta Anadolu'ya uzanan 24 obsidiyen kaynağının farklı analitik teknikleri kapsayan iyi kategorize edilmiş jeokimyasal ve jeokronolojik veri, literatürdeki çeşitli çalışmalar tarafından kapsamlı bir şekilde derlenmiştir. Ancak farklı analitik teknikler için heterojen hassasiyet değerlerinin yarattığı tutarsızlıklar ile birlikte analiz sayısındaki artış, obsidiyen kaynaklarının analitik koşullarından bağımsız sınıflandırmasını yönetmek için gelişmiş hesaplamalı yöntemlere olan gereksinimi göstermektedir. 1990'lardan bu yana mevcut jeokimyasal verilerdeki önemli artış ve farklı kaynakların nispeten benzer jeokimyasal özellikleri, geleneksel sınıflandırma yaklaşımları için başka bir zorluğu temsil etmektedir. İyi çalışılmış kaynak noktalarından ve belirli alanlardaki yakın arkeolojik alanlardan elde edilen obsidiyen jeokimyasal verilerdeki büyük artışa rağmen, uzak arkeolojik alanlar için potansiyel obsidiyen kaynaklarını belirlemek üzere sağlam bir sınıflandırma ağı geliştirmek için daha fazla jeokimyasal veriye hala ihtiyaç duyulmaktadır.

Kaynak bölgelerden uzak, kaynağı bilinmeyen obsidiyen eserleri/numuneleri için etkili bir tahmin yaklaşımı sağlamak amacıyla, Güney Ege Volkanik Yayından Orta Anadolu bölgesine kadar uzanan 19 farklı tanınmış obsidiyen kaynağına farklı makine öğrenimi algoritmaları uygulanmıştır. Literatürdeki farklı çalışmalarda çok sayıda analizin ortalamasından türetilen 264 jeokimyasal veri kullanılarak, torbalama metodolojisine dayalı bir topluluk öğrenme modeli geliştirilmiştir. Model, ağaç başına 40'a kadar bölünmeye sahip karar ağacı algoritmalarını kullanan ve her düğüm bölünmesinde tek bir değişkeni örnekleyen 157 eğitim döngüsüne sahip olacak şekilde geliştirilmiştir. Eğitim süreci saniyede yaklaşık 290 gözlem hızına ulaşmıştır ve 10 katmanlı çapraz doğrulama ile test edilmiştir. Son model, %99,2 sınıflama doğruluğu ile toplam 2 (0,8%) hatalı eşleştirme için etkileyici derecede düşük bir hata oranı sergilemektedir. Bu sonuçlar, obsidiyen kaynak bölgelerinin sınıflandırılması ve tayinini ilerletmek için makine öğrenimi yöntemlerinin etkinliğini ve potansiyelini vurgulayarak hem arkeolojik hem de jeokimyasal araştırmalara değerli katkılar sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Güney Ege Volkanik Yayı, Jeokimyasal veri, Makine öğrenimi, Obsidiyen sınıflandırması, Orta Anadolu

Abstract

Compilation of well-categorized geochemical and geochronological data for different analytical techniques of the 24 obsidian sources spanning the South Aegean Volcanic Arc to Central Anatolia was compiled comprehensively by several studies in the literature. However, the increased number of observations coupled with heterogeneous precision for distinct analytical techniques highlights the requirement for advanced computational methods to govern a conditional independent classification of obsidian sources. The substantial growth in available geochemical data since the 1990s and the relatively similar geochemical characteristics of different sources represent another challenge for conventional classification approaches. Despite the drastic increase in geochemical data on obsidian from well-studied sources and proximal archeological sites in certain areas, further geochemical exploration is still needed to provide a robust classification framework to identify potential sources of obsidian for distal archaeological sites.

To provide an efficient prediction approach for unknown obsidian artifacts/specimens from distal areas, different machine learning algorithms were applied to 19 different renowned obsidian sources from the South Aegean Volcanic Arc to the Central Anatolia region. Using 264 geochemical data points derived from the average of numerous analyses across different studies in the literature, an ensemble learning model based on a bagging methodology was developed. The model has 157 training cycles, utilizing decision-tree algorithms with up to 40 splits per tree and sampling a single variable at each node split. The training process achieved a speed of approximately 290 observations per second and was validated through a 10-fold cross-validation. The final model exhibited an impressively low error rate for a total cost of 2 (0.8%), with 99.2% validation accuracy. These results highlight the effectiveness and potential of machine learning methods for advancing the classification and analysis of obsidian sources, offering valuable contributions to both archaeological and geochemical research.

Keywords: *Central Anatolia, Geochemical data, Machine learning, Obsidian classification, South Aegean Volcanic Arc*

YERBİLİMLERİ EĞİTİMİ OTURUMU

Volcanism and Volcanic Hazards Session

Hükmü ORHAN, Barış SEMİZ, Ferkan SİPAHİ, Abidin TEMEL

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

Yerbilimleri, Eğitim ve Yaşam

Earth Sciences, Education and Life

Ferkan Sipahi (1), Serhat Dağ (1), Gülten Yaylalı Abanuz (2)

(1) Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Gümüşhane
(2) Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Trabzon
(ferkansipahi@gmail.com)

Öz

Son yıllarda Dünya'da ve ülkemizde doğa kaynaklı olaylar büyük oranda afete dönüşmekte, önemli can ve mal kayıplarına sebebiyet vermektedir. Bu durum risk ve zarar azaltma çalışmalarının önemini vurgulamaktadır. Öte yandan özellikle kentsel yaşamda artan nüfus etkisi gelecek adına sürdürülebilir şehirlerin planlanmasını öne çıkarmaktadır. Yine dünya genelinde artan enerji talebi dolayısıyla yaşanacak sorunlar adına sunulacak çözüm önerileri jeolojik bilgi ve teknolojinin birlikte kullanımını öngörmektedir. Yapay zekanın giderek hayata daha fazla entegre olması, uzay madenciliğinden bahsedilmeye başlanması, maden işletmelerinde ortaya çıkan kazalar ve gelişen çevre sorunları ile üniversitelerde Jeoloji Mühendisliği bölümlerinin iş endişesinden dolayı öğrenciler tarafından az sayıda tercih edilmesi ve giderek azalan mezun sayısı yerbilimlerinin değişen ve dönüşen dünyaya uyum sağlayacak şekilde eğitimini yeniden gözden geçirmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Eğitimin küçük yaşta başladığını göz önünde bulundurursak hızla değişen bir dünyada iyi bir toplum, iyi bir çevre, yaşanılabilir bir dünya ve mevcut kaynakların etkin bir şekilde değerlendirilmesi çağa uygun bir eğitimden geçmektedir. Özellikle yerbilimleri alanında ilk, orta ve liselerde çok az bilgi paylaşımı yapılmakta olup üniversiteye gelinceye kadar öğrenciler yerbilimleri hakkında bilgi sahibi olmamaktadır. Üniversiteye geldiklerinde de eğer yerbilimlerini seçerlerse alanı tanımaktadır. Halbuki yaşadığımız çevre, kullandığımız ve ihtiyacımız olan malzemeler, doğa veya insan kaynaklı afetler yerbilimlerinin konuları arasındadır. Küçük yaşlarda jeoloji bilimini ve konularını öğrenmeyenler yetişkinlikte madeni çevreye zarar veriyor diye suçlar ve karşı çıkar. Madenin gerekliliğini, teknolojinin ihtiyaçlarını ve önemini düşünmeden eleştirir. Deprem varlığını bilmeyen veya bu bilinçle yetişmeyen kendini nasıl koruyacağını veya tedbir alacağını bilmez veya sonradan öğrense de anlık tedbirlerle yaşar. Deprem sonucu oluşacak felaketi zararsız veya en az hasarla atlatmayı başaramaz. Üniversitelere yerbilimlerine gelen öğrenciler ise sadece üniversite mezunu olmak bilinci ile geldiğinden ve iş de bulamadığından tercih edilmeyen bölümler olarak karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca üniversitelerdeki yerbilimleri ile ilgili bölümler ilk kurulduğu andan itibaren aynı müfredatla devam etmekte ve yapay zeka çağına uygun dönüşüm veya değişim yapmamışlardır.

Sonuç olarak, yerbilimleri eğitiminin detaylı bir şekilde ele alınması için gerekli çalışmalara başlanması ve yaşanabilir dünya için öncelikle yerbilimlerine gereken önemin verilip tüm yaş gruplarındaki okullarda müfredatlara bu konulardan bir kısmının eklenmesi, küçük yaşlarda öğrencilerin jeoloji, deprem, maden ve minerallerle tanışması, jeoloji bölümlerinin müfredatlarının yapay zeka çağına uygun hale getirilmesi, iş bulma imkanlarının arttırılması ve bilinçli öğrencilerin jeoloji bölümlerine gelebilmesi için çalışmalara başlanmasının öncelikli olarak değerlendirilmesi gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Eğitim, Jeoloji, Yaşam, Yerbilimleri

Abstract

In recent years, natural events in the world and our country have mostly turned into disasters, causing significant loss of life and property. This emphasizes the importance of risk and damage reduction studies. On the other hand, the increasing population effect, especially in urban life, highlights the planning of sustainable cities for the future. The solution proposals to be presented for the problems that will be experienced due to the increasing energy demand worldwide foresee the use of geological knowledge and technology together. The increasing integration of artificial intelligence into life, the beginning of space mining, accidents in mining and developing environmental problems, the fact that Geological Engineering departments are preferred by few students due to job concerns and the decreasing number of graduates reveal the necessity of reconsidering the education of geosciences in a way that will adapt to the changing and transforming world.

Considering education starts at a young age, in a rapidly changing world, a good society, a good environment, a liveable world and effective utilization of existing resources require an education that is appropriate to the age. Especially in the geosciences, very little information is shared in primary, secondary and high schools and students do not have information about geosciences until coming to university. When they come to university, if they choose geosciences, they recognize the field. However, the environment we live in, the materials we use and need, natural or human-induced disasters are among the subjects of geosciences. Those who do not learn the science of geology and its subjects at a young age accuse and oppose mines in adulthood to harm the environment. They criticize the necessity of the mine, the needs and importance of technology without thinking. Those who do not know about the existence of earthquakes or grow up with this awareness do not know how to protect themselves or take precautions, or if they learn later, they live with instant measures. They will not be able to overcome the disaster that will occur as a result of an earthquake with minimal or no damage. Students coming to universities for geosciences come only to be a university graduate and cannot find a job, so geosciences appear to be unpreferred departments. In addition, geoscience departments at universities have continued with the same curriculum since their establishment and have not made any transformations or changes appropriate to the age of artificial intelligence.

As a result, it is necessary to start the necessary studies to address the earth science education in detail, to give the necessary importance to earth sciences for a liveable world and to add some of these subjects to the curriculum in schools of all ages, to introduce geology, earthquakes, mines and minerals to students at a young age, to adapt the curricula of geology departments to the age of artificial intelligence, to increase employment opportunities and to start studies to enable conscious students to come to geology departments.

Keywords: Education, Geology, Life, Earth Sciences

Eğitim Yönergeleri İçin Bellek Ortamları ve Müzelerle Bilginin Korunmasında Afetlere Dirençli Toplumsal Sorumluluk

Disaster-Resilient Social Responsibility in Knowledge Preservation with Memory Environments and Museums for Educational Guidelines

Göknur Aslan (1) Dursun Acar (2) Dila Doğa Gökgöz (2) Özcan Kalenderli (3) S. Can Genç (4) İpek Acar (1)

(1) İstanbul Teknik Üniversitesi
(2) İstanbul Teknik Üniversitesi, EMCOL, Sarıyer, İstanbul, Türkiye
(3) İstanbul Teknik Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Fakültesi, Elektrik Mühendisliği Bölümü
(4) İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü
(dursunacaracar@hotmail.com)

Öz

Eğitim, görsel, işitsel ve diğer duyusal kayıtları kullanarak temelden başlayarak en basit kavranabilir ifade biçimini geliştirmeye çalışır. Böylece doğanın korunmasına katkı yapar ve kısa sürede oluşması zor olan temel referans bilgileri ve materyalleri gelecek nesillere aktarmak kolaylaşır. Atık kirliliği ve savaşlar nedeniyle doğanın tahribinin devam etmesi, küresel çevre eğitiminin tam anlamıyla yerleşmediğinin kanıtıdır. Doğru bir temel eğitim anlayışının oluşturulması için konuların ve bilgilerin önem sırasına göre güncellenmesi ve beyinde (içsel biyohafıza) ve çevresel belleklerde geleceğe yönelik olarak saklanması gerekmektedir. Kaynakları kötüye kullanan yöneticilerin ve ticari sosyal yönlendiricilerin varlığı bu bilgiler için doğal tehdittir ama iyi tasarlanmış eğitim sistemiyle bu sorun ortadan kalkar. Birçok felaket insan kaynaklıdır ve bunlara insan kaynaklı afetler denmelidir. Afet kavramı, ekonomik çıkarları olan bir ideolojiye veya kaderci eğitimsiz yöneticilerin kullandığı bir savunma aracı olabilmektedir. Toplumsal evrimin en önemli unsuru ve denetleyicisi doğru ve sürekli eğitimdir. Bu canlı türlerinin toplulukları afetler sırasında ve sonrasında organize davranış biçimleri ile normal düzene çabuk geçiş sağlarlar. Diğer türlere göre geç evrimleşen insanlık, DNA kayıtlarından yansıyan iletişim ve organel bellekler dışında, kitaplarda veya dijital medyadaki yasalar veya müzedeki makineler gibi sistematiklerde (dış belleklerde) bilgiyi saklayıp yorumlayabilirler. Bunların insanlık için en önemli değerler olduğunun bilinmesi nasıl kullanılacağı ve geleceğe saklanması ile ilgili problemlerin çözülebilmesi ve bu konularda halkla beraber bilinç oluşturmak gerekir.

Eğitimde bellek ortamları Doğal (biyolojik ve doğal inorganik) ve yapay yani teknolojik olmak üzere ikiye ayrılabilir. Doğal bellek ortamının bir türü olan biyolojik bellek, kısmen ebeveynlerden kalıtımla geçen ve çevresel ve sosyal evrim etkilerinin sinir sistemi ve DNA kayıtlarında yer aldığı bilgileri içerir. Diğer kısmı ise yaşarken öğrenilen fiziksel ve kimyasal etkilere rağmen beyinde depolanan bilgilerdir. Doğal inorganik bellek, aşınma, taşınma, tortulaşma ve fiziko-kimyasal başkalaşımların etkilerine maruz kalan canlı kalıntılarıyla çevre materyallerinin yapısal özelliklerinin uzun sure korunmasından oluşur. Yapay (teknolojik) bellek ortamı, yazı ya da dijital veri ortamları gibi yapısal (makineler de dahil) ve kodlanmış ve üretim teknolojileri korunduğu sürece kolay kopyalanabilen ifade sistemlerinden oluşur. Diğer canlı türleri de yön belirlemek yada dikkat çekmek için yapay olarak şekiller, kimyasal noktalamalar gibi yöntemleri afetlere olan evrimsel gelişimleri ile milyonlarca yıldır koruyabilmişlerdir. İnsanların bu canlılardan öğrendiği bir çok yaşama yöntemi vardır. Bu nedenle kendilerinden önce gelişmiş bu canlılara saygı duyma ve onları ve ortamlarını koruma borcu bilincini ilk amaç olarak bu belleklerde tutmak olmalıdır. Bu anlamda Müzeler uygulamalı egitimin en onemli statik ve dinamik kayıt koruma yapılarıdır. Her ilçede insan veya doğal tehditlerine dayanıklı, eğitim amaçlı dijital paylaşıma sahip sağlam müze binaları inşa etmek önemli bir gerekliliktir. Kentler toplumsal eğitim amaçlı devasa müze konseptleri olarak tasarlanabilir.

Anahtar Kelimeler: Dinamik bellek, Eğitim, Müze, Afet

Abstract

Education attempts to develop the simplest form of comprehensible expression from the basics, using visual, auditory and other sensory registers. Thus, it contributes to the protection of nature and makes it easier to transfer basic reference information and materials to future generations, which are difficult to form in a short time. The ongoing destruction of nature due to waste pollution and wars is evidence that global environmental education has not been fully established. In order to create a correct basic education approach, the subjects and information need to be updated according to their order of importance and stored in the brain (internal biomemory) and environmental memories for the future. The existence of managers and commercial social directors who misuse resources is a natural threat to this information, but this problem can be eliminated with a well-designed education system. Many disasters are caused by humans and should be called human-made disasters. The concept of disaster can be a defensive tool used by an ideology with economic interests or by fatalistic, uneducated administrators The most important element and controller of social evolution is correct and continuous education. The communities of these living species provide a quick transition to normal order with organized behavior patterns during and after disasters. Humanity, which evolved late compared to other species, can store and interpret information in systematics (external memories) such as laws in books or digital media or machines in museums, apart from communication and organelle memories reflected in DNA records. It is necessary to know that these are the most important values for humanity, to solve the problems of how to use them and preserve them for the future, and to raise awareness among the public on these issues.

***Memory environments in education** can be divided into two as natural (biological and natural inorganic) and artificial, i.e. technological. **Biological memory**, which is a type of natural memory environment, includes information that is partially inherited from parents and is recorded in the nervous system and DNA records of environmental and social evolution effects. The other part is information stored in the brain despite the physical and chemical effects learned during life **Natural inorganic memory** consists of the long-term preservation of the structural properties of living remains and environmental materials exposed to the effects of abrasion, transportation, sedimentation and physico-chemical transformations. **Artificial (technological) memory** media consist of expression systems that are structural and coded, such as writing or digital data media, and can be easily copied as long as production technologies are preserved. Other living species have been able to preserve methods such as artificial shapes and chemical dots to determine direction or attract attention for millions of years with their evolutionary development against disasters. There are many living methods that humans have learned from these species. Therefore, the first goal should be to respect these creatures that developed before them and to keep the consciousness of the obligation to protect them and their environments in these memories. **Museums** are the most important static and dynamic record preservation structures of applied education. It is an important necessity to build solid museum buildings in each district that are resistant to human or natural threats and have digital sharing for educational purposes. Cities can be designed as gigantic museum concepts for social education.*

Keywords: Dynamic memory , Education, Museum, Disaster

Türkiye' de Nasıl Bir Jeoloji Eğitimi Olmalı: Yeni Yaklaşımlar ve Öneriler

What Kind of Geology Education in Turkey? New Approaches and Suggestions

İ. Sönmez Sayılı

Fe-Ni Madencilik, Ankara
(isonsay06@gmail.com)

Öz

Son yıllarda Türkiye' de Jeoloji Mühendisliği Bölümleri mezunlarının iş bulamadığı herkesçe bilinen yaşanan bir gerçektir.

Jeoloji Mühendisliği ile ilgili yıllar bazında istatistik verilerine bakıldığında 2024 yılı YÖK verilerine göre önde gelen 8 JM Bölümüne 232 kontenjan tanınmış iken ancak 185 öğrenci kayıt yaptırmıştır. Nicelik olarak Bölüm ve öğrenci sayılarının azalması dışında üniversitelerde okuyan öğrencilerin eğitim-öğretimleri de hızla değişen dünya koşulları altında gerekli düzeyde çağdaşlıktan uzaktır. Böylelikle mezun öğrencilerin kendi mesleklerinde iş bulmaları da bazı istisnalar hariç hemen hemen hiç gerçekleşmemekte ve işsiz Jeolog/Jeoloji Mühendislerinin sayıları da artmaktadır.

Genel olarak özetlediğim bu durumun değişmeye başlaması için aşağıdaki adımlarım atılması gerekmektedir.

1- Jeoloji Bölümlerine Yer Bilimlerini gerçekten seven, bilinçli öğrencilerin gelmesi için İlk-Orta ve Lise düzeyinde okullarda öğrencilerin bilinçlendirilmesi ve ilgisi tespit edilen öğrencilerin eğitimleri sırasında gelişmeleri takip edilmesi ve hatta kitap verilmesi, saha gezilerine götürülmesi ve Üniversiteye giriş sınavlarına hazırlanması gibi özendirilmelerin yapılması gerekmektedir. Bu konuda hem Jeoloji Bölümleri akademisyenlerine hem de Jeoloji Mühendisleri Odasına görevler düşmektedir.

2- Genel olarak üniversitelerin (özelde ise Jeoloji Mühendisliği Bölümlerinin) okuyacak öğrencileri için en üst düzeyde barınma, ulaşım ve burslar verilerek maddi sorunlarının ortadan kaldırılması için devlet, özel sektör ve mezunlarının katkıları sağlanmalıdır.

3- Jeoloji Mühendisliği Bölümlerinin mevcut eğitim programlarını en kısa sürede gözden geçirip öğrencilerine değişen modern teknolojilerine ve iş dünyasının beklentilerine göre donatılmış bilgileri vermesi gerekmektedir. Bunun için ilk 2 sene jeolojinin temel dersleri verilmeli ve sonraki 2 sene de saha çalışmalarını da içeren uzmanlık alanlarına göre (Genel jeoloji-Maden Jeolojisi-Enerji Hammaddeleri jeolojisi-Endüstriyel Hammaddeler Jeolojisi-Mühendislik Jeolojisi vb.) eğitim-öğretim programlarının oluşturulması gerekmektedir. Öğretim programlarında multi-disipliner yaklaşım içinde olup öğrenciler iş dünyasının (kamu ve özel sektör) gerçekleri ve taleplerine göre yetiştirilmelidir. Bu çerçevede modern araç ve gereçlerin kullanım alanları - iş gereği bilgisayar programlarının ve Yapay Zekânın kullanılması olmazsa olmaz konular olmalıdır. Konularının uzmanı profesyonellerin Bölümlerde ders vermeleri sağlanmalıdır. Endüstri, Özel ve Kamu kuruluşları ile işbirliklerine gidilerek, yetiştirilecek ve mezun edilecek öğrencilerin sorunların çözümüne odaklı olmaları sağlanmalıdır.

Sonuç olarak, Jeoloji Mühendisliği Bölümleri yeni baştan modern programlar oluşturmalı, bu sayede de mezunların iş bulma olanaklarının artırılması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: İş dünyası, Jeoloji Mühendisliği, kamu ve özel sektör, program değişikliği

Abstract

It is a well-known fact that graduates of Geological Engineering (GE) Departments in Turkey could not be able to find a job in recent years.

When we look at the annual statistical data on Geological Engineering, according to the ***the Council of Higher Education*** data for 2024, while 232 quotas were granted to the 8 leading GE Departments, only 185 students registered. Apart from the decrease in the number of departments and students in terms of quantity, the education and training of students studying at universities is also far from the necessary level of modernity under the rapidly changing world conditions. Thus, except for some exceptions, graduates almost never find jobs in their own professions.

In order for this situation that I have summarized in general to start changing, the following steps need to be taken.

1- In order to attract students who truly love and are conscious about Earth Sciences, to Geology Departments, students should be made aware at primary, secondary and high school levels, and students whose interests are detected should be monitored during their educations, and even encouraged by providing books, taking them to field trips and preparing them for university entrance exams etc. In this regard, both academics of Geology Departments and the Chamber of Geological Engineers have responsibilities.

2- In general, the highest level of accommodation, transportation and scholarships should be provided for students who will study at universities (and specifically Geological Engineering Departments) and contributions from the state, private sector and graduates should be provided to eliminate their financial problems.

3- Geological Engineering Departments should review their current education programs as soon as possible For this purpose, basic geology courses should be given in the first 2 years and in the following 2 years, education-training programs should be created according to the areas of expertise including field studies (General geology-Mining geology-Energy raw materials geology-Industrial raw materials geology-Engineering geology etc.). The education programs should have a multi-disciplinary approach and students should be trained according to the realities and demands of the business world (public and private sectors). In this context, the areas of use of modern tools, and equipment - the use of computer programs and Artificial Intelligence for business purposes should be indispensable issues. Collaborations should be established with industrial, private and public institutions and the students to be trained and graduated should be trained with a focus on problem solving.

As a result, Geological Engineering Departments should integrate modern programs and thus the job opportunities of graduates should be increased

Keywords: *Business world, geological engineering, state and private sector, program modernization*

Samandağ'da Jeoloji ve STEM Keşfi

Geology and STEM Exploration in Samandağ

Hacer Moduk (1), Atike Nazik (2), Fatih Karaoğlan (2), Nil Yapıcı (3), Emin Pişkin (4), Mehmet Tatar (5), Rasim Can (6)

(1) Çukurova BİLSEM, Çukurova, Adana, Türkiye
(2) ÇÜ Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 01330, Sarıçam, Adana, Türkiye
(3) ÇÜ Mühendislik Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü, 01330, Sarıçam, Adana, Türkiye
(4) TMMOB Adana Jeofizik Mühendisleri Odası, Adana, Türkiye
(5) TMMOB Adana Jeoloji Mühendisleri Odası, Adana, Türkiye
(6) TMMOB Hatay Jeoloji Mühendisleri Odası, Adana, Türkiye
(anazik@cu.edu.tr)

Öz

Bu araştırmanın temel amacı, depremzede öğrencilerin Jeoloji ve Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (STEM) alanlarına olan ilgilerini artırmak, bu alanlarda bilgi ve becerilerini geliştirmelerini sağlamak, toplumda bilimsel bilgiye dayalı düşünceyi yaygınlaştırmak ve geleceğin bilim insanlarını teşvik etmektir. Bu araştırma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından finanse edilen bir eğitim projesine dayanmaktadır. Bu amaçla, Türkiye'de depremden en çok etkilenen Hatay, Kahramanmaraş, Osmaniye ve Adana illerinden Bilim ve Sanat Merkezlerinde okuyan (BİLSEM) 24 üstün yetenekli öğrenci seçilmiştir. Öğrenci seçmelerinde fırsat eşitliği dikkate alınarak kız ve erkek öğrenciler projede eşit sayıda yer almıştır. Üniversitelerden yerbilimleri, mühendislik ve STEM (Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Teknoloji) konusunda uzman akademisyenler yer almıştır.

Etkinliklerimiz; öğrencilerin doğayı keşfetmelerine, jeoloji prensiplerini anlamalarına ve bilimsel meraklarını geliştirmelerine yönelik olarak kurgulanmıştır. Öğrenciler, kayaçları ve toprak çeşitliliği incelemeleri, fosil toplama, jeolog pusulası kullanımı, barajları ziyaret etmek gibi doğa etkinliklerine katılmıştır. Katılımcılar, deprem rezonans simülasyonları, sismograf tasarımı ve jeolojik haritalandırma, kronostratigrafik çizelge hazırlama gibi teknolojik uygulamalar yapmıştır. Yön bulma, oryantiring ve izcilik eğitimleri ile öğrencilerin doğal afet farkındalığı artırılmıştır. Ayrıca öğrenciler kayaç, mineral ve fosilleri mikroskobik olarak ta gözlemleyerek bilimsel araştırma teknikleri eğitimleri de almışladır. Katılımcılar, saha çalışmaları sırasında topladıkları kayaç ve fosil örnekler ile doğanın güzellikleri, jeolojik oluşumları ve proje etkinliklerini yansıtan çektikleri fotoğrafları sergileyerek proje çıktılarından ürün sergisi hazırlamışlardır.

Verilen eğitimlerin değerlendirilmesi için "Kirkpatrick Eğitim Program Değerlendirme Modeli"nden yararlanılmıştır. İlk aşamada Tepki Değerlendirme Anketi 24 katılımcıya uygulanmıştır. Tüm maddelere "Katılıyorum" ve "Kesinlikle Katılıyorum" tepkisi verilme oranı %97.2'dir. Ayrıca öğrencilere, Öğrenci Memnuniyeti (Genel memnuniyet ve eklentilerin karşılanması), Eğitim Kalitesi (Teorik bilgi ve Pratik Uygulama), Uygulamalı Öğrenme (Laboratuvar ve Proje bazlı öğrenme), Ders Materyalleri (Kitaplar ve makaleler, online kaynaklar) ve Öğretim Üyesi Desteği (Akademik rehberlik ve bireysel ilgi) konularında anketler uygulanmıştır.

Bu proje ile depremle birlikte zor günler yaşayan çocukların teknoloji destekli, mühendislik tabanlı doğa eğitimleriyle jeoloji odaklı STEM eğitimi almaları, afeti anlamaları, jeoloji bilimi ve mühendislik alanında çocukların kariyer planlamalarına yönelik verimli zaman geçirmesine ve gelişimlerine katkı sağlamıştır.

Anahtar Kelimeler: STEM, teknoloji, deney, yerbilimleri, doğa.

Abstract

The main purpose of this research is to increase the interest of earthquake survivor students in Geology and Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) fields, to enable them to develop their knowledge and skills in these fields, to popularize scientific knowledge-based thinking in society and to encourage future scientists. This research is based on an educational project funded by the Scientific and Technological Research Council of Turkey (TÜBİTAK). For this purpose, 24 gifted students were selected from Science and Art Centers (BİLSEM) from Hatay, Kahramanmaraş, Osmaniye and Adana provinces, which were most affected by the earthquake in Turkey. Considering equal opportunity in student selection, equal numbers of male and female students took part in the project. Academics from universities specialized in geosciences, engineering and STEM (Science, Technology, Engineering and Technology) took part in the project.

Our activities were designed to help students explore nature, understand the principles of geology and develop their scientific curiosity. Students participated in nature activities such as examining rocks and soil diversity, collecting fossils, using a geological compass, and visiting dams. Participants performed technological applications such as earthquake resonance simulations, seismograph design, geological mapping and preparing chronostratigraphic chart. Natural disaster awareness of the students was increased through navigation, orienteering and scouting trainings. In addition, students were trained in scientific research techniques by microscopically observing rocks, minerals and fossils. The participants prepared a product exhibition from the project outputs by exhibiting the rock and fossil samples they collected during the field studies and the photographs they took reflecting the beauties of nature, geological formations and project activities.

The "Kirkpatrick Education Program Evaluation Model" was used to evaluate the training provided. In the first stage, the Response Evaluation Survey was applied to 24 participants. The rate of "Agree" and "Strongly Agree" responses to all items was 97.2%. In addition, surveys were applied to students on Student Satisfaction (General satisfaction and meeting the add-ons), Education Quality (Theoretical knowledge and Practical Application), Applied Learning (Laboratory and Project-based learning), Course Materials (Books and articles, online course materials) and Academic staff interest (Academic guidance and individual attention).

With this project, it has contributed to the development of children who have experienced difficult days with the earthquake, to receive geology-oriented STEM education with technology-supported, engineering-based nature education, to understand the disaster, to spend productive time for children's career planning in the field of geological science and engineering.

Keywords: *STEM, technology, experiment, geosciences, nature.*

Okullarda Yerbilimlerine İlgiyi Artırmak İçin Örnek Bir Uygulama "Okul Sismolojisi"

A Sample Application to Increase Interest in Geosciences in Schools "Scholl Seismology"

Murat Nurlu, Meltem Türkoğlu, Kerem Kuterdem, Derya Aksel, Teoman Selçuk Köksal, Bekir Tekin

AFAD Başkanlığı Deprem ve Risk Azaltma Genel Müdürlüğü, Ankara-TÜRKİYE
(murat.nurlu@outlook.com)

Öz

Bilindiği gibi ülkemizde yerbilimlerine olan ilgi 1999 Marmara depremlerinin yaratmış olduğu hasar ve can kaybı sonucunda ilgili kamu kurumları, yerel yönetimler ve özel sektörün eksikliklerini tamamlama çabaları sonucunda gelişmiştir. Maalesef her büyük deprem sonucunda yerbilimlerine kamuoyunda ilgi artmış fakat sismik aktivite açısından suskun dönemlerde bu ilgi azalmıştır. Geleceğimize yön verecek, şekillendirecek olan gençliğimizin yerbilimlerine olan ilgisini artırmak, afet ve acil durumlarla ilgili farkındalığını geliştirmek amacıyla yurtdışında da uygulanan "Okul Sismolojisi" konusu Türk-Yunan ortaklığında başlatılan ve Avrupa Sivil Korunma Mekanizması tarafından desteklenen "Depreme Dirençli Okullar-EReS" projesi kapsamında AFAD Başkanlığı tarafından uygulanmaya başlamıştır. EReS projesinin genel amacı afet yönetiminde önemli bir yeri olan kritik tesislerden eğitim kurumlarının (okulların) gerek fiziksel açıdan (yapısal olarak) gerekse yaşayanlar (öğretmenler, öğrenciler, idari personel) açısından depreme dirençli hale getirebilmektir. Proje kapsamında Çanakkale ve İzmir illerinde farklı jeolojik birimlerde seçilen toplam 12 okula düşük maliyetli Mikro Elektro Mekanik Sistem (MEMS) sensör olarak adlandırılan ivme ölçerler yerleştirilmiştir. Bu sensörlerden sürekli veriler alınmakta ve değerlendirilmektedir.

Okul Sismolojisi çalışmalarının temel amacı özellikle orta öğretim çağındaki öğrencilere deprem konusunda ilgili bilim dalları olan jeoloji, jeofizik, inşaat ve harita mühendisliklerini tanıtmak, sevdirmek ve meslek seçimlerinde bu bilim dallarına tercih yapmalarını sağlamaktır. Bu amaca ulaşmak için deprem ve afet konusunda verilen temel bilgilerle farkındalıklarını artırmak, okullarında kurulan deprem ölçüm cihazlarından gelen verilerin kabaca ne ifade ettiğini, nasıl değerlendirildiğini ve sonuçlarıyla ne yapılması gerektiği çok basitçe anlatılarak konuyla ilgili farkındalık geliştirilmeye çalışılmaktadır. Ayrıca bu eğitimi alan öğrencilerin ülkemizde çeşitli Ar-Ge destekli projelere, yarışma ve festivallere katılması içinde gerekli yönlendirmeler yapılmaktadır. Bu amaçla proje kapsamında Çanakkale ve İzmir illerinde öncelikle afet farkındalığını artırmak için İl AFAD Müdürlüklerinin desteğiyle farkındalık eğitimleri verilmiş, sonra okul sismolojisi kapsamında ilgili uzmanlar tarafından özellikle coğrafya öğretmenlerine ve seçilen öğrencilere jeoloji ve jeofizik mühendisliği tanıtılmakta, deprem konusunda temel kavramlar öğretilmekte ve okullarında bulunan deprem cihazlarından gelen verilerin değerlendirilmesi konusunda eğitimler verilmektedir.

Sonuç olarak; "Okul Sismolojisi" yurtdışında yaygın bir şekilde uygulama örnekleri olan fakat ülkemizde, geçmişte ilk örnekleri olmuşsa da sürekliliği sağlanamamıştır. Okul Sismolojisi henüz yaygınlaşmamış bir kavram olup meslek seçiminde hedef kitle olan öğrencilerimizin yerbilimlerine olan ilgisini artırmak ve özellikle de deprem konusunda farkındalığı geliştirmek açılarından önemli bir çalışmadır.

Anahtar Kelimeler: Afet eğitimi, farkındalık, okul sismolojisi, yer bilimleri

Abstract

The interest in geosciences in Türkiye started to increase as public administrations, local governments and private sector finished their deficiencies following the 1999 Marmara earthquakes. Unfortunately, interest in geosciences increased as a result of a major earthquake, but this interest decreased in the periods of seismic inactivity. The "School Seismology" project, which aims to increase awareness of youth generation in the field of earth sciences, disasters and emergencies, has been implemented by the AFAD within the frame of the Turkish-Greek partnership "Earthquake Resistant Schools-EReS" Project, funded by European Union Civil protection Mechanism. The general purpose of the EReS project is to strengthen the critical systems (schools) those are important elements of disaster and emergency management at local level physically (structurally), community resilience perspectives (teachers, administrative, managerial staff) resilient to earthquakes. Within the scope of the project, low-cost accelerometers namely Micro Electro Mechanical System (MEMS) sensors were placed in a total of 12 schools selected in different geological units in Çanakkale *and İzmir provinces. Continuous data is being received and evaluated from these sensors.*

The main purpose of School Seismology is to introduce and increase the popularity of geology, geophysics, civil engineering and cadastral engineering sciences, which are the main scientific areas in earthquake risk reduction science and effect their choices when shaping their future professional career. In order to achieve this goal, basic informations on earthquakes and disasters will be given basic training on seismic instrumentation located at their schools is roughly expressed, including how this data is evaluated and what to do following evaluation. In addition, necessary guidance is provided for the possibilities on participation to various R&D supported projects, competitions and festivals. Within the scope of this project, awareness trainings were provided both in Çanakkale *and İzmir provinces aiming at increase in disaster awareness with the support of Provincial AFAD Directorates, followed by School Seismology trainings for selected school(s) where basic information on earthquakes, seismology is introduced. A basic seismic data evaluation training is also implemented for some selected schools.*

As the result; "School Seismology", an important study that has widespread applications worldwide but has not yet become widespread in Türkiye (Even some minor part studies have been practiced), is an important topic to increase the awareness of students to earth sciences and also increase the awareness on earthquakes .

Keywords: *Disaster Education, Awareness, School Seismology,*

Earth sciences,

EGU Yerbilimleri Eğitimi Saha Görevlileri Programı'nın (GEFO) İkinci Yılının Değerlendirilmesi

Evaluation of the Second Year of the EGU Geoscience Education Field Officers Program (GEFO)

Candan Kafalı (1)

(1) Gökçetepe Mahallesi, Kurtuluş Sokak, No:2/2, 17980, Küçükkuyu, Ayvacık, Çanakkale (candan26.ck@gmail.com)

Öz

Avrupa Yerbilimleri Birliği (EGU), Dünya, gezegen ve uzay bilimi araştırmaları için Avrupa'nın önde gelen kuruluşudur. Vizyonu araştırmalara ve eğitim faaliyetlerine verdiği destek ile insanlık ve gezegenimiz için sürdürülebilir bir gelecek yaratmaktır. EGU Eğitim Komitesi, müfredatında yerbilimleri içeriği olan anaokulundan liseye kadar öğretmen ve öğretmen adaylarına, üniversite yerbilimleri eğitimcilerine ve kariyerlerinin başındaki bilim insanlarına yerbilimleri eğitimini desteklemek için faaliyetler ve kaynaklar sağlamaktadır. Bu kapsamda EGU, 2019 yılında yer bilimleri eğitimini teşvik etme hedefiyle Yer Bilimleri Eğitimi Saha Görevlileri Programını (GEFO) başlatmıştır. Bu program ile Saha Görevlileri kendi ülkelerinde bulunan öğretmenler ve öğretmenler adayları için uygulamalı yerbilimleri atölyeleri düzenlemektedir. Müfredatında yerbilimleri içeriği bulunan anaokulu, fen bilimleri, sosyal bilimler ve coğrafya öğretmenleri ve öğretmen adaylarının bu atölyeler aracılığı ile derslerinde kullanabilecekleri uygulamalı etkinliklere erişmeleri hedeflenmektedir. Bu çalışmanın amacı Türkiye›de GEFO programının ikinci yılında gerçekleştirilen yerbilimleri atölyelerinin katılımcı öğretmenlere etkisinin incelenmesidir. Araştırma verileri EGU tarafından sağlanan değerlendirme formu ile elde edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre katılımcı öğretmenlerin atölyeye ilgisinin yüksek düzeyde olduğu, atölye etkinliklerinin mesleki gelişimine katkı sunduğunu düşündükleri ve gelecekte bu tür atölyelere katılmak istedikleri tespit edilmiştir. Öğretmenlerin atölye etkinliklerinin derslerinde kullanım için uygun olduğunu, öğrenciler için ise ilgi çekici, interaktif ve etkin öğrenmeyi sağlayacak nitelikte olduğunu düşündükleri tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yerbilimleri, EGU, GEFO

Abstract

The European Geosciences Union (EGU) is Europe's leading organization for Earth, planetary and space science research. EGU's vision is to create a sustainable future for humanity and our planet through support for research and education activities. EGU Education Committee provides activities and resources to support geoscience education for teachers and prospective teachers from kindergarten to high school, university geoscience educators and early career scientists who have geoscience content in their curriculum. In this context, EGU launched the Geoscience Education Field Officers Program (GEFO) in 2019 with the aim of promoting geoscience education. With this program, Field Officers organize hands-on geoscience workshops for teachers and prospective teachers in their own countries. It is aimed that kindergarten, science, social science and geography teachers who have geoscience content in their curriculum have access to applied activities that they can use in their course through these workshops. The aim of this study is to examine the effects of the geoscience workshops held in Turkey in the second year of the GEFO program on teachers. The research data were obtained with the evaluation form provided by EGU. According to the research results, it was determined that the participant teachers' interest in the workshop was high, they thought that the workshop activities contributed to their professional development and they wanted to participate in such workshops in the future. It was determined that the teachers thought that the workshop activities were suitable for use in their course and that they were interesting, interactive and would provide effective learning for the students.

Keywords: *Geoscience, EGU, GEFO*

Afet Farkındalık Eğitimlerinin Önemi

Importance of Disaster Awareness Trainings

Arzu Fırat Ersoy (1), Ömer Yüksek (2), Ali Erden Babacan (3), S. Banu İkizler (2), Hakan Ersoy (1), Turgay Dindaroğlu (4), Zekai Angın (2), Esra Tunç Görmüş (5), Osman Üçüncü (2), M. Oğuz Sünnetci (1), Murat Karahan (1), Özgenç Akın (3)

(1)KTÜ Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Heyelan Uygulama ve Araştırma Merkezi
(2) KTÜ İnşaat Mühendisliği Bölümü, Heyelan Uygulama ve Araştırma Merkezi
(3) KTÜ Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Heyelan Uygulama ve Araştırma Merkezi
(4) KTÜ Orman Mühendisliği Bölümü, Heyelan Uygulama ve Araştırma Merkezi
(5) KTÜ Harita Mühendisliği Bölümü, Heyelan Uygulama ve Araştırma Merkezi
(firat@ktu.edu.tr, arzufirat@gmail.com)

Öz

İnsan yaşamını doğrudan veya dolaylı olarak etkileyerek can ve mal kayıplarına neden olan, yerel imkân ve kabiliyetlerle üstesinden gelinemeyen, genellikle öngörülemeyen doğa olayları doğa kaynaklı afet olarak tanımlanmaktadır. Ülkemiz, jeolojik, morfolojik ve iklimsel özellikleri dikkate alındığında bir afet ülkesi olarak bilinmektedir. Doğa kaynaklı afetler konusunda genç nesillerin bilgi birikimini artırmak ve farkındalığını geliştirmek afetlerin etkilerini anlamalarına yardımcı olarak gelecekteki kentsel planlamada daha etkin rol almalarını sağlayacaktır. Doğa kaynaklı afet bilincinin ilk öğretimden başlayarak üniversiteye kadar alınacak afet farkındalık eğitimleriyle geliştirilebileceği gerçeği dikkate alınarak Karadeniz Teknik Üniversitesi Heyelan Uygulama ve Araştırma Merkezi (KTÜ Heyelan UYG-AR) tarafından 2022 yılından itibaren afet farkındalık eğitimlerine başlanmıştır. KTÜ Heyelan UYG-AR'ın önemli bir misyonu olan "afet farkındalığı oluşturma" başlığı altında 2023 yılında Trabzon İl Milli Eğitim Müdürlüğü ile protokol imzalanarak Trabzon'daki ilkokulların 4. sınıflarında "Afet Farkındalık Eğitimi"ne başlanmıştır. Bu kapsamda Trabzon'da özellikle kent merkezine uzak olan okullar seçilerek eğitimler verilmiştir. İl genelinde 14 okul 30'dan fazla sınıf ve 600'den fazla öğrenciye ulaşılmıştır. Eğitimler kapsamında öğrencilere dünyamızın oluşumundan başlayarak doğa olayı ile doğa kaynaklı afetler ve bunların arasındaki farklar, heyelan, taşkın, kaya düşmesi ve depremlerin oluşum mekanizması ve doğa kaynaklı afetleri önleme tekniklerini hakkında bilgiler verilmiştir. Eğitimler sonunda alınan geri bildirimlerden ilkokul öğrencilerinin doğa kaynaklı afetler konusunda farkındalığının geliştiği belirlenmiştir. İlk öğretim eğitimlerine ek olarak KTÜ'de öğrenim gören lisans öğrencilerine yönelik "Uzman-Öğrenci Buluşmaları" adı altında eğitimler verilmiştir. Uzman-Öğrenci Buluşmaları ile alanında söz sahibi kamu kurumlarının yöneticilerini ve TMMOB temsilcilerini lisans öğrencileri ile bir araya getirerek afet farkındalığı ile ilgili bilgi ve deneyim paylaşımı yapılmıştır. Bu kapsamda 2 yıl içerisinde toplam 7 etkinlik düzenlenmiş, farklı bölümlerdeki 500'den fazla üniversite öğrencisine eğitim verilmiştir. Ayrıca, üniversitelerde afetler ile ilgili uygulama ve araştırma merkezlerinin çalışma grupları veya komisyonlarından farklı olarak, sadece lisans öğrencilerinden oluşan "HEY-GENÇ" çalışma grubu oluşturulmuş, 10'dan fazla bölümdeki 100'den fazla öğrencinin üye olduğu bir gruba afet farkındalığı ile ilgili bilgiler verilmiştir. Afetlerle mücadelede en önemli unsurlardan biri, bireylerin ve toplumların bu konuda bilinçli olmasıdır. KTÜ Heyelan UYG-AR olarak bu sorumluğu üstümüze aldık ve ilkokuldan başlayarak üniversiteye kadar farklı öğrenci gruplarının afet farkındalığının geliştirilmesi için çalışmalara devam etmekteyiz. Çünkü biliyoruz ki toplumun her kesiminin afet konusunda bilinçlenmesi güvenli bir gelecek inşa etmemizin ilk ve en önemli adımıdır.

Anahtar Kelimeler: Afet farkındalığı, eğitim, ilkokul, KTÜ Heyelan UYG-AR, üniversite

Abstract

Natural events that directly or indirectly affect human life and cause loss of life and property, cannot be overcome by local means and capabilities, and are generally unpredictable are defined as natural disasters. Our country is known as a disaster country considering its geological, morphological and climatic characteristics. Increasing the knowledge and raising awareness of young generations about natural disasters will help them to understand the effects of disasters and enable them to take a more active role in future urban planning. Because the awareness of natural disasters can be developed through disaster awareness trainings starting from primary education to university, disaster awareness trainings have been started by KTU Landslide Application and Research Centre since 2022. Under the title of 'disaster awareness', which is an important mission of KTÜ Landslide UYG-AR, a protocol was signed with Trabzon Provincial Directorate of National Education in 2023 and 'Disaster Awareness Training' was started in Trabzon. Schools in Trabzon, especially those far from the city center, were selected and training was given. Throughout the province, 14 schools, more than 30 classes and more than 600 students were reached. Within the scope of the trainings, students were informed about the formation of the earth, the differences between natural phenomena and natural disasters, the formation mechanism of landslides, floods, rock falls and earthquakes, and the techniques to prevent natural disasters. From the feedback received at the end of the training, it was determined that the awareness of primary school students on nature-induced disasters has improved. In addition to primary education training, training under the name of 'Expert-Student Meetings' was given for undergraduate students studying at KTU. With Expert-Student Meetings, managers of public institutions and representatives of TMMOB who have a say in their fields were brought together with undergraduate students to share information and experience on disaster awareness. In this context, a total of 7 events were organized in 2 years and more than 500 university students from different departments were trained. In addition, unlike the working groups or commissions of the application and research centers related to disasters in universities, 'HEY-GENÇ' working group consisting of only undergraduate students was formed and information on disaster awareness was given to a group of more than 100 students from more than 10 departments. One of the most important elements in combating disasters is the awareness of individuals and societies on this issue. As Landslide UYG-AR, we have taken this responsibility upon ourselves, and we continue to work to improve the disaster awareness of different student groups starting from primary school to university. Because we know that raising awareness of all segments of society about disasters is the first and most important step in building a safe future.

Keywords: *Disaster awareness, education, primary school, KTÜ Landslide APP-RES, university*

Okul Öncesi Çocuklarda Temel Jeoloji ve Afet Farkındalık Eğitimleri: Ankara Büyükşehir Belediyesi Örneği

Basic Geology and Disaster Awareness Education for Preschool Children: A Case Study from Ankara Metropolitan Municipality

Burcu Görbil (1), Sibel Fazlıoğlu (2)

(1) Ankara Büyükşehir Belediyesi, Afet İşleri Dairesi Başkanlığı, ANKARA-TÜRKİYE
(2) Ankara Büyükşehir Belediyesi, Afet İşleri Dairesi Başkanlığı, ANKARA-TÜRKİYE
(burcu.gorbil@ankara.bel.tr)

Öz

Afetlerle mücadelede dayanıklı toplumlar inşa etmek, çocukların erken yaşta bilinçlendirilmesiyle mümkün hale gelir. Afet farkındalığının çocukluk döneminde kazandırılması, bireysel ve toplumsal güvenliğin artırılmasına büyük katkı sağlar. Doğru davranış modellerini erken yaşta öğrenen çocuklar, afet durumlarında bilinçli, sakin ve hazırlıklı hareket edebilir.

Ankara Büyükşehir Belediyesi, toplumsal dayanıklılığı artırmak amacıyla okul öncesi öğrencilere yönelik "Afet Farkındalık Eğitim Seminerleri" başlatmıştır. Deprem, sel ve yangın gibi afetlere dair bilinç kazandırmayı hedefleyen bu program, oyunlar ve interaktif aktivitelerle desteklenmektedir. Çocuklar, bu eğitimlerde hem eğlenerek öğrenmekte hem de olası afet durumlarında doğru tepkiler geliştirmektedir. Eğitimlerde yaratıcı yöntemler ve somut örnekler kullanılmaktadır. Şeftali modeli, Dünya'nın katmanlarını anlamalarını kolaylaştırırken; deprem simülasyonları ve kaydırak gibi günlük nesnelerle yapılan örneklemeler, doğa olaylarını anlamalarını sağlamaktadır. Çocukların bilimsel merakını uyandıran bu yaklaşımlar, jeoloji bilimine dair temel bilgileri eğlenceli ve anlaşılır bir şekilde sunmaktadır. Fosiller, volkanik kayaçlar ve doğa olaylarına dair materyallerle yapılan etkinlikler, çocukların dokunarak ve deneyimleyerek öğrenmelerini desteklemektedir. Bu yöntemle depremler, volkan patlamaları ve toprak kaymaları gibi doğa olayları anlaşılır hale getirilmektedir. Fosil inceleme etkinlikleri, hem jeolojik süreçleri anlamalarına hem de doğal dünyaya merak duymalarına katkı sağlamaktadır. Programın bir diğer hedefi, geleceğin mimar ve mühendislerini etik çerçevede ve sorumluluk bilinciyle yetiştirmektir. Çocuklar, mesleklerinde afet bilincini ön planda tutarak topluma daha dayanıklı yapılar ve sistemler kazandırma bilincine sahip bireyler olarak yetiştirilmektedir. Eğitimler, bireysel bilinçlenmenin ötesine geçerek dayanışma ve iş birliğinin önemini de vurgulamaktadır. Çocuklar yalnızca kendi güvenliklerini sağlamakla kalmayıp çevrelerindekilere de yardımcı olmayı öğrenmektedir.

Ankara Büyükşehir Belediyesi Afet İşleri Dairesi Başkanlığı'nın yürüttüğü bu program, yerel yönetimlerin afet bilincini artırmadaki etkin rolünü ortaya koymaktadır. Bu tür çalışmaların yaygınlaştırılması, gelecekte daha dirençli ve hazırlıklı bir toplum oluşturmanın önemli bir adımıdır.

Anahtar Kelimeler: Afet Farkındalığı, Toplumsal Dayanıklılık, Yerel Yönetimler, Doğa Olayları, Jeoloji, Etik Sorumluluklar

Abstract

Building resilient communities to combat disasters is possible through raising awareness among children at an early age. Instilling disaster preparedness in childhood significantly contributes to both individual and societal safety. By learning correct behavioral models early on, children can act consciously, calmly, and prepared in the face of disasters.

Ankara Metropolitan Municipality has launched the "Disaster Awareness Training Seminars" for preschool students to enhance societal resilience. This program aims to educate children about disasters such as earthquakes, floods, and fires through games and interactive activities. Children not only learn while having fun but also develop appropriate responses to potential disaster situations. Creative methods and tangible examples are employed in the training. The peach model simplifies the understanding of Earth's layers, while earthquake simulations and examples using everyday objects, like slides for landslides, help children comprehend natural phenomena. These approaches spark scientific curiosity and provide fundamental knowledge about geology in an engaging and accessible manner. Activities involving fossils, volcanic rocks, and materials related to natural events encourage experiential and tactile learning. This method makes natural phenomena such as earthquakes, volcanic eruptions, and landslides easier to grasp. Fossil examination activities help children understand geological processes and cultivate curiosity about the natural world. Another key objective of the program is to raise future architects and engineers with a strong sense of ethics and responsibility. By prioritizing disaster awareness in their future professions, children are encouraged to contribute to society by creating more resilient structures and systems. The training goes beyond individual awareness, emphasizing the importance of solidarity and cooperation. Children learn not only to ensure their own safety but also to assist others in need.

This program, carried out by the Ankara Metropolitan Municipality Disaster Affairs Department, highlights the crucial role of local governments in promoting disaster awareness. Expanding and sustaining such initiatives is a vital step toward building a more resilient and prepared society in the future.

Keywords: *Disaster Awareness, Community Resilince, Local Governments, Natural Events, Geology , Ethical Responsibility*

Gezici Müze Projesi ve Şehit Cuma DAĞ Tabiat Tarihi Müzesi Gezici Müze Uygulamaları

The Mobile Museum Project And The Applications of Mobile Şehit Cuma DAĞ Natural History Museum

Elif Haskılıç Saraç

MTA Şehit Cuma Dağ Tabiat Tarihi Müzesi
(elif.haskilic@mta.gov.tr)

Öz

Gezici müze diğer bir adıyla bavul müzeler, uzaklık, ulaşım zorlukları, maddi olanaksızlık, zamansızlık, hastalık ve engellilik gibi kısıtlayıcı nedenlerden müzelere ulaşamayan, sanat ve kültüre ilişkin daha fazla bilgi edinmek isteyen insanların, dokunarak, deneyerek, uygulayarak ve sorgulayarak keşfetmelerini sağlayacak biçimde tasarlanmış uygulamalardır. Gezici müzeler toplumsal etkinliklerde, festivallerde ve fuarlarda yer alarak toplumun çoğunluğuna ulaşma imkanına sahip olur.

Gezici müze eğitimi, müze eğitimlerinde olduğu gibi görsel-işitsel yöntemin avantajlarına sahiptir. Bu kapsamda gezici müzede yer alacak koleksiyonun kavramsal kurgusunun oluşturulması önceliklidir. Temalar ve konular belirlenmeli, belirlenen konular altında anlamlı bir ‘’hikâye’’ oluşturacak koleksiyon malzemelerinin bir araya getirilmesi, gruplanması ve birbirleriyle olan ilişkilerin ortaya konması önemlidir. Eğitimin konusu maket, film, canlandırma, fotoğraf gibi görsel ve işitsel malzemelerle de zenginleştirilmelidir.

MTA Şehit Cuma DAĞ Tabiat Tarihi Müzesi, müzeye gelemeyecek durumda olan çocuklara ve gençlere doğa sevgisi ve bilincini aşılamak, müzenin tanınırlığını arttırmak ve uygulamalı eğitim imkanı sunmak amacıyla müze koleksiyonunun seçkin örneklerini sunarak “MTA Şehit Cuma Dağ Tabiat Tarihi Müzesi Türkiye’yi Geziyor” sloganıyla 2018 yılından beri Ankara ilinde ve çevre illerde çalışmalar yapmış ve hala çalışmalarına devam etmektedir. Bu kapsamda 2018 yılından başlamak üzere Ankara, Balıkesir, Malatya, Kahramanmaraş, Elazığ, Trabzon, Sivas, Aksaray, Konya, Nevşehir il ve ilçe okullarına gidilmiş 3000’in üzerinde öğrenciye ulaşılmıştır. 2025 yılında da devam etmesi planlanan projenin Ankara ve çevresindeki illeri de kapsayacak şekilde 500 öğrenciye ulaşması hedeflenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Gezici müze, Bavul müzeler, Müze eğitimi, Yerbilimleri eğitimi, Müze materyalleri, Tabiat tarihi müzesi

Abstract

Mobile museums, also known as suitcase museums, are applications designed for people who has difficulties such as distance, transportation, financial, lack of time, illness and disability, and who want to discover art and culture by touching, experiencing, applying and questioning. Mobile museums have the opportunity to reach the majority of society by taking part in social events, festivals and fairs.

Mobile museum education, like museum education, has the advantages of the audio-visual method. In this context, the creation of the conceptual structure of the collection to be included in the mobile museum is a priority. Themes and subjects should be determined, and it is important to bring together, group and reveal the relationships between the collection materials that will create a meaningful “story” under the determined subjects. The subject of the training should also be enriched with visual and audio materials such as models, films, animations and photographs.

MTA Şehit Cuma DAĞ Natural History Museum has been working in Ankara and surrounding provinces since 2018 with the slogan “MTA Şehit Cuma Dağ Natural History Museum is Touring Turkey” in order to instill a love and awareness of nature in children and young people who cannot come to the museum, to increase the recognition of the museum and to provide practical training opportunities by presenting select examples of the museum collection and still continues its work. In this context, starting from 2018, schools in Ankara, Balıkesir, Malatya, Kahramanmaraş, Elazığ, Trabzon, Sivas, Aksaray, Konya, Nevşehir provinces and districts were visited and more than 3000 students were reached. The project, which is planned to continue in 2025, is aimed to reach 500 students, including Ankara and the surrounding provinces.

Keywords: *Mobile museum, Suitcase museums, Museum education, Earth science education, Museum materials, Natural history museum*

Denizli Traverten Jeoparkı'nın Yer Bilimleri Eğitimine Katkısı

Contribution of the Denizli Travertine Geopark to Earth Science Education

Barış Semiz (1), Mehmet Özkul (1)

(1) Pamukkale Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Denizli
(barissemiz@gmail.com)

Öz

Jeoparklar, uluslararası öneme sahip jeolojik alanların ve peyzajların bütüncül bir koruma, eğitim ve sürdürülebilir kalkınma anlayışı ile yönetildiği sınırları belirlenmiş alanlardır. Alanın jeolojik mirası, doğal ve kültürel mirasıyla bağlantılıdır. Jeoparklar yer bilimleri eğitimi açısından da birer doğal laboratuvardır. Batı Anadolu genişleme bölgesi içinde yer alan Denizli ili yüksek jeoçeşitliliğe sahiptir. İlde Kuvaterner dönemi traverten ve tufa oluşumları jeopark yapılanması için önemli jeomiras-jeosit unsurlarıdır. Henüz kurulum aşamasındaki Denizli Traverten Jeoparkı'nın jeositleri yüksek görselliğe sahipken, büyük bir çoğunluğu da yer bilimleri eğitimi vermeye uygun alanlardır. Bu çalışmanın amacı, Jeoparkların ve özellikle Denizli Traverten Jeoparkı'nın bazı jeositlerinin yer bilimleri eğitiminde nasıl kullanıldığını tartışmaktır. Bu kapsamda Denizli Traverten Jeoparkı'nda geçmiş yıllarda 5 kez katılımcı öğretmenlere yapılmış olan "Çüruksu Havzası'nda Yerbilimleri Eğitimi" Tübitak 4004 proje dizisinden faydalanılmıştır. Projeye değişik branşlardan (Coğrafya (86), Fen bilimleri (82), Sınıf (26), Sosyal Bilgiler (12), Okul öncesi (2) ve Biyoloji (2) öğretmeni) olmak üzere toplam 210 öğretmen katılmıştır.

Eğitim noktalarının başında, UNESCO Dünya miras listesinde yer alan Pamukkale ve yakınındaki Karahayıt (kırmızı su) travertenleri gelmektedir. Kaklık Mağarası köken olarak farklı mağara oluşumlarının temsilcisi olup, yeraltındaki Pamukkale olarak bilinmektedir. Kızıldere Jeotermal sahası Fen bilgisi kitaplarında yer alan ve Türkiye'de ilk jeotermal araştırmaların başlatıldığı ve ilk jeotermal enerji santralinin kurulduğu sahadır. İldeki normal faylardan Honaz ve Pamukkale fayları, aktif faylardır ve arazide fay karakteristikleri çok iyi gözlenir. Yüksek debili Pınarbaşı kaynağı aynı zamanda ildeki traverten ve tufa depolama özelliği taşıyan bir fay kaynağı olarak nitelendirilir. Diğer jeolojik değerler ise, Honaz ilçesinin 3 km doğusunda bir nap dilimi olarak yüzeylemiş Triyas yaşlı Kızılyer evaporitleri bölge ve Türkiye için ender bir jeolojik kaynak değerdir. Öte yandan Pliyosen volkanitleri yöredeki alkalen özellikli volkanik bir alandır. Ayrıca il sınırlarında yer alan çok sayıdaki antik traverten ve mermer ocağı jeolojik ve kültürel değer taşıyan diğer kaynak değerlerdir.

Bu çalışma ile Denizli Traverten Jeoparkı'nın belirgin jeositleri eğitim noktası olarak kullanılmış ve katılımcı öğretmenlerin bilişsel anlamda belirli bir yükselişi oluşturduğu ortaya koyulmuştur. Ayrıca, katılımcı öğretmenler, travertenlerin nasıl oluştuğu, fay kaynaklarından çıkan suların her zaman sıcak sular olmayacağı, jeotermal enerjinin nasıl oluştuğu gibi eksik bıraktıkları sorulara cevap buldukları görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Denizli Traverten Jeoparkı, Yer Bilimleri Eğitimi,

Abstract

Geoparks are designated areas where sites and landscapes of international geological significance are managed with a holistic approach to conservation, education, and sustainable development. The area's geological heritage is linked with its natural and cultural heritage. Geoparks act as natural laboratories for earth sciences education. The province of Denizli, located in the Western Anatolian extension region, boasts high geodiversity. Quaternary period travertine and tufa formations in the province are significant geoheritage-geosite elements for establishing a geopark. The geosites of the Denizli Travertine Geopark, which is in the establishment phase, are highly visually appealing, and most are also suitable for providing Earth sciences education. This study discusses how geoparks, particularly some geosites of the Denizli Travertine Geopark, are utilized in earth sciences education. In this context, the "Earth Sciences Education in the Çüruksu Basin" TÜBİTAK 4004 project series, conducted five times for participating teachers in the Denizli Travertine Geopark in previous years, has been utilized. A total of 210 teachers from different branches (Geography (86), Science (82), Class (26), Social Studies (12), Preschool (2) and Biology (2) teachers) participated in the project.

Leading the educational sites are the Pamukkale travertines, listed as a UNESCO World Heritage Site, and the nearby Karahayıt (Red Water) travertines. Kaklık Cave, known as the underground Pamukkale, represents different cave formations. The Kızıldere Geothermal Field is included in science books and is where the first geothermal research in Turkey started, and the first geothermal power plant was established. The Honaz and Pamukkale faults in the province are active normal faults, and their characteristics are well observed in the field. The high-flow Pınarbaşı spring is also a fault spring with travertine and tufa deposition features in the province. Other geological values include the Kızılyer evaporates of the Triassic age, which surfaced as a nappe slice 3 km east of Honaz district, considered a rare geological resource for the region and Turkiye. Additionally, Pliocene volcanites in the area represent an alkaline volcanic field. Numerous ancient travertine and marble quarries within the provincial boundaries are other resources of geological and cultural value.

This study utilized the prominent geosites of the Denizli Travertine Geopark as educational points and demonstrated that participating teachers experienced a cognitive improvement. Additionally, it was observed that the teachers found answers to questions they had previously left unanswered, such as how travertines form, that the waters from fault springs are not always hot, and how geothermal energy is generated.

Keywords: *Denizli Travertine Geopark, Earth Science Education*

YERBİLİMLERİ EĞİTİMİ OTURUMU

Volcanism and Volcanic Hazards Session

Hükmü ORHAN, Barış SEMİZ, Ferkan SİPAHİ, Abidin TEMEL

Poster Sunumlar/*Poster Presentations*

Yer Bilimleri Eğitiminde Saha Çalışmalarının Önemi

Importance of Fieldwork in Earth Sciences Education

Ersel Göz

Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Evliya Çelebi Yerleşkesi, 43100, Kütahya, Türkiye
(erselgoz@gmail.com)

Öz

Saha çalışması yer bilimleri eğitiminde önemli bir rol oynamaktadır. Bu dersler, öğrencilerin derslerde öğrendiklerini uygulamalarını sağlamaktadır. Saha çalışmaları genellikle üniversite yerleşkelerinin çevresinde yapılmaktadır. Ancak bu durum öğrencilerin saha çalışması deneyimlerini sadece o alan ile sınırlandırmaktadır. Türkiye'nin jeolojisini öğrenmek için standart bir uygulamalı saha çalışması dersine ihtiyaç vardır. Ders adı deneysel olarak Anadolu Arazi Çalışması olarak adlandırılmıştır. Bu ders öğrencilerin Kuzey Anadolu Fay Zonu, Doğu Anadolu Fay zonu gibi ana fayları, Kapadokya, Kula gibi volkanik alanları ve Türkiye'deki tip kesitleri daha iyi anlamalarını sağlamayı amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Anadolu Arazi Çalışması, yer bilimleri eğitimi, saha çalışması.

Abstract

Fieldwork courses play a significant role in earth sciences education. These courses enable students to practice what they have learned in lectures. Fieldwork usually takes place around the university campus. However, this situation limits the fieldwork experience of the students in that region. A standard curriculum proposal of fieldwork courses is needed to learn the geology of Turkey. The course is tentatively called Anatolia Fieldwork. The course aims to introduce the students to further their understanding of main faults such as the North Anatolian Fault Zone, East Anatolian Fault Zone, volcanic areas such as Cappadocia, and Kula and type sections in Türkiye.

Keywords: *Anatolian Fieldwork, earth sciences education, fieldwork.*

YERBİLİMLERİNDE JEOFİZİK UYGULAMALARI OTURUMU

Geophysical Applications in Earth Sciences Session

Ahmet BAŞOKUR, Eren PAMUK

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

2670 kg/m³ Varsayımı Bouguer Düzeltmesi için Standart mı, Eski Bir Alışkanlık mı?

Is an Assumption of 2670 kg/m³ a Standard Practice or an Outdated Convention in Bouguer Correction?

İlkin Özsöz

MTA Genel Müdürlüğü, Marmara Bölge Müdürlüğü
(ilkin.ozsoz@mta.gov.tr)

Öz

Bağıl gravite ölçülerinin yükseklik düzeltmesinde serbest hava düzeltmesinin tamamlayıcısı olarak Bouguer düzeltmesi (plaka düzeltmesi) yapılmaktadır. Bouguer düzeltmesi için ölçü noktalarının yüksekliklerinden başka, sahanın ortalama yoğunluk değerinin bilinmesi gerekir. Bouguer düzeltme değeri, gözlem noktası ile indirgeme seviyesi arasında uzanan ve sonsuz plaka modeline yaklaştırılan modelin gravite etkisinden hesaplanmaktadır. Kıtasal kabukta granitik kayaçların yoğunlukları 2500-2800 kg/m3 aralığında değişmektedir. Bu durumda kıtasal alanlarda Bouguer düzeltmesi için ortalama yoğunluk değeri genellikle 2670 kg/m3 olarak alınmaktadır. Bununla birlikte ölçü noktası ve indirgeme seviyesi arasında kalan sedimanter ortamın Bouguer düzeltmesi için farklı yoğunluk değerinin kullanılması gerektiği açıktır. Bouguer düzeltmesinin optimum ölçüde yapılabilmesi için yoğunluk değerinin hassas bir şekilde seçilmesi gerekir. Aksi durumda Bouguer anomalilerinin hesaplanmasında yapılacak hatalar gözlemsel ve sayısal yorumlamayı olumsuz bir şekilde etkileyecektir.

Bu çalışma kapsamında Türkiye üzerinde seçilen ve birbirini kesen dikdörtgen blokların her biri için temsili yoğunluk değerleri Nettleton, Geliştirilmiş F-H ve ABIC (Akaike-Bayesian Bilgi Kriteri) teknikleri ile hesaplanacaktır. Türkiye için yapılacak bölgesel veya yerel çalışmalarda Bouguer düzeltmesi için kullanılacak yoğunluk değerleri tartışılacaktır.

Anahtar Kelimeler: ABIC, Bouguer düzeltmesi, geliştirilmiş F-H, Nettleton, yoğunluk tayini.

Abstract

The Bouguer correction (plate correction) is applied as a complement to the free-air correction in the height correction of relative gravity measurements. For the Bouguer correction, in addition to the heights of the measurement points, the average density value of the area must be known. The Bouguer correction value is calculated from the gravitational effect of the model, which extends between the observation point and the reduction level and is approximated to an infinite plate model. The densities of granitic rocks in the continental crust vary between 2500 and 2800 kg/m³. In this case, the average density value for Bouguer correction in continental areas is generally taken as 2670 kg/m³. However, it is evident that a different density value must be used for Bouguer correction in the sedimentary environment between the measurement point and the reduction level. For the Bouguer correction to be applied optimally, the density value must be carefully selected. Otherwise, errors in the calculation of Bouguer anomalies will negatively affect observational and numerical interpretations.

Within the scope of this study, representative density values for each of the intersecting rectangular blocks selected over Turkey will be calculated using the Nettleton, Improved F-H, and ABIC (Akaike-Bayesian Information Criterion) techniques. The density values to be used for Bouguer correction in regional or local studies conducted for Turkey will be discussed.

Keywords: *ABIC, Bouguer correction, density estimation, extended F-H, Nettleton.*

Bölgesel Ölçekli Sismik Tomografi ve Belirsizlik Değerlendirmesi için Yüksek Performanslı Hesaplama

High-Performance Computing for Regional-Scale Seismic Tomography and Uncertainty Estimation

Mohammad Youssof (1), Khalid Yousef (1), Turki Al-Sehli (1), Tariq Mansoob (1)

(1) National Earthquake and Volcano Program, Geohazard Center, Saudi Geological Survey (SGS), 23352 Jeddah, Saudi Arabia

Öz

Arap Levhası ve Kızıldeniz, litosferik süreçlerin, manto dinamiklerinin ve aktif riftleşmenin etkileşime girdiği dinamik bir tektonik ortam oluşturur. Bu bölgedeki kabuk ve üst manto yapısının anlaşılması, Kızıldeniz rifti, dalma-batma süreçleri ve levha içi deformasyonu yönlendiren jeodinamik mekanizmaların kısıtlanması açısından büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışma, Arap Levhası ve Kızıldeniz altındaki litosferi ve astenosferi görüntülemek için yüksek performanslı hesaplama (HPC)-destekli sismik tomografi yöntemini kullanmaktadır. Hem 3B hem de 2B ortamlar için mesaj geçirme arayüzü (MPI) ortamında sonlu farklar yöntemi (FDM) tabanlı simülasyonlar gerçekleştirmek amacıyla açık kaynaklı bir sismik dalga yayılımı kodu kullanılmaktadır. Gelecekteki çalışmalar, duyarlılık analizlerini daha da iyileştirmek ve model çözünürlüğünü artırmak amacıyla Kare-Kök Değişken Metrik (SRVM) optimizasyonu ve Muz-Çörek Çekirdekleri (BDKs) gibi ileri düzey hesaplama tekniklerinin entegrasyonuna odaklanacaktır.

Ön sonuçlar, manto yapısında önemli yanal heterojeniteler olduğunu ortaya koyarak, termal anormallikler, magmatik yükselimler ve litosferik kalınlık değişimleri olabileceğini göstermektedir. Çalışma ayrıca, birden fazla veri seti ve hesaplama yaklaşımını entegre ederek belirsizliği niceliksel olarak değerlendirmeyi ve modellerin güvenilirliğini doğrulamayı amaçlamaktadır.

Elde edilen bulgular, Arap Levhası'nın tektonik evriminin daha iyi anlaşılmasına katkı sağlayarak, bölgesel jeodinamikler ve sismik tehlike değerlendirmeleri açısından önemli çıkarımlar sunmaktadır. Araştırmanın ilerleyen aşamalarında, model çözünürlüğündeki ve veri entegrasyonundaki iyileştirmeler, derin litosferik ve astenosferik süreçlerin anlaşılmasını daha da geliştirecektir. Bu çalışma, HPC tabanlı sismik görüntülemenin büyük ölçekli jeofizik araştırmaların ilerletilmesindeki rolünü vurgulamakta ve HPC kaynaklarının etkin kullanımı için iş birliği potansiyeline dikkat çekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sismik tomografi, Manto dinamikleri, yüksek performanslı hesaplama, jeodinamik modelleme, belirsizlik değerlendirmesi

Abstract

The Arabian Plate and Red Sea form a dynamic tectonic setting where lithospheric processes, mantle dynamics, and active rifting interact. Understanding the crust and upper mantle structure in this region is crucial for constraining geodynamic mechanisms governing Red Sea rifting, subduction-related processes, and intraplate deformation.

This study employs high-performance computing (HPC)-enabled seismic tomography to image the lithosphere and asthenosphere beneath the Arabian Plate and Red Sea. We currently utilize an open-source seismic wave propagation code to perform simulations based on the finite difference method (FDM) within a message passing interface (MPI) environment for both 3D and 2D media. To enhance computational efficiency and resolution, our future work will incorporate advanced techniques, including Square-Root Variable Metric (SRVM) optimization and Banana-Doughnut Kernels (BDKs), further refining sensitivity analyses and improving model accuracy.

Preliminary results reveal significant lateral heterogeneities in mantle structure, suggesting thermal anomalies, magmatic upwellings, and lithospheric thickness variations. The study also aims to quantify uncertainty and validate the robustness of the models by integrating multiple datasets and computational approaches.

Our findings contribute to a better understanding of the tectonic evolution of the Arabian Plate, with implications for regional geodynamics and seismic hazard assessments. As this research progresses, further refinements in model resolution and data integration will enhance our understanding of deep lithospheric and asthenospheric processes. This study underscores the role of HPC-driven seismic imaging in advancing large-scale geophysical investigations and highlights the potential for collaborative efforts to leverage HPC resources.

Keywords: *Seismic tomography, Mantle dynamics, High-performance computing, Geodynamic modeling, Uncertainty quantification.*

Sığ ve Derin Maden Aramalarında Manyetotellürik Yöntemler

Magnetotelluric Methods in Shallow and Deep Mineral Exploration

Ahmet Tuğrul Başokur

Lemnis Yerbilimleri, Ankara Üniversitesi Teknokent, 06830 Gölbaşı, Ankara
(basokur@ankara.edu.tr)

Öz

Manyetotellürik yöntem, elektromanyetik dalgalar ile yeraltı özdirenç dağılımını üç-boyutlu olarak görüntüler. Özdirenç, maddenin fiziksel bir özelliği olup, uygulanan elektrik alanın, oluşturduğu akım yoğunluğuna oranı olarak tanımlanır. Ekonomik cevher mineralleri olan sülfitler ve oksitler, çevre kayaçlara göre düşük özdirenç değerleri gösterirler ve dışarıdan uygulanan elektromanyetik alana yanıt verirler. Bu nedenle, elektromanyetik yöntemler özellikle elektriksel iletkenliği yüksek olan metalik minerallerin aranmasında kullanılır. Masif cevherler aramalarında, Manyetotellürik yöntemler, indüksiyon polarizasyon (IP) yöntemine göre daha iyi çözünürlük sunmasının yanı sıra, araştırma derinliğinde bir sınırlama bulunmamaktadır. Bunların dışında çevre kayaçlardan görece yüksek özdirençli alçıtaşı ve mermer gibi sanayi hammaddeleri de manyetotellürik yöntemler ile aranabilir.

Elektromanyetik dalganın yer içerisinde ilerlemesi, kayaçların özdirencine ve dalganın frekansına bağlı olduğundan, araştırma derinliği de ölçü sisteminin frekans bandına bağlıdır. Bu nedenle, MT yöntemleri kullanılan frekans aralığına göre adlandırılır. Radyomanyetotellürik yöntem, kaynak olarak radyo vericilerinden yararlanır 50 metreye kadar olan derinliklerdeki, sığ cevherlerin aranmasında kullanılır. Denetimli kaynak radyomanyetotellürik yöntemi ise 0-250 metre derinliklerindeki maden yataklarının aranmasında, yüksek ayrımlılık sağlar. Kaya, asfalt, beton ve göller üzerinde ölçü alınabilir. Verici yerde, alıcı havada olmak üzere de uygulanabilir. Derin maden yatakların aranmasında ise AMT (audiomagnetotelluric) yöntemi tek seçenektir. Doğal veya denetimli kaynak elektromanyetik alanın ölçüldüğü bu yöntemde, derinlik sınırlaması bulunmamaktadır. Ancak, çözünürlük derinlik ile azaldığından, görece daha büyük boyutlardaki derin maden yataklarına duyarlıdır.

Manyetotellürik yöntemlerin kuramsal temelleri ve hesaplama teknikleri son on yılda oldukça gelişmiş olup, bilgisayar hızlarının da artması ile üç-boyutlu özdirenç modelleri oluşturmak olanaklıdır. Üç-boyutlu sayısal modellerden elde edilen kesit ve harita gibi çıktılar, cevher kütlelerini yerlerinin yorumlanmasına yardımcı olurlar. Bu bağlamda, manyetotellürik yöntemler ile sığ ve derin maden aramalarında özdirenç modellerinin hesaplanması ve yorumlanması örnekler ile özetlenecektir.

Anahtar Kelimeler: Maden arama, manyetotellürik yöntem, sığ ve derin cevherler.

Abstract

The magnetotelluric method uses electromagnetic waves to delineate the underground resistivity distribution in three dimensions. Resistivity is a physical property of a substance and is defined as the ratio of the applied electric field to the generated current density. Economic ore minerals such as sulfides and oxides exhibit lower resistivity values than the surrounding rocks and respond to the external electromagnetic field. Therefore, electromagnetic methods are used, especially in exploring metallic minerals with high electrical conductivity. In massive ore exploration, magnetotelluric methods offer better resolution compared to the induction polarization (IP) method, and there is no limitation in the depth of investigation. Additionally, industrial raw materials such as gypsum and marble, which have relatively high resistivity from the surrounding rocks, can be explored with magnetotelluric methods.

The depth of investigation depends on the frequency band of the measurement system since the propagation of the electromagnetic wave in the subsurface depends on the resistivity of the rocks and the frequency of the wave. Consequently, MT methods are classified according to the frequency range used in the measurement. The radiomagnetotelluric method uses radio transmitters as sources and is used to explore shallow ores at depths of up to 50 meters. The controlled source radiomagnetotelluric method provides high resolution in exploring ore deposits at 0-250 meters depths. Measurements can be acquired on rock, asphalt, concrete and lakes. It can also be applied with the transmitter on the ground and the receiver in the air. The AMT (audiomagnetotelluric) method is the only option for searching deep ore deposits. This method has no depth limitation, and natural or controlled source electromagnetic fields can be measured. However, it is sensitive to relatively bigger ore deposits in increasing depth since the resolution decreases with depth.

The development of the theory and computation techniques of MT in the last decade has led to the fast computation of three-dimensional resistivity models because of the increasing speed of computers. Resistivity cross-sections and maps produced from the three-dimensional cube help interpret the location of ore bodies. In this context, the calculation and interpretation of resistivity models in shallow and deep mineral exploration will be summarized with various examples.

Keywords: *Magnetotelluric methods, mining exploration, shallow and deep ore bodies.*

Düşük Kayma Hızına Sahip Faylarda Yer Radarı (GPR) Kullanımı: Orta Anadolu'daki Deliler Fayı Sarıoğlan Segmentinden Paleosismolojik Çıkarımlar

Application of Ground Penetrating Radar (GPR) on Low Slip-Rate Faults: Paleoseismological Insights from the Sarıoğlan Segment of the Deliler Fault, Central Anatolia

Sinan Koşaroğlu (1), Fikret Koçbulut (2), Mustafa Softa (3), Elif Akgün (4), Özlem Toprak (5), Anıl Can Birdal (6), Hasan Sözbilir (3)

(1)Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü,
(2)Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü,
(3)Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü,
(4)Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü,
(5)Tokat Gaziosman Paşa Üniversitesi Tokat Meslek Yüksek Okulu İnşaat Bölümü,
(6)Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Harita Mühendisliği Bölümü
(skosaroglu@cumhuriyet.edu.tr)

Öz

Yer Radarı (Ground Penetrating Radar- GPR), sığ yüzey araştırmalarında sıklıkla kullanılan, elektromanyetik dalgaların yer altına gönderilerek farklı ortamlarla etkileşiminden elde edilen sinyallerin kaydedilmesi esasına dayanan etkili bir jeofizik yöntemdir. GPR, dünya genelinde paleosismoloji, aktif tektonik, jeolojik haritalama, karstik yapıların tespiti, heyelan çalışmaları, yer altı su seviyesinin belirlenmesi ve fayların üç boyutlu modellenmesi gibi pek çok yerbilimsel alanda başarıyla uygulanmaktadır. Özellikle, aktif tektonik çalışmalarda yer altındaki sünek ve kırılgan deformasyonların hızlı ve hassas tespiti için önemli bir araçtır. Eski depremlerin kantitatif döngüsünü araştırmaya odaklanan disiplinler arası bir yaklaşım olan paleosismoloji çalışmaları, genellikle diri faylar üzerinde hendek tabanlı veya yüzey tabanlı çalışmalarla yürütülmektedir. Ancak düşük kayma hızına sahip tektonik alanlarda ve erozyon süreçlerinin yoğun olduğu bölgelerde fay izlerinin yüzeyde belirgin bir şekilde gözlenememesi, paleosismolojik çalışmaların verimliliğini sınırlamaktadır. Bu gibi durumlarda GPR, paleosismolojik hendek kazı alanlarının seçimi ve fay aktivitelerinin geçmiş izlerinin belirlenmesi için jeolojik ve jeomorfolojik yöntemleri tamamlayan güçlü bir araçtır. Bu çalışmada, düşük kayma hızına sahip Deliler Fayı'nın Sarıoğlan segmenti üzerinde gerçekleştirilen paleosismoloji uygulamalarında GPR'nin etkinliği değerlendirilmiştir. Jeolojik ve jeomorfolojik çalışmalarla belirlenen potansiyel hendek yerleri, geniş bant aralıklı (80 – 950 MHz) GPR ile kesinleştirilmiştir. KD-GB uzanımlı Sarıoğlan segmenti üzerinde, fay uzanımına dik şekilde alınan 40 metre uzunluğundaki GPR profilinde, biri yüzeye ulaşan en az iki faylanma emaresi tespit edilmiştir. Bu bulgulara dayanarak açılan paleosismolojik hendeklerde, geçmişte yüzey faylanmasına neden olmuş en az iki deprem olayı saptanmıştır. Bu durum, GPR'nin paleosismoloji çalışmalarında yüksek maliyetli hendek kazı alanlarının tespitinde tahribatsız ve hassas bir yöntem olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca, GPR'nin düşük kayma hızına sahip diri faylarda uygulanabilirliğini ve deprem riskini azaltma çalışmalarındaki potansiyelini vurgulamaktadır. Bu çalışmada GPR tekniğinin düşük kayma hızı sunan diri faylardaki uygulamasının hem yöntemsel ve hem de paleosismolojik ilksel sonuçlarına, Orta Anadolu sismotektonik çerçevesi içinde yer verilecektir. Çalışma, 123G011 numaralı 1007 TÜBİTAK-KAMAG kapsamında 2023-2025 yılları arasında desteklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Deliler Fayı, GPR, Orta Anadolu, paleosismoloji

Abstract

Ground Penetrating Radar (GPR) is a widely used geophysical method for shallow subsurface investigations, operating on the principle of transmitting electromagnetic waves into the ground and recording the signals reflected and refracted by subsurface materials. GPR has been successfully applied in various fields such as paleoseismology, active tectonics, geological mapping, karst detection, landslide studies, groundwater level determination, and 3D fault modeling. It is particularly effective in the rapid and precise detection of ductile and brittle deformations in active tectonic studies. Paleoseismology, an interdisciplinary approach focused on analyzing the recurrence intervals of past earthquakes, is typically conducted through trench-based or surface-based studies on active faults. However, in low slip-rate tectonic zones and regions with intense erosion, fault traces are often poorly expressed at the surface, limiting the effectiveness of paleoseismological investigations. In such cases, GPR emerges as a complementary tool to geological and geomorphological methods for selecting trench locations and identifying evidence of past fault activity. This study evaluates the effectiveness of GPR in paleoseismological applications on the Sarıoğlan segment of the Deliler Fault, a low slip-rate active fault in Central Anatolia. Potential trench sites identified through geological and geomorphological analyses were refined using GPR (80 – 950 MHz) surveys. A 40-meter-long GPR profile oriented perpendicular to the strike of the NE-SW trending Sarıoğlan segment revealed at least two faulting indications, one of which extends to the surface. Based on these findings, paleoseismological trenches were excavated, uncovering evidence of at least two surface-rupturing earthquake events. The results demonstrate that GPR is a highly precise and non-invasive technique for identifying trench locations in paleoseismological studies, especially in low slip-rate faults. The study highlights the applicability of GPR in fault characterization and its potential in earthquake risk mitigation efforts. Methodological and preliminary paleoseismological findings from this application are presented within the seismotectonic framework of Central Anatolia. The study is supported by TÜBİTAK-KAMAG Project No. 123G011 for the 2023–2025 period.

Keywords: *Central Anatolia, Deliler fault, GPR, paleoseismology.*

Sümer Mahallesi'nin Zemin Sıvılaşma ve Zemin Büyütme Risklerinin İncelenmesi (Odunpazarı, Eskişehir)

Investigation of Soil Liquefaction and Soil Magnification Risks of Sümer Neighborhood (Odunpazarı, Eskişehir)

Çağdaş Fırat (1), Ali Kayabaşı (1)

(1) Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Uygulamalı Jeoloji Anabilim Dalı, Eskişehir, Türkiye
(cagdas_firat@hotmail.com)

Öz

Bu çalışmada, Eskişehir ili Odunpazarı ilçesinde yer alan Sümer Mahallesi'nin zemin özellikleri ve deprem davranışı kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. Söz konusu incelemeler, sahada açılan 100 adet zemin sondajına ilişkin jeoteknik ve laboratuvar verileri ile 15 adet mikrotremor ölçümünün değerlendirilmesiyle gerçekleştirilmiştir. Öncelikle, her bir sondaj noktasında elde edilen standart penetrasyon testi (SPT) sonuçları, zemin sınıflandırma deneyleri ve diğer fiziksel özellikler incelenerek, bölgedeki zemin profilleri ortaya çıkarılmış ve olası zemin davranışını anlamaya yönelik önemli parametreler belirlenmiştir. Bu analizler sayesinde, inceleme alanındaki farklı zemin birimlerinin kalınlıkları, geçiş zonları ve mühendislik özellikleri detaylı bir biçimde tanımlanmıştır.

Ardından, laboratuvar deneyleri sonucunda elde edilen özgül ağırlık, dane boyu dağılımı, likit limit, plastik limit gibi parametrelerden yararlanılarak zeminlerin sıvılaşma potansiyeli değerlendirilmiştir. Bu aşamada, uluslararası kabul görmüş sıvılaşma analiz yöntemleri (örneğin, Seed ve Idriss yaklaşımı) temel alınarak sıvılaşma güvenlik katsayıları hesaplanmış ve farklı deprem senaryoları altında zeminlerin göstereceği davranışlar yorumlanmıştır. Elde edilen bulgular, özellikle gevşek ve siltli kumların yoğun olduğu bölgelerde sıvılaşma riskinin arttığına işaret etmektedir. Bu durum, yapısal tasarım ve kentsel planlama çalışmalarında dikkate alınması gereken kritik bir husus olarak öne çıkmaktadır.

Öte yandan, 15 adet mikrotremor ölçümünden yararlanılarak bölgedeki hâkim titreşim periyotları ve sismik dalga hız profilleri belirlenmiştir. Bu veriler ışığında, yerel zemin koşullarının deprem dalgaları üzerindeki büyütme (site amplification) etkileri analiz edilmiş, farklı derinlik ve zemin türlerine göre büyütme oranları değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, bazı noktalarda yüksek zemin büyütme değerlerinin gözlemlendiğini ve bu durumun, özellikle gevşek zeminlerin bulunduğu kesimlerde yapıların daha fazla sismik yüke maruz kalabileceğini göstermiştir.

Analiz sonuçları, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) altyapısı kullanılarak haritalanmış ve Sümer Mahallesi özelinde hem sıvılaşma risk dağılımı hem de zemin büyütme potansiyeli haritaları oluşturulmuştur. Bu haritalar, mahallenin farklı bölgelerinde zemin kaynaklı risklerin nasıl değiştiğini net bir biçimde ortaya koymaktadır. Sonuçlar, bölgenin deprem tehlikesi açısından dikkatle ele alınması gerektiğini gösterirken, gelecekte yapılacak kentsel dönüşüm, yapılaşma planları ve afet yönetimi çalışmalarına temel teşkil edecek önemli bilgiler sunmaktadır. Bu sayede, yapı güvenliği artırılabilecek, olası hasarların en aza indirilmesi ve daha dirençli kentleşme stratejilerinin geliştirilmesi mümkün olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Miktotremör ölçümleri, sıvılaşma risk haritası, zemin büyütmesi, zemin sıvılaşması.

Abstract

In this study, the soil characteristics and seismic behavior of Sümer Neighborhood, located in the Odunpazarı district of Eskişehir province, were comprehensively examined. The investigations were carried out using geotechnical and laboratory data from 100 soil borings opened in the field, along with 15 microtremor measurements. First, the Standard Penetration Test (SPT) results obtained at each boring point, along with soil classification tests and other physical properties, were analyzed to determine the soil profiles in the region and to identify critical parameters for understanding possible ground behavior. Through these analyses, the thicknesses, transition zones, and engineering properties of different soil units in the study area were detailed.

Subsequently, the liquefaction potential of the soils was assessed based on parameters such as specific gravity, grain size distribution, liquid limit, and plastic limit derived from laboratory experiments. During this stage, internationally recognized liquefaction analysis methods (e.g., Seed and Idriss approach) were employed to calculate liquefaction safety factors, and the behavior of the soils under various earthquake scenarios was interpreted. The findings indicate an increased risk of liquefaction in regions where loose and silty sands are prevalent, highlighting a critical issue that must be considered in structural design and urban planning.

Additionally, 15 microtremor measurements were used to determine the predominant vibration periods and seismic wave velocity profiles in the region. Based on these data, the site amplification effects of local soil conditions on seismic waves were analyzed, and amplification ratios were evaluated for different depths and soil types. The results show that some locations exhibit high soil amplification values, suggesting that structures in areas with loose soils may be subject to higher seismic loads.

The analysis results were mapped using a Geographic Information Systems (GIS) infrastructure, and both liquefaction risk and soil amplification potential maps specific to Sümer Neighborhood were produced. These maps clearly illustrate how soil-related risks vary across different parts of the neighborhood. While the findings underscore the importance of carefully addressing the seismic hazard in this region, they also offer critical insights that will underpin future urban transformation, development plans, and disaster management efforts. In doing so, it becomes possible to enhance structural safety, minimize potential damage, and develop more resilient urban strategies.

Keywords: *Liquefaction risk mapping, microtremor measurements, site amplification, soil liquefaction.*

Türkiye'nin Enerji Politikasında Maden – Petrol'ün Hukuksal, Ekonomik Gelişimi Hakkında Görüşler

Opinions on the Law and Economic Development of Minning- Oil in Turkey's Energy Policy

Hakan Çavaş (1), A. Uğur Gönülalan (2)

(1) JS Jeofizik Servisi ve İleri Teknolojiler Ltd. Şti. 329.Cad. No:29/1 Kırkkonaklar Çankaya, Ankara
(2) UG Enerji, Çetin Emeç Bul. No:19/14 Dikmen-Çankaya, Ankara
(hakancavas@js.com.tr)

Öz

Ülkemizde Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı bu önemli olayı irdelemesi yönünden işlevi yerine getirmekle birlikte, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı da sistem olayın içerisinde yer almaktadır. Yine konuya bağlı diğer bakanlıklar kanun ve mevzuatlarımızda yer almaktadır. Ülkemizdeki madencilik faaliyetlerini düzenleyen 3213 Sayılı Maden Kanununda; madenlerin devletin hüküm ve tasarrufu altında olduğu, bulunduğu yerin mülkiyeti ile ilgili olmadığı hükme bağlanmıştır. Mevcut bulunan Maden ve petrol kanunlarına bağlı olarak; Dünyada, Maden ve Petrol Kaynaklarının Geliştirilmesi Kanunları ile benzer örneklerinde olduğu gibi madenlerin yönetimini "Maden ve Petrol Bakanlıklarına" bırakmıştır. Ülkemizde madencilik adına dönüm noktası sayılabilecek İLİÇ ALTIN MADENİ olayı madencilik faaliyetlerini tekrar masaya yatırabilmek için yeni bir milat olarak gözükmektedir. Tespitlerimizin, maden ve petrol kaynaklarımıza ve milli menfaatlerimizin geliştirilmesi, korunmasına hizmet edeceği inancını taşımaktayız.

"Maden ve Petrol Kaynaklarının Geliştirilmesi Kanunu" çatı kanunu olarak çıkarılmalı ve geliştirilmelidir.

Bu nedenler ile "Maden ve Petrol Kaynaklarının Geliştirilmesi Kanunu" Çıkarılması radikal değişimin yumuşak geçişini ve inovasyonunu yaratacaktır. İlgili kanun Madenler ve petrol arasında uygulama ve geliştirmede uyumluluk sağlayacaktır.

Ülkemizin enerji hatlarının transfer noktasında olan konumu göz önüne alındığında Ham petrol depolama alanlarının kurulması ile birlikte, Emperyalist güçlerin korkulu rüyası olan, Türkiye Cumhuriyeti devleti büyük aktör olarak eline önemli bir güç kazanımı elde edecektir.

Türkiye Cumhuriyeti devleti ekonomisine kısa vadede ve uzun vadede getirebileceğini ekonomik katkı koyacağını düşündüğümüz görüşlerimizi bu bildiri ile sunmaktayız.

Anahtar Kelimeler: Kanun ve Bakanlık, Maden, Petrol.

Abstract

Although the Ministry of Energy and Natural Resources performs the function of studying this important event in our country, the Ministry of Environment and Climate is also involved in the system event. Again, other ministries related to the issue are included in our laws and legislations. In the Mining Law No. 3213, which regulates mining activities in our country, it is stipulated that mines are under the provision and savings of the state and are not related to the ownership of the place where they are located. Depending on the existing Mining and petroleum laws, it has left the management of mines to the "Ministries of Mines and Petroleum ", as in the similar examples of Mining and Petroleum Resource Development Laws in the World. The ILIC GOLD MINE incident, which can be considered a turning point for mining in our country, seems to be a new milestone in order to put mining activities back on the table. to carry the belief that our determinations will serve the development and protection of our mineral and petroleum resources and our national interests.

The "Law on the Development of Mineral and Petroleum Resources" should be issued and developed as a roof law.

For these reasons, the adoption of the "Law on the Development of Mineral and Petroleum Resources" will create a smooth transition and innovation of radical change. The relevant law will ensure compatibility between mines and petroleum in application and development.

Given the location of our country at the transfer point of energy lines, with the establishment of crude oil storage areas, the state of the Republic of Turkey, which is the fearful dream of the imperialist powers, will achieve a significant power gain as a major actor.

We present our views that we think will make an economic contribution to the economy of the state of the Republic of Turkey in the short term and in the long term with this paper.

Keywords: *Law and Ministry, Mining, Petroleum.*

Özgür Yazılımlar ile Yer Manyetik Alan Bileşenlerinin Hesaplanması ve Görselleştirilmesi

Computations and Visualization of Geomagnetic Field Components with a Variety of Free Software

Orhan Kurt (1), Elif Çiftçi (2), Cengiz Çelik (3), Özlem Hacıoğlu (4)

(1) Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği, Kocaeli, Türkiye
(2) BÜ Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, Jeofizik Anabilim Dalı, Jeomanyetizma Laboratuvarı, İstanbul, Türkiye
(3) BÜ Kandilli Rasathanesi Deprem Zararlarının Azaltılması Merkezi, Bursa, Türkiye
(4) Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği, Trabzon, Türkiye
(orhnkrt@gmail.com)

Öz

Linux, bir ana bilgisayara dayalı geliştirimiş olan Unix işletim sisteminin 1991 yılında Linus Torvalds tarafında kişisel bilgisayarlara uyarlanmış halidir. Linus, geliştirdiği bu çekirdeği İnternet üzerinden paylaşmıştır. İşletim sistemi ile başlayan süreç kodların ve verilerin de paylaşım yolunu açmıştır. Genelde ticari kaygı gütmeyen akademik ortamda üretilen veriler ve yazılımların da İnternet aracılığıyla Linux üzerinden paylaşımı yaygınlaşmıştır.

Çalışmada kullanılacak DEM verisi GTOPO30 (USGS) ve yer manyetik alan bileşenlerinin hesaplandığı IGRF (IAGA) modeli yazılımları, Linux ortamında kolayca erişilebilen GNU derleyici formatlarında ve Fortran yazılım diliyle dağıtılmaktadır. Uzay ve yer bilimleri ile ilgili uluslararası yazılımların büyük bir bölümü önce Fortran dilinde yazılır. Bu temel yazılımlar genellikle kullanıcılar tarafından özgür derleyiciler aracılığıyla (C\C++, Python ve Octave) program kodlarına dönüştürülür.

Çalışmanın Jeofizik kısmını oluşturan yer manyetik alan değerleri (haritacılık, madencilik, arkeoloji, askeri, ... gibi) çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Birbiri ile fonksiyonel olarak ilişkili olan yer manyetik alan bileşenleri (D: Sapma açısı, I: Eğim açısı, H: Yatay, Z: Düşey, X: Kuzey, Y: Doğu ve F: Toplam alan) yedi adettir ve üç bileşenin (H,Z,D) ölçülmesi diğerlerinin hesaplanması için yeterlidir. Ölçümler yerden, havadan ve uzaydan yapılabilmektedir. Her üç ölçüm tekniğinin de kendine özgü avantajları ve sınırlamaları bulunmaktadır. Ayrıca, bu tekniklerin uygulanması için gereken maliyetler yöntem ve kapsamına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Bu nedenle, manyetik alan bileşenlerinin belirlenmesinde uluslararası kuruluşlar tarafından geliştirilen ve küresel harmoniklere dayalı Dünya Manyetik Modeli (WMM-World Magnetic Model) gibi modeller kullanılmaktadır.

Bu çalışmada, yer manyetik alan bileşenlerinin hesaplanmasında kullanılacak olan özgür yazılım BGS-IAGA-WG-V (British Geological Survey IAGA Working Group V-MOD) İnternet adresinden katsayıları ile birlikte indirilmiştir. Fortran ve Python dillerinde indirilebilen bu yazılımlar 13. derece 13. basamak küresel harmonik katsayılarının yer aldığı metin dosyalarını (IGRF*.SHC) tercihe (*=1,2,...,14) göre okumaktadır. Yazılım, konum bilgileri {enlem ve boylam, yükseklik (km)} bilinen bir noktanın yer manyetik alan bileşenlerini 1900-2030 yıl aralığında girilen yıl birimli bir tarih için hesaplamaktadır. Yer manyetik alanı çalışmalarına uygun olmayan tek noktaya dayalı hesaplama problemini çözmek için Python dilinde yazılmış bir arayüz geliştirilmiştir. Bu arayüz, jeodezik karelaj verilerini bir dosyadan okumaktadır ve istenilen bir tarih için hesaplanan yer manyetik alan bileşenlerini yine özgür bir yazılım olan QGIS (Quantum GIS) ile analiz edilebilecek CSV (Comma Separated Values) metin formatında çıktı vermektedir.

Bu bildirinin temel amacı birçok alanda dolaylı ya da doğrudan kullanılan yer manyetik alan bileşenlerinin özgür yazılım ortamında hesaplanması ve özgür bir yazılım üzerinde analiz edilmesi ile ilgili teknik bilgiler vermektir. Çalışmanın uygulama kısmında, Dünya ve Türkiye yer manyetik alan bileşenlerinin hesaplanması ve QGIS yazılımı üzerinde görselleştirilmesi için çeşitli sayısal örnekler verilecektir.

Anahtar Kelimeler: IGRF Model, Özgür Yazılım, QGIS.

Abstract

Linux developed by Linus Torvalds in 1991 is a PC adaptation of the Unix Operating System (OS) designed on the mainframe. Linus had shared the Linux kernel over the Internet. The kernel sharing paved the way for sharing codes and data as well. The sharing of data and software produced in academic environments, which are generally not commercially concerned, over the Internet via Linux has become widespread.

The DEM data GTOPO30 (USGS) to be used in the study and the IGRF (IAGA) model software, which calculates the earth's magnetic field components, are distributed in GNU compiler formats that can be easily accessed in the Linux environment and the Fortran programming language. A large part of international software related to space and earth sciences is first written in the Fortran programming language. The Fortran codes are usually transformed into other free compilers (C\C++, Python, and Octave) codes.

The geomagnetic field values constituting the Geophysical part of the study are used in various fields (such as surveying, mining, archaeology, military, ...). There are seven functionally related geomagnetic field components (D: Declination, I: Inclination, H: Horizontal, Z: Vertical, X: North, Y: East, and F: Total field) and the measurement of three components (H, Z, D) is sufficient to calculate the others. Measurements can be made from the ground, air, and space. Each of the three measurement techniques has its advantages and limitations. In addition, the costs required for the application of these techniques vary depending on the method and scope. For this reason, models such as the World Magnetic Model (WMM) developed by international organizations and based on spherical harmonics are used in determining the geomagnetic field components.

In this study, the free software BGS-IAGA-WG-V (British Geological Survey IAGA Working Group V-MOD) to be used in the calculation of the geomagnetic field components was downloaded from the internet address with its coefficients. The software, which can be downloaded in Fortran and Python codes, reads text files (IGRF.SHC) containing 13th-degree 13th-order spherical harmonic coefficients according to preference (*=1,2,...,14). The software calculates the geomagnetic field components of a point {latitude and longitude (degree), altitude (km)} are known for a date in the year unit between 1900-2030. An interface in Python was developed to solve the problem of a singlepoint calculation, which is not suitable for geomagnetic field studies. The interface reads the geodetic grid data from a file and outputs the geomagnetic field components calculated for a desired date in CSV format that can be analyzed by QGIS, which is also free software.*

The main purpose of this proceeding is to provide technical information about the calculation of geomagnetic field components used indirectly or directly in many areas in a free software environment and their analysis on free software. In the application part of the study, various numerical examples will be given for the calculation of the Earth and Türkiye ground magnetic field components and their visualization on the QGIS software.

Keywords: *Free Software, IGRF Model, QGIS.*

Yermanyetik Alanı ve 1900 Yılından Günümüze IGRF Modeli Türkiye Değerleri Değişimi

Geomagnetic Field and Variation in IGRF Model Türkiye Values since 1900

Cengiz Çelik (1), Elif Çiftçi (2), Özlem Hacıoğlu (3), Orhan Kurt (4)

(1) BÜ Kandilli Rasathanesi Deprem Zararlarının Azaltılması Merkezi, Bursa, Türkiye
(2) BÜ Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, Jeofizik Anabilim Dalı, Jeomanyetizma Laboratuvarı, İstanbul, Türkiye
(3) Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği, Trabzon, Türkiye
(4) Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği, Kocaeli, Türkiye
(celikc@bogazici.edu.tr)

Öz

Bir noktada gözlenen yermanyetik alanı, yerin farklı katmanlarında çalışan doğal dinamoların ürettiği manyetik alanların toplamından oluşmaktadır. Yermanyetik alanın sakin olduğu günlerde, yer yüzünde kaydedilen yermanyetik alan kayıtlarına günlük şeklini veren dinamolar dış kaynaklıdır. Dış kaynaklı dinamoların kaynağı ise büyük ölçüde Güneş ve Ay dır. Güneş'in ayrıştırıcı ve iyonize edici radyasyon etkisi, Yer'in aydınlık tarafında iyonosfer katmanında bulunan gazların kimyasal ve elektriksel yapılarını değiştirerek iyonosfer katmanını iletken hale getirmektedir. Ay doğrudan plazama ve manyetik alan kaynağı değildir, ancak Ay'ın çekim etkisi Güneş etkisiyle oluşan iletken ortamı hareketlendirmektedir. Ortamdaki manyetik alan ise yerin içinden kaynaklanan kendi esas manyetik alanıdır. Her iki dinamonun oluşturduğu manyetik alan ve bu alanın yerküreyi indüklemesiyle oluşan indüksiyon alanın yeryüzünde gözlemlenen alan üzerine eklenmesi manyetogramlarda birbirini takip eden tipik benzer değişimlere neden olmaktadır. Bu değişimlere alanın periyodik değişimleri denir. Yer'in sıvı çekirdeğinin bir dinamo gibi çalışması ile Yer'in esas manyetik alanı meydana gelmektedir. Esas alanda meydana gelen değişimler, yermanyetik alanında uzun süreli düzensiz değişimler (seküler değişimler) olarak gözlemlenmektedir. Esas alan, yermanyetik gözlemevleri ve uydulardan alınan manyetik verilerin birlikte yapılan küresel harmonik analizi ile elde edilen IGRF (International Geomagnetic Reference Field) katsayıları ile küresel ölçüde modellenmektedir. Esas alan değerlerinin bilinmesi manyetik çalışmalarda bölgesel trendin kaldırılmasında önemli olduğu gibi IGRF modeli ile alan değerlerinin iyonosfer ve manyetosfer seviyelerinde hesaplanması da bu seviyelerde yapılan çalışmalar açısından önem taşımaktadır. Bu çalışmada 1900 yılından itibaren her beş yılda bir güncellenen IGRF model katsayıları kullanılarak, Türkiye için esas yer manyetik alan değerlerindeki değişim hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: IGRF katsayıları, seküler değişim, yermanyetik alan.

Abstract

The earth magnetic field observed at one point consists of the sum of the magnetic fields produced by natural dynamos operating in different layers of the earth. On days when the earth magnetic field is quiet, the dynamos that give the daily shape to the magnetograms are external. The source of external dynamos is largely the Sun and the Moon. The decomposing and ionizing radiation effect of the Sun changes the chemical and electrical structures of the gases contained in the ionosphere layer on the day side of the Earth, making the ionosphere layer conductive. The Moon is not a direct source of plasma and magnetic field, but the gravitational effect of the Moon activates the conductive medium formed by the action of the Sun. The magnetic field in the environment is its own main magnetic field originating from inside the earth. The magnetic field created by the two dynamos and their induction effect cause typical similar changes following one another in magnetograms. These changes are called periodic changes of the field. The main magnetic field of the Earth is formed by the fact that the liquid core of the Earth works like a dynamo. The changes occurring in the main field are observed as long-term irregular changes (secular changes) in the field of geomagnetic. The main field is modeled on a global scale with the IGRF (International Geomagnetic Reference Field) coefficients obtained by the combined global harmonic analysis of magnetic data received from geomagnetic observatories and satellites. Knowing the main field values is important in removing the regional trend in magnetic studies, as well as calculating the field values at the ionosphere and magnetosphere levels using the IGRF model is also important in studies conducted at these levels. In this study, the change in the values of the main geomagnetic field in Turkey has been calculated using the IGRF model coefficients, which have been updated every five years since 1900.

Keywords: *Geomagnetic field, IGRF coefficients, secular variation.*

Suudi Arabistan'ın Kuzeybatısındaki Sismisite ve Tektonik Etkileri

Seismicity and Tectonic Implications in Northwestern Saudi Arabia

Tariq Mansoob (1), Mohammad Youssof (1), Khalid Yousef (1), Turki Al-Sheli (1)

(1) National Earthquake and Volcano Program, Geohazard Center, Saudi Geological Survey (SGS), 23352 Jeddah, Saudi Arabia

Öz

Suudi Arabistan'ın Orta-Kuzeybatı Bölgesi, Kızıldeniz kenar kuşağı boyunca son yıllarda önemli sismik aktivite yaşamıştır. Bu çalışma, bu bölgede kaydedilen sismik olayların kapsamlı bir analizini sunarak, bunların dağılımına, frekansına ve olası tektonik etkilerine odaklanmaktadır.

Suudi Jeoloji Araştırmaları Kurumu'nun (SGS) Ulusal Deprem ve Yanardağ Programı (NEVP) verileri kullanılarak, belirli bir zaman dilimindeki sismik olaylar bir araya getirilmiş ve bunların bilinen jeolojik yapılarla olan ilişkileri analiz edilmiştir.

Bu çalışmanın bir parçası olarak, sismik verilerin analizini ve yorumlanmasını kolaylaştıran yarı otomatik bir işlem akış şeması geliştirilmiştir. Bu iş akışı, olay tespiti, faz seçimi ve büyüklük tahmini süreçlerini entegre ederek sismik olayların karakterizasyonunun verimliliğini önemli ölçüde artırmaktadır. Gelecekteki çalışmalar, süreci ileri düzey makine öğrenme algoritmaları ve gerçek zamanlı veri entegrasyonu ile tamamen otomatik hale getirmeyi hedefleyerek, sismik izleme sürecinin doğruluğunu ve hızını daha da geliştirmeyi amaçlamaktadır.

Ön bulgular, gözlemlenen sismisite ile önceden var olan fay sistemlerinin yeniden etkinleşmesi arasında bir bağlantı olduğunu ve bu durumun bölgesel tektonik gerilimlerden etkilenebileceğini göstermektedir. Bu sismik kalıpların anlaşılması, kuzeybatı Suudi Arabistan'daki sismik tehlike değerlendirmesi ve altyapı geliştirme açısından kritik öneme sahiptir.

Anahtar Kelimeler: Deprem izleme, fay yeniden etkinleşmesi, işlem akış şeması, neotektonik, sismik aktivite, tektonik gerilim,

Abstract

The Mid-Northwestern Region of Saudi Arabia, along the Red Sea margin, has experienced notable seismic activity in recent years. This study presents a comprehensive analysis of seismic events recorded in this region, focusing on their distribution, frequency, and potential tectonic implications.

Utilizing data from the National Earthquake and Volcano Program (NEVP) of the Saudi Geological Survey (SGS), we have assembled seismic events over a selected period, identifying patterns and correlations with known geological structures.

As part of this study, we have developed a semi-automatic processing flowchart that streamlines the analysis and interpretation of seismic data. This workflow integrates event detection, phase picking, and magnitude estimation, significantly enhancing the efficiency of seismic event characterization. Future work aims to further automate this process by incorporating advanced machine learning algorithms and real-time data integration, improving both the accuracy and speed of seismic monitoring.

Preliminary findings suggest a connection between the observed seismicity and the reactivation of pre-existing fault systems, potentially influenced by regional tectonic stresses. Understanding these patterns is crucial for seismic hazard assessment and infrastructure development in northwestern Saudi Arabia.

Keywords: *fault reactivation, neotectonics, processing workflow, seismic activity, tectonic stress, earthquake monitoring.*

Sismik Görüntüleme Yöntemlerinin Güvenilirliğinin Değerlendirilmesi: Sismik Tomografide Çözünürlüğün Nicelleştirilmesine Yönelik Bir Çalışma

Assessing the Robustness of Seismic Imaging Methods: A Study Toward Quantifying Resolution in Seismic Tomography

Khalid Yousef (1), Mohammad Youssof (1), Turki Al-Sehli (1), Tariq Mansoob (1)

(1) National Earthquake and Volcano Program, Geohazard Center, Saudi Geological Survey (SGS), 23352 Jeddah, Saudi Arabia

Öz

Sismik tomografi, yerbilimsel araştırmalarda önemli bir araç olup, yeraltı yapıları hakkında değerli bilgiler sağlamaktadır. Ancak, bu görüntülerin çözünürlüğü ve güvenilirliği, kullanılan yöntemlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir.

Bu çalışma, Tam Dalga Formu Ters Çözümü (FWI) ve geleneksel ışın izleme tabanlı yöntemler de dahil olmak üzere çeşitli sismik görüntüleme tekniklerinin sağlamlığını, yeraltı yapılarını belirlemedeki etkinlikleri açısından değerlendirmektedir.

Bu teknikleri hem sentetik modeller hem de Arap Levhası ve Kızıldeniz bölgesinden elde edilen gerçek saha verilerine uygulayarak, temel jeolojik yapıların çözünürlüğünü belirlemedeki etkinlikleri değerlendirilmektedir. Özellikle, farklı yöntemlerin volkanik alanlar (harratlar), kabuksal süreksizlikler, litosferik değişimler ve manto heterojeniteleri gibi bölgesel tektoniğin anlaşılması açısından kritik yapısal unsurları nasıl yakaladığı vurgulanmıştır.

Elde ettiğimiz bulgular, her yöntemin güçlü ve sınırlı yönlerini ortaya koyarak, farklı jeolojik ortamlarda en uygun uygulamalarına yönelik öneriler sunmaktadır. Bu çalışma, yerbilimcilerin doğru ve güvenilir yeraltı görüntüleme yöntemlerini seçmelerine rehberlik etmeyi amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: jeofizik görüntüleme, çözünürlük analizi, sismik tomografi, yeraltı karakterizasyonu, belirsizlik değerlendirmesi

Abstract

Seismic tomography is a pivotal tool in geophysical investigations, providing insights into subsurface structures. However, the resolution and reliability of these images vary depending on the methodologies employed.

This study evaluates the robustness of various seismic imaging techniques, including Full Waveform Inversion (FWI) and traditional ray-based methods, in quantifying subsurface features.

By applying these techniques to both synthetic models and real-world data from the Arabian Plate and the Red Sea region, we assess their effectiveness in resolving key geological features. Specifically, we highlight how different methodologies capture structural elements, such as volcanic fields (harrats), crustal discontinuities, lithospheric variations, and mantle heterogeneities, essential for understanding regional tectonics.

Our findings highlight the strengths and limitations of each method, offering recommendations for their optimal application in different geological settings. This work aims to guide geoscientists in selecting appropriate imaging techniques for accurate subsurface characterization.

Keywords: *geophysical imaging, resolution analysis, seismic tomography, subsurface characterization, uncertainty quantification*

MADENCİLİK VE ÇEVRE OTURUMU
(Özel oturumlar)
Mining and Environment Session
(Special Sessions)

ENDÜSTRİYEL HAMMADDELER OTURUMU

Industrial Raw Materials Session

Orkun ERSOY, Cahit HELVACI, Oktay PARLAK

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

Çameli Havzası Huntit-Hidromanyezit Cevherleşmeleri (Sarıkavak Sahası, Denizli, Güneybatı Türkiye)

Huntite-Hydromagnesite Mineralizations in the Çameli Basin (Sarıkavak Field, Denizli, Southwest Türkiye)

Oktay Parlak (1), Murat Akgöz (1)

(1) MTA Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığı, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye (oktay.parlak@mta.gov.tr)

Öz

Göller Bölgesi'ndeki önemli huntit-hidromanyezit yataklarını bulunduran Çameli Havzası, güneybatı Anadolu'daki önemli tektonik yapılardan birisi olan Fethiye-Burdur Fay Zonu üzerinde açılmış KD-GB uzanımlı bir havzadır. Havza temelini Bodrum Napı'na ait Karaböğürtlen Formasyonu ve Gülbahar Napı'na ait Orhaniye Formasyonu oluşturur. Temel kayaçları Geç Miyosen-Erken Pleyistosen yaşlı Çameli Formasyonu tarafından uyumsuz olarak üzerlenir. Huntit-hidromanyezit cevherleşmesini içeren Çameli Formasyonu alüvyon yelpazesi, akarsu ve gölsel çökellerle temsil edilir. Formasyonun tabanında bulunan alüvyon yelpazesi çökelleri orta-kalın tabakalı çakıltaşlarından ve kumtaşı ara seviyelerinden oluşur. Akarsu çökelleri kumtaşları, silttaşları ve çamurtaşları ile temsil edilmektedir. Formasyonun üst seviyelerini oluşturan ve huntit-hidromanyezit cevherlerini de içeren gölsel çökeller ise marn, kiltaşı, silttaşı, killi kireçtaşı ve kireçtaşından oluşmaktadır. Bölgedeki fayların büyük çoğunluğunu KD-GB doğrultulu ve KB'ya eğimli normal faylar oluşturmaktadır. Birbirine paralel/yarı paralel konumda bulunan ve basamak şeklinde morfoloji oluşturan bu fayların çok az bir kısmının sol yanal doğrultu atım bileşeni de bulunmaktadır.

Bu çalışmada Çameli Havzası'ndaki huntit-hidromanyezit cevherleşmesinin jeolojik, mineralojik, kimyasal özellikleri incelenmiş, kaynak ve rezervini saptamaya yönelik araştırmalar gerçekleştirilmiştir. İnceleme alanında huntit ve hidromanyezit seviyelerinin yayılımı ve kalınlığını tespit edebilmek amacıyla 1/5000 ölçekli maden jeoloji haritası ve 20 lokasyonda toplam 6594 m karotlu sondaj çalışması gerçekleştirilmiştir. Karotlardan alınan örneklerde XRD, XRF, petrografi, elektron mikroskobu, DTA, teknoloji (ergime, renk-beyazlık parametreleri, yağ emme, sinterleşme, yoğunluk vb.) ve izotop analizi çalışmaları yürütülmüştür. Çalışma sahasının kuzeyinde mostrada gözlenebilen cevherleşmeler, sahanın güneyinde faylanmalara bağlı olarak düşey yönde ötelenmiş ve yaklaşık 200 m kalınlığa ulaşabilen bir örtü altında kalarak korunmuştur. Sondaj verilerinde huntit ve hidromanyezitten oluşan zonların kalınlığının 5,10 m ile 79,60 m arasında değiştiği görülmüştür. Bu seviyelerde huntit oranı %94'e, hidromanyezit oranı ise %72'ye kadar çıkabilmektedir. Cevherli seviyelerdeki ortalama MgO oranı %32,55, CaO oranı %13,46 ve ateş kaybı değeri %45,78 olarak tespit edilmiştir. Sahadan alınan numuneler için DTA eğrileri, huntit içerikli numunelerde yaklaşık 430°C-856°C aralığında 2 aşamalı termal bozunma, hidromanyezit içeriğine sahip örneklerde de 262°C-546°C aralığında 3 aşamalı termal bozunmaya uğrayarak endüstriyel anlamda aranılan özelliklere uygun sonuçlar sunmaktadır.

Çameli Formasyonu çökeliminin ilerleyen aşamalarında, (olasılıkla Geç Pliyosen-Erken Pleyistosen döneminde) tektonik aktivite sonucu gelişen bol kırık-çatlaklı yapı, ofiyolitik kayaçlardan ve dolomitik kireçtaşlarından beslenen Mg'ca zengin çözeltilerin istif içerisindeki dolaşımına olanak sağlamıştır. Yağışlı dönemlerde su seviyesinin artmasıyla dolomit çökelmiş ve dolomit oluşumu sonrası göl suyundaki Ca^{2+} iyonlarının azalmasına bağlı olarak, Mg/Ca oranı artmıştır. Kurak iklim dönemlerinde gölün sığ kesimlerinde ve küçük gölcüklerde tabaka veya mercek şeklinde huntit oluşmuş, daha sonra kırıntılı birimler içerisine taşınmıştır. Gölün daha derin kısımlarında ise hidromanyezit çökelmiştir. Sondaj karotlarında da hidromanyezitin huntite göre daha derinde olduğu tespit edilmiştir. Yapılan analizlerin birlikte değerlendirilmesiyle, bu oluşumların birincil kökenli (diyajenetik olmayan), gölsel sedimanter huntit yatakları olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çameli, Denizli, hidromanyezit, huntit, manyezit

Abstract

The Çameli *Basin, containing significant huntite-hydromagnesite deposits in the Lakes Region, is a NE-SW trending basin located on the Fethiye-Burdur Fault Zone, a key tectonic structure in southwestern Anatolia. The basin basement is formed by the Karaböğürtlen Formation of the Bodrum Nappe and the Orhaniye Formation of the Gülbahar Nappe. These are unconformably overlain by the Late Miocene-Early Pleistocene* Çameli *Formation which includes huntite-hydromagnesite mineralization. The formation is composed of alluvial fan deposits (medium-thick conglomerates, sandstones), fluvial sediments (sandstones, siltstones, mudstones), and lacustrine sediments (marl, claystone, siltstone, clayey limestone, limestone) that host the mineralization. Most faults in the region are normal faults trending NE-SW, dipping NW, with a few showing a left-lateral strike-slip component, creating a step-shaped morphology.*

This study investigated the geological, mineralogical, and chemical properties of huntite-hydromagnesite mineralization in the Çameli Basin and examined its source and reserve. To determine the distribution and thickness of huntite-hydromagnesite in the study area, a 1/5000 scale mine geology map was created and 6594 m of core drilling was conducted at 20 locations. XRD, XRF, petrography, electron microscopy, DTA, technology (melting, color-whiteness parameters, oil absorption, sintering, density etc.) and isotope analyses were conducted on the core samples. The mineralizations that can be observed in the outcrop in the north of the study area have been vertically displaced by faults in the south of the field and covered by a layer up to approximately 200 m thick. Drilling data showed huntite-hydromagnesite zones ranged from 5,10 m to 79,60 m thick with huntite rate reaching up to 94% and hydromagnesite rate up to 72%. The average MgO content was 32,55%, CaO 13,46% and loss on ignition (LOI) 45,78%. DTA curves for field samples provide results that are in line with the industrially sought-after properties, with a 2-stage thermal decomposition in the range of approximately 430°C-856°C in samples containing huntite and a 3-stage thermal decomposition in the range of 262°C-546°C in samples containing hydromagnesite.

In the later stages of the Çameli *Formation deposition (probably in the Late Pliocene-Early Pleistocene), tectonic activity caused fracture-cracked structures, enabling Mg-rich solutions from ophiolitic rocks and dolomitic limestones to circulate within the sequence. With the increase in water level during rainy periods, dolomite precipitated and the Mg/Ca ratio increased due to the decrease in Ca^{2+} ions in the lake water after dolomite formation. In arid periods, huntite formed in the form of layers or lenses in shallow parts of the lake or in small ponds and was later transported into clastic units, whereas hydromagnesite precipitated in deeper parts of the lake. Drilling data showed that hydromagnesite was deeper than the huntite. By evaluating the analyses together, it is concluded that these formations are primary origin (non-diagenetic), lacustrine sedimentary huntite deposits.*

Keywords: Çameli, *Denizli, huntite, hydromagnesite, magnesite*

Farmasötik Yardımcı Madde Olarak Talk: Bölgesel Farklılıklar ve Endüstriyel Etkileri

Talc as a Pharmaceutical Excipient: Regional Variations and Industrial Implications

Harun Köse (1), Orkun Ersoy (2)

(1) Niğtaş, AR-GE Merkezi, 51100, Niğde, Türkiye
(2) Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Beytepe, 06800, Ankara, Türkiye (oersoy@hacettepe.edu.tr)

Öz

Hidratlı bir magnezyum silikat minerali olan talk, 2:1 fillosilikat grubunun bir üyesidir ve benzersiz kristal yapısı ve çeşitli uygulamaları ile karakterize edilir. Kimyasal formülü tipik olarak Mg3Si4O10(OH)2 olarak temsil edilir ve teorik bileşimi ağırlıkça %63,5 SiO2, %31,7 MgO ve %4,8 H2O'dur. Talk yatakları, belirli ana kaya türlerine etki edebilen metamorfizma, hidrotermal alterasyon ve metasomatizma dahil olmak üzere çeşitli jeolojik süreçlerle oluşur. Bu süreçler, değişen mineralojik özelliklere, dokulara ve fiziksel özelliklere sahip çeşitli talk yataklarının oluşumuyla sonuçlanır. Talkın boyutu ve morfolojisi, mineral türlerini değiştiren ve MgO, SiO2 ve H2O gibi temel bileşenleri taşıyan hidrotermal aktivitenin yoğunluğuna bağlıdır. Dünya çapında ticari talk üretimi 2023 yılına kadar yılda 7 milyon tona (Mty) ulaşmıştır. Hammadde toz haline getirilmekte ve talk pudrası kağıt üretimi, plastik ve kauçuk bileşiği, boya ve kaplamalar, gıda işleme, ilaçlar, kozmetikler ve seramikler dahil olmak üzere çeşitli endüstrilerde kullanılmaktadır.

Talkın yüzey alanı, ilaç endüstrisinde ilaç formülasyonunun ve üretim süreçlerinin çeşitli yönlerini etkileyerek önemli bir rol oynar. Talk parçacıklarının yüzey alanı, bir formülasyondaki aktif farmasötik bileşenler (AFB'ler) ve diğer yardımcı maddelerle adsorpsiyon ve etkileşim yeteneklerini etkiler. Daha geniş bir yüzey alanı, AFB'lerin dağılımını artırabilir ve potansiyel olarak ilacın çözünmesini ve biyoyararlanımını iyileştirebilir. Ek olarak, yüzey alanı talkın bir kaydırıcı olarak hareket etme kapasitesini etkiler, parçacıklar arasındaki sürtünmeyi azaltır ve üretim süreçleri sırasında toz akışını iyileştirir. Bu özellik, ürün kalitesini ve üretim verimliliğini korumak için tutarlı akışın kritik olduğu yüksek hızlı tablet üretimi ve kapsül doldurma işlemlerinde özellikle önemlidir.

Hindistan (1,6 Mty) ve Çin (1,1 Mty) talk üretiminde dünyaya öncülük ederken, Afganistan (0,37 Mty) ve Pakistan (0,3 Mty) önemli talk tedarikçileridir. Öte yandan Türkiye pazarda yeni bir yer edinmiş olup son iki yılda düşük bir üretim miktarı (~0,04 Mty) rapor edilmiştir. Türkiye'nin en kaliteli talk yataklarından biri Sivas'ın güneydoğusunda yer almaktadır. Ancak, Türk talkının bileşimi ve özellikleri hakkında detaylı araştırmaların eksikliği, çeşitli endüstriyel uygulamalarda kullanımını sınırlamıştır. Türk talkı, hem Türkiye hem de Orta Doğu pazarlarında Afgan ve Pakistan talkıyla rekabet etmeye çalışmaktadır. Bu talkların oluşumu ve ortamı farklı olduğundan, farklı özelliklere sahiptirler ve farklı endüstrilere hitap edebilirler.

Bu çalışmada, Pakistan-Afganistan, Avrupa ve Türkiye'den gelen talkın jeokimyasal, morfolojik ve fizikokimyasal özellikleri karşılaştırılmış ve bu özellikler özellikle ilaç endüstrisi özelinde değerlendirilmiş ve karşılaştırılmıştır. Türk talkının avantajları ve dezavantajları tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Talk, İlaç uygulamaları, Türk talkı, Pakistan-Afganistan talkı.

Abstract

Talc, a hydrated magnesium silicate mineral, is a member of the 2:1 phyllosilicate group and is characterized by its unique crystal structure and diverse applications. Its chemical formula is typically represented as Mg3Si4O10(OH)2, with a theoretical composition of 63.5% SiO2, 31.7% MgO, and 4.8% H2O by weight. Talc deposits are formed through a variety of geological processes, including metamorphism, hydrothermal alteration, and metasomatism, which can act on specific parent rock types. These processes result in the formation of diverse talc deposits with varying mineralogical characteristics, textures, and physical properties. The size and morphology of talc depend on the intensity of hydrothermal activity, which alters the mineral species and transports essential components, such as MgO, SiO2, and H2O. Worldwide commercial talc production reached 7 million tons per annum (Mtpa) by 2023. The raw material is pulverized, and talcum powder is used in a variety of industries, including paper manufacturing, plastic and rubber compounding, paint and coatings, food processing, pharmaceuticals, cosmetics, and ceramics.

The surface area of talc plays a crucial role in the pharmaceutical industry, influencing various aspects of drug formulation and manufacturing processes. The surface area of talc particles influences their ability to adsorb and interact with active pharmaceutical ingredients (APIs) and other excipients in a formulation. A larger surface area can enhance the dispersion of APIs, potentially improving drug dissolution and bioavailability. Additionally, the surface area affects the talc's capacity to act as a glidant, reducing friction between particles and improving powder flow during manufacturing processes. This characteristic is particularly important in high-speed tablet production and capsule filling operations, where consistent flow is critical for maintaining product quality and manufacturing efficiency.

While India (1.6 Mtpa) and China (1.1 Mtpa) lead the world in talc production, Afghanistan (0.37 Mtpa) and Pakistan (0.3 Mtpa) are important talc suppliers. Türkiye, on the other hand, has gained a new place in the market and has a low production amount in the last two years reported (~0.04 Mtpa). One of the highest-quality talc deposits in Turkey is located southeast of the Sivas. However, the lack of detailed investigations into the composition and properties of Turkish talc has limited its use in various industrial applications. Turkish talc is attempting to compete with Afghan and Pakistani talc in both the Turkish and Middle Eastern markets. As the formation and environment of these talcs differ, they possess distinct properties and may appeal to different industries.

In this study, the geochemical, morphological and physicochemical properties of talc from Pakistan-Afghanistan, Europe and Turkey were compared and these properties were evaluated and compared especially in the pharmaceutical industry. The advantages and disadvantages of Turkish talc are discussed.

Keywords: *Talc, Pharmaceutical applications, Turkish talc, Pakistan-Afghanistan talc.*

Doğal ve Sentezlenmiş Zeolitler: Adsorpsiyon Çalışmaları ve Yeni Yaklaşımlar

Natural and Synthesized Zeolites: Adsorption Studies and New Approaches

Burak Can Ünal (1), Orkun Ersoy (1)

(1) Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Beytepe, 06800, Ankara, Türkiye (oersoy@hacettepe.edu.tr)

Öz

Zeolit mineralleri, SiO_4 ve AlO_4 tetrahedralarının birbirine bağlanmasıyla oluşan iskelet yapısına sahip, bu iskelet üzerinde tutunan alkali ve toprak alkali elementler ile moleküler su içeren aluminosilikat minerallerdir. Jeolojik oluşum süreçleri ve ortamlarına bağlı olarak, farklı morfolojiye ve mineralojik bileşime sahip birçok zeolit türü bulunmaktadır. Zeolitler, geniş yüzey alanı, adsorpsiyon özelliği, katalitik özellikleri ve termal dayanıklılık gibi pek çok endüstriyel özelliğe sahiptir. Bu özellikleri sayesinde, uzun yıllardır adsorban malzeme, yapı malzemesi, hayvan yemi katkısı ve tarımsal performans artırıcı olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır.

Adsorpsiyon, zeolitlerin en sık kullanıldığı alanlardan biridir. Günümüze kadar yapılan çalışmalarda, doğal zeolitlerin kirleticiler üzerindeki adsorpsiyon etkinliği incelenmiş ve bu etkinliğin artırılması amacıyla çeşitli modifikasyon işlemleri uygulanmıştır. Son yıllarda literatürde, genellikle sentezlenmiş zeolitlere ve farklı malzemelerle birleştirilerek hazırlanan kompozit zeolitlere yönelik çalışmaların arttığı gözlemlenmektedir. Zeolitler; doğal, modifiye, sentezlenmiş ve kompozit formlarıyla pek çok adsorpsiyon çalışmasının merkezinde yer almaktadır.

Adsorpsiyon süreçlerinde, zeolit mineralleri dışında pek çok farklı adsorban malzeme de kullanılmaktadır. Aktif karbon, kitosan ve biyoçar gibi malzemelerin yanı sıra, zeolit benzeri moleküler elekler olarak tanımlanabilen metal-organik iskeletler (MOİ) ve zeolitik imidazolat iskeletler (Zİİ), çeşitli kirleticilerin adsorpsiyonunda sıklıkla tercih edilen malzemelerdir. Bu yapılar genellikle zeolitlere kıyasla çok daha yüksek performans sergilemelerine rağmen, yüksek maliyetleri ve üretim zorlukları gibi dezavantajları, zeolitlerin modifikasyonu ve geliştirilmesini hala önemli bir araştırma alanı haline getirmektedir.

Bu çalışma kapsamında, zeolit minerallerinin önemli endüstriyel özellikleri, özellikle adsorpsiyon olmak üzere diğer kullanım alanları ele alınmış ve bu konulardaki çalışmalar genel olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca, zeolitlerin diğer adsorban malzemelerle maliyet, kullanım kolaylığı ve performans gibi kriterler açısından karşılaştırmaları yapılmıştır. Bu değerlendirmeler ışığında, zeolit mineralleri üzerine bugüne kadar yapılan çalışmalar, bu çalışmaların eksiklikleri, yönelimleri ve zeolitlerin diğer adsorban malzemelere kıyasla performansları ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Adsorpsiyon, endüstriyel mineraloji, moleküler elek, zeolit.

Abstract

Zeolite minerals are aluminosilicate minerals with a skeleton structure formed by the bonding of SiO_4 and AlO_4 tetrahedral, alkali, and earth alkali elements with molecular water attached to this skeleton. Depending on the geological formation process and environment, there are many types of zeolites with different morphologies and mineralogical compositions. Zeolites have many industrial properties, such as a large surface area, adsorption capacity, catalytic properties, and thermal resistance. Because of these properties, they have been widely used as adsorbent materials, building materials, animal feed additives, and agricultural performance enhancers for many years.

Adsorption is one of the areas where zeolites are most frequently used. In studies conducted to date, the adsorption efficiency of natural zeolites on pollutants has been investigated and various modification processes have been applied to increase this efficiency. In recent years, it has been observed in the literature that studies on synthesized zeolites and composite zeolites prepared by combining them with different materials have increased. Zeolites; are at the center of many adsorption studies owing to their natural, modified, synthesized and composite forms.

Many different adsorbent materials are used in adsorption processes, other than zeolite minerals. In addition to materials such as activated carbon, chitosan and biochar, metal-organic frameworks (MOFs) and zeolitic imidazolate frameworks (ZIFs), which can be defined as zeolite-like molecular sieves, are frequently preferred materials for the adsorption of various pollutants. Although these structures generally exhibit much higher performance compared to zeolites, their disadvantages such as high costs and production difficulties still make the modification and development of zeolites an important area of research.

Within the scope of this study, the important industrial properties of zeolite minerals, especially adsorption and other areas of use were discussed and studies on these subjects were evaluated in general. In addition, zeolites were compared with other adsorbent materials in terms of their cost, ease of use and performance. In light of these evaluations, studies conducted on zeolite minerals have revealed their shortcomings, trends, and performance compared with other adsorbent materials.

Keywords: *Adsorption, industrial mineralogy, molecular sieve, zeolite.*

Huntit ve Hidromanyezit Oluşumları ve Önemi, Çameli Havzası, Güneybatı Türkiye

Formation and Significance of Huntite and Hydromagnesite, Çameli Basin, Southwestern Turkey

Berk Çakmakoğlu (1), Mahmut Demirhan (1), Cahit Helvacı (2)

(1) Likya Minerals Madencilik San. ve Tic. Ltd. Şti., İzmir, Türkiye
(2) Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İzmir, Türkiye
(berk.cakmakoglu@likyaminerals.com.tr)

Öz

Doğada ender rastlanması nedeniyle az bilinen magnezyum karbonat minerallerinden olan huntit [$Mg_3Ca(CO_3)_4$] ve hidromanyezit [$Mg_5(CO_3)_4(OH)_2.4H_2O$] güneybatı Anadolu'da geniş yayılım sunan Likya Naplarına ait magnezyumca zengin temel kayaçlar üzerinde açınmış olan Çameli Havzası'nda gözlenir. Havza dolgusunu oluşturan Geç Miyosen-Erken Pleyistosen yaşlı Çameli formasyonu; alüvyal yelpaze, akarsu, delta, bataklık, göl kıyısı ve göl ortamında çökelmiş birbirleriyle yanal-düşey geçişli çakıltaşı, kumtaşı, kömür, marn, killi kireçtaşı, tufa ve kireçtaşından oluşur. Derindere Üyesi (karasal kırıntılılar) ve Değne Üyesi (göl çökelleri) olarak ikiye ayrılan Çameli formasyonunun üst kesimlerinde grimsi bej renkli kireçtaşları ve oldukça beyaz renkli magnezyum karbonat seviyeleri gözlenir. Göl suyunun Mg/Ca oranındaki değişimler, kireçtaşı ve magnezyum karbonat ardalanmasına yol açar. Magnezyum karbonat seviyeleri baskın olarak huntit ve hidromanyezit, daha az oranda dolomit ve manyezit minerallerinden oluşur. Huntit minerali bakımından zengin seviyelere, benzer oluşum koşullarına sahip olan Yunanistan'ın Kozani Havzası'nda da rastlanmaktadır. Ancak Çameli formasyonu içerisindeki hidromanyezit minerali bakımından zengin seviyelerin gölsel istif içerisinde belli bir kalınlığa sahip olan ana mineral olduğu ilk olarak bu çalışmada ortaya konulmaktadır. Bu seviyeler, Alchichica (Meksika), Atlin ve Milk (British Columbia), Siling ve Dujiali (Tibet), Walyungup (Avustralya), Salda (Türkiye) gibi güncel hidromanyezit gölleriyle çok benzer ortam koşullarına sahiptir. Özellikle Salda Gölü güncel hidromanyezit oluşumları üzerine yapılan çalışmalar, hidromanyezitin mikrobiyalitik bir oluşum olduğuna işaret etmektedir. Mars yüzeyinde bulunan Jezero Krateri'nin Salda Gölü'ne çok benzer özelliklere sahip olduğu ve geçmişte benzer bir magnezyum karbonat gölü olabileceği öngörüsü üzerine hidromanyezit oluşumlarının kökenine ilişkin tartışmalar çok daha önemli hale gelmiştir. Tüm bu verilere göre, magnezyum karbonat oluşumlarını sonuçlayan önemli etmenlerden biri gölün Mg bakımından zengin temel kayalarla çevrili olmasının yanında göl suyundaki mikrobiyal varlığı olmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Çameli Havzası, Hidromanyezit, Huntit, Magnezyum karbonat, Mars, Mikrobiyal, Salda Gölü.

Abstract

Huntite [$Mg_3Ca(CO_3)_4$] and hydromagnesite [$Mg_5(CO_3)_4(OH)_2.4H_2O$] which are magnesium-rich minerals rarely found in nature, are observed in the Çameli Basin that is located in southwestern Anatolia and occurs on the magnesium-rich basement rocks of the Lycian Nappes. The Late Miocene-Early Pleistocene Çameli formation, representing the sedimentary infill of the Çameli Basin, consists of gravel, sandstone, coal, marl, clayey limestone, tuff, and limestone that were deposited alluvial fans, rivers, deltas, peats, lake shores and lake environments, with horizontal and vertical transitions. The grayish-beige limestones and extremely white magnesium carbonate levels are observed in the upper layers of Çameli formation which is divided into two members as the Derindere member (terrestrial clastics) and the Değne member (lake deposits). Changes in the Mg/Ca ratio of lake water results to the alternation of limestone and magnesium carbonate. The magnesium carbonate levels are predominantly composed of huntite and hydromagnesite, with smaller amounts of dolomite and magnesite minerals. Similar conditions leading to huntite-rich formations are found in the Kozani Basin of Greece. However, the hydromagnesite-rich layers within the Çameli Formation, which are the primary minerals of a significant thickness within the lacustrine sequence, are identified for the first time in this study. These layers have very similar environmental conditions to modern hydromagnesite lakes such as Alchichica (Mexico), Atlin and Milk (British Columbia), Siling and Dujiali (Tibet), Walyungup (Australia), and Salda (Turkey). Particularly, studies on modern hydromagnesite formations at Lake Salda suggest that hydromagnesite is a microbialitic formation. The hypothesis that Jezero Crater on the surface of Mars shares characteristics with Lake Salda, potentially indicating an ancient magnesium carbonate lake, has made discussions on the origin of hydromagnesite formations even more crucial. Based on these data, one of the important factors resulting in magnesium carbonate formation is the surroundings of the lake by magnesium-rich basement rocks, in addition to the microbial presence in the lake water.

Keywords: Çameli *Basin, Huntite, Hydromagnesite, Magnesium carbonate, Mars, Microbial, Salda Lake.*

Kayaçtan İnovasyona: Taş Kağıt ve Kayaç Fiberinde Bilimsel Adımlar, Kaçırılan Endüstriyel Fırsatlar

From Rock to Innovation: Scientific Steps in Stone Paper and Rock Fiber, Missed Industrial Opportunities

Orkun Ersoy (1), Erkan Aydar (1), Hüseyin Evren Çubukçu (1), Harun Köse (2), Burak Can Ünal (1), Cüneyt Atalay (1)

(1) Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Beytepe, 06800, Ankara, Türkiye
(2)Niğtaş, AR-GE Merkezi, 51100, Niğde, Türkiye
(oersoy@hacettepe.edu.tr)

Öz

Taş kağıt ve kayaç fiberlerinin geliştirilmesi, jeoloji, malzeme bilimi ve endüstriyel inovasyonun büyüleyici bir kesişimini temsil eder. Bu yeni malzemeler, mineral bazlı bileşimlerinden ötürü benzersiz özelliklere sahiptir ve geleneksel kağıt ve sentetik fiberlere potansiyel alternatifler sunar. Ülkemizdeki bilimsel çalışmalar, taştan kağıt ve fiber üretimi gibi yenilikçi alanlarda bu ürünleri üreten ülkelerdeki araştırmaların önündedir ve uluslararası düzeyde yol gösterici bir rol oynarlar. Akademik alandaki bu liderlik, diğer ülkelerdeki bilim insanları için bir referans olsa da, yatırım ve endüstri alanlarında aynı başarıyı görememekteyiz. Bu nedenle, farkındalığı artırmak ve yatırımcıları bilimsel çalışmalarımızın ulaştığı yüksek seviyeyi ekonomik değer yaratacak üretim süreçlerine dönüştürmeye teşvik etmek büyük önem taşımaktadır.

Çalışma ekibi, mikronize kalsit tanelerinin yüzey kimyasını ele alarak kalsitin polimerle uyumluluğunu ve polimerdeki dağılımını iyileştirmek için yüzeylerini farklı kimyasallarla modifiye etmiştir. Bu modifikasyon, taş kağıt adı verilen kalsit/polimer kompozitinde en iyi özellikleri elde etmek için gereklidir. Araştırmacılar modifikasyon etkilerini kalsit/polimer kompozitlerinde incelemiştir.

Kayaç fiberi konusunda, araştırmacılar volkanik kayaçları jeokimyasal açıdan değerlendirmiş, kayaç fiberi üretimi için uygunluklarını test etmiş ve ülkemizdeki hammadde potansiyellerini belirlemişlerdir. Kayaçların bu anlamda değerlendirilmesi için gerekli yeni parametreler bilim camiasına sunulmuştur.

Bu çalışmada, taş kağıt ve kayaç fiberi üretimi için bilimsel altyapımız ortaya konulacak ve endüstriyel ürün aşamasındaki avantajlar ve dezavantajlar tartışılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Andezit, Bazalt, Bazalt fiberi, Kalsit, Kayaç fiberi, Taş kağıt

Abstract

The development of stone paper and rock fibers represents a fascinating intersection of geology, materials science, and industrial innovation. These novel materials offer potential alternatives to traditional paper and synthetic fibers with unique properties derived from their mineral-based composition. Scientific studies in our country are ahead of research in countries that produce these products in innovative areas such as paper and fiber production from stone, and they play a guiding role at the international level. While this leadership in the academic field is a reference for scientists in other countries, we cannot see the same success in the investment and industry fields. Therefore, it is of great importance to raise awareness and encourage investors to transform the high level reached by our scientific studies into production processes that will create economic value.

The study team considered the surface chemistry of micronized calcite grains and modified their surfaces with different chemicals to improve the compatibility of calcite with the polymer and its dispersion in the polymer, which was necessary to obtain the best properties in the calcite/polymer composite called stone paper, and examined their behaviour in calcite/polymer composites.

By evaluating volcanic rocks from a geochemical perspective, we tested their suitability for rock fiber production and determined their raw material potential in our country. Researchers have presented new parameters necessary for rocks to be evaluated in this sense to the scientific community.

In this study, our scientific infrastructure for stone paper and rock fiber production will be presented and the advantages and disadvantages at the industrial product stage will be discussed.

Keywords: *Andesite, Basalt, Basalt fiber, Calcite, Rock fiber, Stone paper*

ENERJİDE DÖNÜŞÜM: GELECEĞİN KRİTİK MİNERALLERİ OTURUMU

Energy Transition: The Future of Critical Minerals Session

Okay ÇİMEN, Mehmet Ali GÜCER, Füsun TUT-HAKLIDIR, Sait UYSAL

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

Kekikpınarı Manganez Zuhurunun (Erzincan-Türkiye) Kritik Mineral Potansiyelinin Mineralojik ve Jeokimyasal Açıdan İrdelenmesi

Mineralogical and Geochemical Investigation of the Critical Mineral Potential of Kekikpınarı Manganese Mineralization (Erzincan-Türkiye)

Mehmet Ali Gücer (1), Okay Çimen (2), Serdar Keskin (3), Alican Aktağ (4)

(1) Gümüşhane Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Gümüşhane, Türkiye
(2) Toya Holding, Maden Arama Bölümü, Ankara, Türkiye
(3) Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Doğu Karadeniz Bölge Müdürlüğü, Trabzon, Türkiye
(4) Munzur Üniversitesi Coğrafya Bölümü, Tunceli, Türkiye
(maligucer@gmail.com)

Öz

İleri teknoloji uygulamalarda girdi olarak kullanılması zorunlu olan Nadir Toprak Elementler (NTE), V, Nb, Li, Ni ve Co gibi elementlerin uluslararası pazarda ciddi seviyede tedarik riski bulunmaktadır. Bahsi geçen kritik hammaddelere olan talebin hızlı bir şekilde artacak olması, ülkemizde bulunan Mn zuhurlarının yeniden gözden geçirilmesi ihtiyacını ortaya çıkarmıştır. Bu kapsamda, Kekikpınarı (Erzincan Kemaliye) civarında yer alan ve yüksek seviyelerde Ni, Co ve V ihtiva eden Mn zuhurlarının ekonomik potansiyeli petrografi ve tüm kayaç jeokimya verileri ile ortaya konmaya çalışılmıştır.

Kekikpınarı Mn cevherleşmesi Geç Triyas-Geç Kretase yaşlı kristalize kireçtaşları içerisinde, birkaç m ile 20 m'ye kadar değişen kalınlıklarda mercek ve damarlar şeklinde yerleşmiştir. Cevherleşmenin ana minerallerini büyük oranda pirolüsit ve psilomelan meydana getirmektedir. Gang minerallerini ise genel olarak kuvars ve karbonat teşkil etmektedir.

Manganez örnekleri tüm kayaç jeokimya verilerine göre; %6.28-26.7 SiO_2, %1.28-2.36 Fe2O3, %2.87-11.05 CaO, % 48.5-57.5 MnO ve 112-203 ppm Ba kompozisyonuna sahiptir. Buna karşın Co, V ve Ni değerleri genellikle düşüktür (<20 ppm). Elde edilen tüm kayaç jeokimya değerleri manganez cevherleşmesinin hidrotermalden ziyade sedimanter kökenli olabileceğini işaret etmektedir.

Kekikpınarı manganez zuhurunun kireçtaşı ile olan uyumlu dokanağı cevherleşmenin oluşumunun sedimanter kökenli olduğu ve kireçtaşı çökelimi ile eş yaşlı olabileceğine işaret etmektedir. Olası bir tektonik model olarak, manganez oluşumlarının cevherleşme sonrası gelişmiş olan bindirme olayı esnasında kırılıp parçalandığı ve makaslama zonunda düzensiz seviyeler halinde bulunduğu düşünülmektedir.

Bu çalışma Gümüşhane Üniversitesi tarafından (GÜBAP) 23.F5114.04.01 numaralı proje ile desteklenmektedir manganez cevherleşmesinin mineralojik karakteristiklerinin belirlenmesi amacıyla detaylı mineral kimyası çalışmaları ile devam edecektir.

Anahtar Kelimeler: Kritik mineraller, manganez, sedimanter köken, tüm kayaç jeokimya.

Abstract

There is a significant supply risk in the international market for critical raw materials such as Rere Earth Elements (REEs), V, Nb, Li, Nb and Co, which must be used as inputs in high-tech applications. The rapid increase in the demand for these critical raw materials has revealed the need to review the Mn mineralizations in Türkiye. In this study, petrography and whole rock geochemistry data revealed the economic potential of Mn occurrences containing high Ni, Co, and V located around Kekikpınarı (Erzincan Kemaliye).

The Kekikpınarı Mn mineralization is hosted in Late Triassic-Late Cretaceous aged crystallized limestones in the form of lenses and veins ranging in thickness from a few meters to 20 meters. The ore minerals of the deposit are mainly composed of pyrolusite and psilomelane. The gangue minerals generally consist of quartz and carbonate.

According to the whole rock geochemical data, the manganese samples have a composition of 6.28-26.7% SiO2, 1.28-2.36% Fe_2O_3; 2.87-11.05% CaO, 48.5-57.5% MnO and 112-203 ppm Ba. On the other hand, Co, V and Ni values are generally low (<20 ppm). The obtained whole rock geochemistry values indicate that manganese mineralization may be related to sedimentary origin rather than hydrothermal.

The conformable contact of the Kekikpınarı manganese occurrence with limestone indicates that the formation of the mineralization is of sedimentary origin and may be coeval with limestone sedimentation. As a possible tectonic model, the manganese formations were broken and fragmented during the overlapping event that developed after mineralization and were found as irregular levels in the shear zone.

The study is supported by Gümüşhane University (GÜBAP) under the grant number 23.F5114.04.01 and will continue with detailed mineral chemistry analyses to determine mineralogical characteristics of manganese mineralization.

***Keywords**: Critical raw minerals, manganese, sedimentary origin, whole rock geochemistry.*

Karışık Hidroksit Çökeltilerinin Sülfürik Asit ile Liçinin Optimizasyonunun Araştırılması

Investigation of Optimization of Leacher of Mixed Hydroxide Precipitates with Sulphuric Acid

Mehmet Kayra Karacahan (1), Kübra Gültekin (2)

(1) Munzur Üniversitesi Nadir Toprak Elementleri Uygulama ve Araştırma Merkezi (MUNTEAM), Tunceli, Türkiye
(2) Munzur Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Stratejik Hammaddeler ve İleri Teknoloji Uygulamaları Anabilim Dalı
(mtanaydin@munzur.edu.tr)

Öz

Bu çalışmada nikel içeren karışık hidroksit çökeleğindeki nikel değerinin sülfürik asit (H_2SO_4) çözeltilerindeki optimum parametre değerleri design expert programı kullanılarak optimize edilmiştir. Karışık hidroksit çökeleğindeki nikelin çözünürlüğü üzerine deney parametrelerinin optimum değerleri merkezi kompozit tasarımı kullanılarak belirlenmiştir. Belirlenen optimum parametre değerlerine göre çözünme kinetiğini temsil eden bir matematiksel model önerilmiştir. Nikel değerinin çözünmesi üzerine sülfürik asit (H2SO4) derişimi, karıştırma hızı, sıcaklık ve liç süresinin etkileri incelenmiştir. Deneyler sonucunda, sülfürik asit derişimi, karıştırma hızı ve reaksiyon sıcaklığının artmasıyla çözünmenin arttığı, katı/sıvı oranının artmasıyla azaldığı bulunmuştur. Çökelekten nikelin çözünme kinetiğinin kül filminden difüzyon kontrollü modele uyduğu belirlenmiştir. Çözünme işlemi için aktivasyon enerjisi hesaplanmıştır. Çözünme işleminden sonra çözelti evaporasyon işlemi uygulanarak nikel içeren bir bileşik elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Liç, nikel, optimizasyon, sülfürik asit.

Abstract

In this study, the optimum parameter values of nickel value in mixed hydroxide precipitate containing nickel in sulfuric acid (H_2SO_4) solutions were optimized using the design expert program. The optimum values of the experimental parameters on the solubility of nickel in mixed hydroxide precipitate were determined using the central composite design. A mathematical model representing the dissolution kinetics was proposed according to the determined optimum parameter values. The effects of sulfuric acid (H2SO4) concentration, stirring speed, temperature and leaching time on the dissolution of nickel value were investigated. As a result of the experiments, it was found that dissolution increased with the increase of sulfuric acid concentration, stirring speed and reaction temperature, and decreased with the increase of solid/liquid ratio. It was determined that the dissolution kinetics of nickel from the precipitate fit the diffusion-controlled model from the ash film. The activation energy for the dissolution process was calculated. After the dissolution process, a compound containing nickel was obtained by applying the solution evaporation process.

Keywords: *Leaching, nickel, optimization, sulphuric acid.*

Arızlı (Şuhut-Afyonkarahisar) Bölgesindeki Ultramafik Kayaçlarda Nikel ve Kobalt Potansiyeli: İlk Bulgular

Nickel and Cobalt Potential in the Ultramafic Rocks of the Arızlı (Şuhut-Afyonkarahisar) Region: Preliminary Findings

Cihan Yalçın

SRG Mühendislik Danışmanlık Ltd. Şti, Denizli, Türkiye
(cihanyalcinjeo@gmail.com)

Öz

Arızlı bölgesi (Şuhut-Afyonkarahisar), Türkiye›nin batısında yer alan ofiyolitik kayaçlarla karakterize bir alandır. Bölge, Neotetis Okyanusu'nun kapanmasıyla ilişkili karmaşık tektonik olayların etkisiyle şekillenmiştir. Çalışmada, bölgedeki ultramafik kayaçların nikel (Ni) ve kobalt (Co) içeriğini belirlemek ve bu metallerin mineralizasyon potansiyelini ortaya koymak amacıyla jeokimyasal ve mineralojik analizler gerçekleştirilmiştir.

Jeokimyasal analizler kapsamında 13 farklı örnek üzerinde eser element dağılımı incelenmiştir. Analiz sonuçlarına göre, nikel konsantrasyonu 28 ppm ile 2145 ppm arasında değişmekte olup, en yüksek değerler ultramafik kayaçlardan olan dunit ve serpantinit örneklerinde tespit edilmiştir. Kobalt konsantrasyonları ise 1 ppm ile 153 ppm arasında ölçülmüş ve özellikle serpantinleşmiş ultramafik kayaçlarda belirgin bir zenginleşme gözlenmiştir. Ortalama olarak, nikel 850 ppm, kobalt ise 75 ppm düzeyinde tespit edilmiştir. Diğer önemli eser elementler arasında vanadyum (758 ppm'e kadar) ve bakır (383 ppm'e kadar) dikkat çekmiştir.

Parlak kesitlerde, ekonomik açıdan önemli bir sülfür minerali olan pentlanditin varlığı gözlenmiştir. Pentlandit, genellikle dunit ve serpantinitlerde dağılmış halde bulunmaktadır. Pentlandit minerali, parlak kesitlerde tipik özellikleri olan yüksek yansıtıcılık ve açık gri tonları ile tanımlanmıştır. Ayrıca, serpantinleşme süreçlerinin mineralizasyonu olumlu yönde etkilediği gözlemlenmiştir.

Bu çalışma, Arızlı bölgesindeki ultramafik kayaçlarda ilk kez detaylı nikel ve kobalt dağılımını ortaya koymuş ve bu elementlerin ekonomik potansiyelini vurgulamıştır. Elde edilen sonuçlar, bölgedeki ultramafik kayaçların özellikle sürdürülebilir metal üretimi için stratejik öneme sahip nikel ve kobalt kaynakları açısından değerlendirilebileceğini göstermektedir. Araştırma, aynı zamanda bu tür mineralizasyon süreçlerinin bölgesel ve küresel bağlamda daha iyi anlaşılmasına katkı sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kobalt, nikel, ofiyolitik kayaçlar, pentlandit, serpantinleşme, ultramafik kayaçlar.

Abstract

*The Arızlı region (*Şuhut-Afyonkarahisar*) in western Turkey, with its ophiolitic rocks formed by intricate tectonic processes linked to the closure of the Neotethys Ocean, is the unique setting for pioneering study. I sought to ascertain the nickel (Ni) and cobalt (Co) concentrations in ultramafic rocks within the region and assess these metals' mineralization potential via geochemical and mineralogical investigations.*

Geochemical tests were performed on 13 distinct samples to investigate the distribution of trace elements. The research indicates that nickel contents vary from 28 ppm to 2145 ppm, with the highest levels found in ultramafic rocks, including dunite and serpentinite. This wide range of nickel concentrations suggests a significant potential for economic extraction. Cobalt values ranged from 1 ppm to 153 ppm, exhibiting significant enrichment in serpentinized ultramafic rocks. Nickel averaged 850 ppm, while cobalt averaged 75 ppm. Additional trace elements comprise vanadium (up to 758 ppm) and copper (up to 383 ppm).

Polished sections and XRD data revealed the presence of pentlandite, a commercially essential sulfide mineral predominantly located within dunite and serpentinite. The material was recognized in polished sections by its characteristic properties, including elevated reflectivity and light gray hues. Moreover, the serpentinization processes, which involve the alteration of ultramafic rocks to serpentinite, were found to positively influence mineralization by creating favorable conditions for forming nickel and cobalt-bearing minerals.

This study, the first of its kind, represents a comprehensive evaluation of nickel and cobalt distribution in the Arızlı region's ultramafic rocks, emphasizing their strategic importance. The findings indicate that the ultramafic rocks in the area are viable strategic sources of nickel and cobalt, especially for sustainable metal production. Furthermore, the research enhances the comprehension of mineralization processes in regional and worldwide frameworks.

Keywords: *Cobalt, nickel, ophiolitic rocks, pentlandite, serpentinization, ultramafic rocks.*

Jeotermal Akışkanlarda Kritik Mineral Rezervleri ve Sürdürülebilir Mineral Eldesi: Kızıldere'den Bir Örnek Çalışma

Critical Mineral Reserves in Geothermal Fluids and Investigating the Source Rock to Ensure Sustainable Mineral Extraction: A Case Study from Kizildere

Raziye Şengün Çetin (1), Sanem Kılınçarslan (1), Seray Işık Tezel (1), Hakan Canbaz (1), Füsun Servin Tut Haklıdır (1)

(1) Zorlu Enerji Elektrik Üretimi A.Ş., Levent 199 Şişli, İstanbul
(raziye.sengun@zorlu.com)

Öz

Jeotermal su, gümüş, nikel, silika ve nadir toprak elementleri gibi çeşitli değerli ve kritik mineralleri içeren, sürdürülebilir ve çevre dostu mineral çıkarımı için umut verici bir kaynaktır. Bununla birlikte, tuzlu sudaki düşük mineral konsantrasyonları önemli bir zorluk teşkil etmekte ve büyük hacimlerde tuzlu suyun işlenmesini gerektirmektedir. Bu çalışma, rezervleri tahmin etmek için Monte Carlo simülasyonunun stokastik bir yaklaşımının yanı sıra bu rezervleri üreten kaynak kayayı bulmak için bir araştırma sunmaktadır. Jeotermal rezervuarlardan mineral çıkarma potansiyelinin ve bu potansiyeli sürdürmek veya artırmak için jeotermal akışkan tarafından çözünen kaynak kayanın araştırılması, çok düşük konsantrasyonlara sahip jeotermal akışkanlardaki kritik minerallerin tekno-ekonomik uygulanabilirliğini artıracak bir husustur. Bu çalışmada, jeotermal sahalardan kritik mineral üretiminin sürdürülebilmesi için su-kayaç etkileşimi iyileştirme uygulamaları ile mineral rezervlerinin sağlanması veya iyileştirilmesi için hangi rezervuar kayaçlarına odaklanılması gerektiği tartışılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Jeotermal, Kızıldere, mineral eldesi.

Abstract

Geothermal water is a promising resource for sustainable and environmentally friendly mineral extraction, containing a variety of valuable and critical minerals such as silver, nickel, silica and rare earth elements. However, low mineral concentrations in brine pose a significant challenge and require the processing of large volumes of brine. This study presents a stochastic approach of Monte Carlo simulation to estimate the reserves as well as an investigation to find out the source rock that generates these reserves. Investigating the potential for mineral extraction from geothermal reservoirs and the source rock dissolved by the geothermal fluid to sustain or increase this potential is an aspect that will increase the techno-economic viability of critical minerals in geothermal fluids with very low concentrations. In this study, it will be discussed in which reservoir rocks should be focused on to ensure or improve the mineral reserves by the implementation of water-rock interaction enhancement applications to be sustained critical mineral production from geothermal fields.

Keywords: *Geothermal, Kizildere, mineral extraction.*

Güney Nikel Lateritlerinde Hidrotermal Nikel Oluşumları

Hydrothermal Nickel Formations in Southern Nickel Laterites

Ahmet Sarıkaya (1)

(1)Ayazağa Mah. Kemerburgaz Cad. No: 48 İç Kapı No: 3 Sarıyer /İstanbul
(ahmet.sarikaya@2r2p.com)

Öz

Nikel, 1751 yılında İsveçli kimyager Baron Axel Fredrik Cronstedt tarafından keşfedilmesinden ve 1848 yılında Norveç'te ilk üretimi yapılmasından itibaren sürekli güncelliğini korumuş bir metaldir. Dünya rezervi %60 laterit ve %40 sülfürlü olarak raporlanmıştır. Türkiye'de nikel cevherleşmelerinin yaklaşık %85'inden fazlası lateritik nikel formunda bulunmaktadır. Türkiye genelinde %0.8 - %1.2 Ni tenörü aralığında raporlanmış 80 milyon tona yakın lateritik nikel bulunmaktadır. Buna karşılık, sülfürlü nikel formunda cevherleşmelerden standartlara uygun raporlama yapılmamıştır. Türkiye'de bu iki form haricinde güney lateritlerinden Osmaniye Yarpuz sahasında geniş yayılım gösteren hidrotermal nikel oluşumları tespit edilmiştir.

Amanos Madencilik Osmaniye ruhsat sahalarında yapılan nikel arama çalışmalarında bünyesinde yüksek tenörlü nikel ve demir içeren hidrotermal nikel oluşumları tespit edilmiştir. Bu oluşumlar ultrabazik yan kayaçlar arasında kalınlığı 6 m ile 20 m arasında değişen bir zon şeklinde K-G doğrultusunda konum sunmaktadır.

Hidrotermal nikel oluşumları gerek sert yapısı ve gerek yüksek nikel içeriği ile ülkemizde gözlenen lateritik cevherleşmelerinden bariz bir şekilde ayrılmaktadır. Oluşum süreçleri; Neotetisin güney kolu olan doğu Akdeniz kolunun kapanması ile yüzeyleyen ultrabazik kayaların yüzeysel şartlar altında liçlenerek lateritik istifin oluşması sonrasında jüvenil sular yardımı ile nikelin çözünmesi ve uygun yapısal unsurlarda birikmesi ile oluşmaktadır. Hidrotermal zon yapısal unsurlara ve litolojik yapıya bağlı olarak yayılım göstermektedir.

Hidrotermal nikel cevherleşmesi üzerinde yapılan XRD çalışmalarda özellikle kükürtlü bileşiklerin varlığı dikkat çekmektedir. XRD Rietweld analizlerinde pirit, markazit ve bravoit önemli dikkat çeken bileşiklerdir.

Anahtar Kelimeler: Hidrotermal nikel, laterit, markazit, pirit.

Abstract

Nickel has remained a significant metal since its discovery by Swedish chemist Baron Axel Fredrik Cronstedt in 1751 and its first production in Norway in 1848. The global reserve is reported to consist of 60% laterite and 40% sulfide. In Turkey, over 85% of nickel deposits are found in the form of lateritic nickel. Across Turkey, approximately 80 million tons of lateritic nickel with a grade of 0.8% - 1.2% Ni have been reported. However, no standardized reporting has been conducted for sulfide nickel deposits in Turkey. In addition to these two forms, hydrothermal nickel formations have been identified in the Yarpuz region of Osmaniye, widely distributed within the southern laterites of Turkey.

During nickel exploration studies conducted in Amanos Mining's licensed areas in Osmaniye, hydrothermal nickel formations containing high-grade nickel and iron were detected. These formation is located in a zone with a thickness ranging from 6 meters to 20 meters, oriented in a north-south direction among ultrabasic host rocks.

Hydrothermal nickel formations are distinctly different from the lateritic deposits observed in Turkey due to their hard structure and high nickel content. The formation processes of hydrothermal nickel involve the dissolution of nickel through juvenile waters and its accumulation in suitable structural features after the ultrabasic rocks, which surfaced due to the closure of the eastern Mediterranean branch of the southern Neotethys, underwent leaching under surface conditions, leading to the formation of the lateritic stack. The hydrothermal zone exhibits distribution depending on structural features and lithological composition.

XRD studies conducted on hydrothermal nickel deposits have particularly highlighted the presence of sulfur compounds. In XRD Rietveld analyses, pyrite, marcasite, and bravoite are notable compounds that stand out.

***Keywords**: Hydrothermal nickel, laterite, marcasite, pyrite.*

Kritik Mineraller için Alternatif Kaynaklar

Alternative Resources for Critical Minerals

Anıl Ardahanlıoğlu

Bluecap Resources Ltd. Goldfields House, 18A Gold Tops, Newport, NP20 4PH United Kingdom
(aa@bluecapresources.com)

Öz

Son yıllarda enerji dönüşümü, yeşil dönüşüm, yapay zekâ ve akıllı araçlar gibi hızla yenilenen ve gelişen teknolojilere ait kavramları sıkça duymaya başladık. Bu teknolojik gelişmelerin, onları destekleyecek madencilik kaynakları olmadan sürdürülemeyeceği ise açıktır. Teknolojiye ne kadar yatırım yapılırsa yapılsın, hammaddeye erişim sağlanamadığı takdirde bu yatırımlar âtıl duruma düşmektedir. Artık sadece özel girişimler değil, ülkeler de hammadde konusunda dışa bağımlı kalmamak adına stratejiler geliştirmektedir. Bu doğrultuda, her ülke kendi doğal kaynaklarını değerlendirerek, geleceği için kritik ve stratejik öneme sahip maden ve mineralleri belirlemektedir. Bu kaynakların sınıflandırılması yapılırken, üretim süreçlerinde doğal kaynaklar incelenmektedir. Örneğin, bir ülke için bakır kritik bir mineral olarak tanımlanmışsa, onun üretim kaynakları olarak doğal mineral yatakları ele alınmaktadır. Ancak kritik minerallerin birden fazla kaynağı olabilir

Geri dönüşüm süreçleri dışında, bir mineralin en önemli ikincil kaynağı, üretim süreçleri sonucunda oluşan atıklardır. Günümüzde teknolojik cevher zenginleştirme süreçlerinde ortaya çıkan başlıca atıklar flotasyon atıklarıdır. Ancak, özellikle Türkiye gibi binlerce yıldır madencilik faaliyetlerinin sürdüğü ülkelerde en önemli ikincil kaynak, maden cüruflarıdır.

Türkiye için belirlenmiş madenler için en önemli ikincil kaynaklardan biri de eski maden cüruflarıdır. Türkiye'de yaklaşık 20 milyon ton maden cürufu olduğu belirlenmiştir. Bu cürufların büyük bir kısmı, eski dönemlerde gerçekleştirilen kurşun-çinko madenciliği faaliyetleri sonucunda oluşmuştur. Ayrıca, bu cüruflar önemli miktarda kurşun (Pb), çinko (Zn), bakır (Cu), demir (Fe), altın (Au) ve gümüş (Ag) içermektedir. Bunun yanı sıra, bazı cüruf yığınlarında arsenik (As) ve özellikle galyum (Ga) gibi minerallerin varlığı da tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Enerji dönüşümü, kritik mineraller, maden cürufları.

Abstract

In recent years, we have frequently heard terms such as energy transition, green transformation, artificial intelligence, and smart vehicles, which belong to rapidly evolving and advancing technologies. It is well established that such technological advances cannot be sustained without a stable supply of mineral resources. Regardless of the level of investment in technology, the absence of access to raw materials inevitably renders these investments obsolete. As a result, not only private enterprises but also national governments are formulating policies to minimize their dependence on external sources of critical raw materials. In this context, each country is systematically assessing its domestic mineral potential and identifying the critical and strategic minerals essential for its economic and technological future. When categorizing mineral resources, primary production sources are typically examined first. For instance, if copper is designated as a critical mineral, its extraction is primarily associated with natural ore deposits. However, critical minerals may also be derived from secondary sources.

Beyond conventional recycling processes, one of the most significant secondary sources of critical minerals consists of the by-products and residues generated during metallurgical and beneficiation processes. In modern ore processing operations, flotation tailings constitute the primary type of mining waste. However, in countries like Turkey, where metallurgical and mining activities date back thousands of years, one of the most substantial secondary sources is historical mining slags.

One of the most important secondary resources for critical minerals identified for Türkiye, is historical mining slags. Studies indicate that Türkiye has approximately 20 million tons of mining slags deposits, with the majority originating from ancient lead-zinc smelting operations. These slags contain notable concentrations of lead (Pb), zinc (Zn), copper (Cu), iron (Fe), gold (Au), and silver (Ag). Furthermore, in specific slag deposits, the presence of arsenic (As) and strategic elements such as gallium (Ga) has been documented.

Keywords: *Critical minerals, energy transition, mining slags.*

Gökçeyayla (Han/Eskişehir) Bölgesindeki Grafit Yataklarının Karbon İzotop ve Oluşum Özellikleri

Carbon Isotope and Formation Characteristics of Graphite Deposits in the Gökçeyayla (Han/Eskişehir) Region

Metin Bağcı (1), Ahmet Yıldız (1), Eray Çakın (2)

(1) Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar
(2)Afyonkarahisar Valiliği İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü, Afyonkarahisar
(metbagci@gmail.com)

Öz

Eskişehir ili Han ilçesi Gökçeyayla, Akhisar, Peçene ve çevresinde yapılan bu çalışmada metamorfik kayaçlar içerisindeki grafitler incelenmiştir. Çalışma alanının temelinde Paleozoik yaşlı Afyon Metamorfitleri yer almaktadır. Grafit oluşumları şist ve mermer içerisinde bulunmaktadır. Triyas yaşlı Çakmak Kuvarsiti ve Loras Formasyonu Afyon Metamorfitleri üzerine uyumsuz olarak gelmektedir. Bu birimlerin üzerinde ise uyumsuz olarak Miyosen yaşlı Gebeceler Formasyonu ve Seydiler İgnimbiriti yer almaktadır. Arazi çalışmalarında grafit içeren kayaçlar ile yan kayaçlardan toplam 35 örnek alınmıştır. Amorf grafitlerden seçilen 10 örnekte ise ana oksit, iz ve nadir toprak element (NTE) analizleri ile duraylı izotop ($\delta^{13C, \delta18O}$) çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Jeokimyasal veriler inceleme alanındaki amorf grafitlerde en yüksek içeriğin SiO2 (%39.98 - 90.16) olduğunu göstermiştir. SiO2 içeriğinin artmasına karşılık diğer ana oksit içeriklerinin azaldığı gözlenmiştir. İnceleme alanından derlenen kayaçların grafitik karbon içerik değerlerinin en yüksek %8.59 olduğu belirlenmiştir. İz element içerikleri sırasıyla Rb (31.8ppm-205.7ppm), Sr (41.0ppm-291.9ppm), U (3.6ppm-68.8ppm) ve Zr (33.3ppm- 289.1ppm) içeriklerinin diğer iz elementlere göre tüm bölgelerde daha yüksek oranda zenginleştiği gözlenmiştir. Ayrıca, Eu element değerlerinde belirgin bir negatif anomali gözlenmiştir. İmceleme alanının jeolojik özellikleri ve karbon δ13C izotop bileşimi dikkate alındığında, Gökçeyayla grafit yatağının biyojenik kökenli bölgesel bir metamorfik grafit yatağı olduğu ve metamorfizmanın geç aşamasında sıvılarla etkileşime girdiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Cevher oluşumu, Gökçeyayla jeokimya, grafit yatağı, karbon izotopu.

Abstract

In this study, graphite in metamorphic rocks was investigated in Gökçeyayla, Akhisar, Peçene and surrounding areas of Han district of Eskişehir province. The Paleozoic Afyon Metamorphites are the basement unit of the study area. Graphite formations occurred in shale and marble. Triassic aged Çakmak Quartzite and Loras Formation unconformably overlie Afyon Metamorphites. Miocene aged Gebeceler Formation and Seydiler Ignimbrite unconformably overlie these units. A total of 35 samples were collected from graphite-bearing and host rocks during the field studies. Major oxide, trace and rare earth element (REE) analyses and stable isotope ($\delta^{13C, \delta18O}$) studies were performed on 10 samples selected from amorphous graphites. Geochemical data show that SiO_2 (39.98 - 90.16 wt%) is the highest content in the amorphous graphite-bearing rocks in the study area. It was observed that as the SiO_2 content increased, the contents of other major oxides decreased. It was determined that the highest graphitic carbon content value of the rocks collected from the study area was 8.59%. It was observed that the trace element contents of Rb (31.8ppm-205.7ppm), Sr (41.0ppm-291.9ppm), U (3.6ppm-68.8ppm) and Zr (33.3ppm-289.1ppm) were enriched at higher rates than other trace elements in all regions, respectively. In addition, a significant negative anomaly was observed in Eu element values. Considering the geological features of the study area and carbon δ13C isotope composition, it was concluded that the Gökçeyayla graphite deposit is a regional metamorphic graphite deposit of biogenic origin and interacted with fluids in the late stage of metamorphism.

Keywords: *Carbon isotope, graphite deposit, Gökçeyayla geochemistry, ore formation.*

Türkiye'nin Neojen Havzaları: Lityum Kaynak Potansiyelleri

Neogene Basins of Türkiye: Lithium Resources Potentials

Anıl Ardahanlıoğlu

Bluecap Resources Ltd. Goldfields House, 18A Gold Tops, Newport, NP20 4PH United Kingdom
(aa@bluecapresources.com)

Öz

Gelişen teknolojinin sunduğu imkânların sürdürülebilir olmasında en büyük engel, hammaddelerin sınırlı olmasıdır. Bu duruma en canlı örneği, şüphesiz ki özellikle son yıllarda adından büyük ölçüde söz ettiren, "son teknoloji" ürünleri elektrikli araçlardır. Bu araçlarda akla ilk gelen otomobiller olsa da çeşitli amaçlara hizmet eden diğer araçlar da mevcuttur. Bu araçların tamamı ihtiyaç duydukları enerjiyi çeşitli altyapılara sahip "bataryalar" dan sağlamaktadır. Yine bu araçlar ürettikleri enerjileri de bu "bataryalar" aracılığıyla depolamaktadır. Mevcut ve gelişen teknoloji enerji verimliliği üzerinde özenle çalışmakta, diğer yandan da sınırlı hammadde ihtiyacını karşılamakta güçlük çekmektedir.

Bu kapsamda ihtiyaç duyulan en önemli hammaddelerden biri de lityumdur. Lityuma ait başta politik sebepler olmak üzere, arz/talep dengelerinin hassaslığı, arama-üretim-tedarik koşulları, teknolojik gelişmeler neticesinde değişen piyasa koşularıyla birlikte lityum ve benzeri batarya hammaddelerinde oluşan bu hareketlilik sonuç olarak lityumun birçok ülkenin kritik mineraller listesinde yer almasına neden olmuştur.

Tüm bu bilgiler göz önünde bulundurulduğunda, Türkiye'ye ait potansiyel lityum kaynakları da daha önemli hale gelmiştir. Lityumun belirli doğal kaynaklarından biri olan görsel ortam oluşumları, Anadolu paleocoğrafyası düşünüldüğünde önemli potansiyel kaynak alanı sunmaktadır. Özellikle Neojen havzaları sahip oldukları jeolojik özellikleriyle lityum, trona, bor vb. yataklara sahiplik yapmaktadır. Bor ve trona ile benzer ortamlarda oluşan; ancak yeterince önem verilmemiş lityum açısından düşünüldüğünde Türkiye'nin Neojen havzaları önemli ekonomik değere sahip olma potansiyeli göstermektedir. Bu duruma örnek olarak başlangıç olarak Kırka (bor) ve Ters Akan Gölü (Soda) yatakları verilebilir. Bu, iki farklı hammadde üretimi yapılan Neojen havzasında da lityum varlığı bilinmektedir.

Anahtar Kelimeler: Elektrikli araçlar, kritik mineraller, lityum, neojen havzalar.

Abstract

The biggest obstacle to the sustainability of the opportunities offered by developing technology is the limited raw materials. The most vivid example of this situation is undoubtedly the "state-of-the-art" electric vehicles, which have become widely popular, especially in recent years. Although these vehicles are the first ones that come to mind, there are also other vehicles that serve various purposes. All these vehicles supply the energy they need from "batteries" with various infrastructures. Again, these vehicles store the energy they produce through these "batteries". While the current and developing technology works diligently on energy efficiency, it also has difficulty in meeting the limited raw material need.

In this context, one of the most important raw materials required is lithium. This movement in lithium and similar battery raw materials, along with the sensitivity of supply/demand balances, exploration-production-supply conditions, and changing market conditions due to technological developments, primarily political reasons for lithium, has resulted in lithium being included in the critical minerals list of many countries.

Considering all this information, potential lithium resources belonging to Türkiye have also become more important. Visual environment formations, which are one of the specific natural sources of lithium, offer an important potential resource area when the Anatolian paleogeography is considered. Especially Neogene basins, with their geological features, host lithium, trona, boron, etc. deposits. When considered in terms of lithium, which is formed in similar environments with boron and trona but has not been given sufficient importance, Türkiye's Neogene basins show the potential to have significant economic value. As an example of this situation, Kırka (boron) and Ters Akan Lake (Soda) deposits can be given. Lithium is also known to exist in the Neogene basin where these two different raw materials are produced.

Keywords: *Critical minerals, electrical vehicles, lithium, neogene basins.*

Orta Anadolu Kristalen Kompleksi'nin Kuzey Doğusunda Bulunan Nadir Toprak Elementlerce Zenginleşmiş Alkalen Komplekslerin Kökeni ve Tektono-Magmatik Evrimi

The Origin and Tectono-Magmatic Evolution of Rare Earth Elements-Enriched Alkaline Complexes from the North-East of Central Anatolian Crystalline Complex

Okay Çimen (1), Mehmet Ali Gücer (2), Yalçın Ersoy (3), İbrahim Uysal (4), Cüneyt Akal (3), Cahit Dönmez (5), Haşim Ağrılı (5), Turgut Çolak (5)

(1) Toya Holding, Maden Arama Bölümü, Ankara, Türkiye
(2) Gümüşhane Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Gümüşhane, Türkiye
(3) Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İzmir, Türkiye
(4) Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Trabzon, Türkiye
(5) Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye
(okaycimen@gmail.com)

Öz

Orta Anadolu Kristalen Kompleksi'nin kuzeydoğu bölümünde yer alan Karaçayır, Davulalan ve Hayriye Plütonları, nadir toprak elementler (NTE) açısından zengin intrüzif kompleksler olarak dikkat çekmektedir. Paleozoyik yaşlı Akdağ Metamorfitlerini kesen bu plütonlar, Neojen örtü birimler tarafından uyumsuzluk ile üzerlenmektedir. Bu intrüzif kompleksler büyük oranda siyenit, nefelin siyenitten ve daha az miktarda karbonatitlerden meydana gelmektedir. Dayk ve damar şeklinde gözlenen karbonatitler, siyenit ve nefelinli siyenitleri kesmektedir. Bu çalışma bahsi geçen intrüzif kütlelerin kökeni ve tektonomagmatik gelişimini daha iyi anlamak için petrografi, tüm kayaç jeokimya, mineral kimyası ve zirkon U-Pb yaş verileri sunmaktadır.

Siyenit ve nefelinli siyenitler alkalen kimyaya sahip olup çarpışma sonrası granitoyitler ile benzer jeokimyasal özellikler sunmaktadır. Primitif manto ve kondrite normalize edilmiş jeokimyasal dağılımlar karbonat damar ve dayklarının sedimanter karbonatlardan ziyade magmatik kökenine işaret etmektedir. Jeokimyasal veri tekli ana ergiyiğin kapalı sistem fraksiyonel kristallenmesi gibi ergiyik farklılaşması ile uyumlu değildir ve bu nedenle açık bir sistemden türemeye işaret etmektedir. NTE'lerce zengin (>2500 ppm) karbonatitler üzerinde yürütülen mineral kimyası çalışmaları, nadir toprak minerali olarak bastnazit ve allanit minerallerinin varlığını göstermektedir. Siyenit ve nefelin siyenit örneklerinden elde edilen zirkon U-Pb verileri 64±0,6 My ve 66±1 My arasında değişen yaşlar sunmakta ve bu intrüziflerin Geç Kretase-Erken Paleosen döneminde oluştuğuna işaret etmektedir.

Burada sunulan tüm veriler Orta Anadolu Kompleksi kuzeydoğu bölümünde yer alan NTE'lerce zengin alkalen plütonların Anatolid-Torit Platformunun Orta Anadolu ofiyolitlerinin yerleşimi ve Sakarya Zonu ile çarpışmasını takiben oluşan çarpışma sonrası tektonik ortam içerisinde zengin ve heterojen bir manto kaynağından oluştuğuna işaret etmektedir. Bu çalışma TÜBİTAK tarafından 121Y538 numaralı proje ile desteklenmekte ve detaylı radyojenik-duraylı izotop analizleri ve Ar-Ar jeokronoloji çalışmaları ile devam edecektir.

Anahtar Kelimeler: Alkalen kompleksler, çarpışma-sonrası tektonik ortam, mineral kimyası, nadir toprak elementleri, tüm kayaç jeokimyası, zirkon U-Pb yaşlandırma.

Abstract

The Karaçayır, Davulalan and Hayriye plutons, located in the northeastern part of the Central Anatolian Crystalline Complex, are intrusive rock complexes rich in rare earth elements (REEs). They cut the Paleozoic Akdağ Metamorphics and are unconformably overlain by Neogene cover units. These intrusive complexes are composed of mainly syenite, nepheline syenite, and a lesser amount of carbonatites. Carbonatites are observed as dykes and veins, and they cut syenite and nepheline syenite rocks. The study presents a combined petrography, whole rock geochemistry, mineral chemistry and zircon U-Pb age data from these intrusive units for a better understanding of their genesis and tectonomagmatic evolution.

Syenites and nepheline syenites are in alkaline nature and exhibit similar geochemical characteristics similar to those of post-collision granitoids. The primitive mantle and chondrite normalized geochemical distributions of carbonate veins and dykes suggest a magmatic origin rather than sedimentary carbonates. The geochemical data cannot be reconciled with melt differentiation involving closed system fractional crystallization of a single parental melt and therefore indicate a derivation from an open system. Mineral chemistry studies performed on the REEs-enriched carbonatites (>2500 ppm) show the presence of bastnasite and allanite as rare earth minerals. The zircon U-Pb data obtained from syenite and nepheline syenite samples yielded ages ranging between 64±0.6 Ma and 66±1 Ma, and indicate that these intrusive rocks were formed during the Late Cretaceous-Early Paleocene interval.

Overall, the analytical data reported here indicate that REEs-enriched alkaline plutons located in the northeast of the Central Anatolian Complex were formed from an enriched and heterogeneous mantle source in the post-collision tectonic environment following the collision of the Anatolide-Tauride Platform with the Central Anatolian ophiolites and the Sakarya Zone. This study is supported by TÜBİTAK under the grant number 121Y538 and will continue with detailed radiogenic-stable isotope analyses and Ar-Ar geochronology studies.

Keywords: *Alkaline complexes, post-collision tectonic environment, rare earth elements, whole rock geochemistry, zircon U-Pb dating.*

Kritik Metallerce (Ni-Co-V-Pt) Zengin Dilli Manganez Yatağının (Erzincan-Türkiye) Mineralojisi, Jeokimyası ve Kökeni

Mineralogy, Geochemistry and Genesis of the Critical Metals (Ni-Co-V-Pt)-rich Dilli Manganese Deposit (Erzincan-Türkiye)

Okay Çimen (1), Mehmet Ali Gücer (2), Serdar Keskin (3), Alican Aktağ (4)

(1)Toya Holding, Maden Arama Bölümü, Ankara, Türkiye
(2)Gümüşhane Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Gümüşhane, Türkiye
(3)Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Doğu Karadeniz Bölge Müdürlüğü, Trabzon, Türkiye
(4)Munzur Üniversitesi Coğrafya Bölümü, Tunceli, Türkiye
(okaycimen@gmail.com)

Öz

Kritik mineraller (örn. NTE, Li, Ni, Co, Mn, V vb.) elektrikli araçlar ve yenilebilir enerji altyapıları gibi yeşil teknoloji endüstrilerindeki üretim aktiviteleri için esas bileşenler pozisyonundadır. Bu nedenle, yeşil teknolojilere dönüşümde ana tedarikçinin Çin olması, güvenilir ve kesintisiz tedarik zincirlerinin kurulmasını zorunlu kılmaktadır. Bu çalışmada, Türkiye'deki diğer manganez yatakları ile kıyaslandığında yüksek Ni, Co, V ve Pt değerleri ile karakterize edilen Dilli yatağındaki manganez cevherinden petrografi, tüm kayaç jeokimya ve duraylı izotop verileri içeren kombine bir veri seti sunulmuştur. Bu veriler Türkiye'nin kritik mineral potansiyelini daha iyi anlamamızda kilit bir rol oynamaktadır.

Dilli manganez cevheri Geç Triyas-Geç Kretase yaşlı kristalize kireçtaşları ve Geç Kretase yaşlı serpantinize ultramafik kayaçların arasındaki bindirme dokanağına yerleşmiştir. Yaklaşık 10 m kalınlığa sahip olup bu tektonik zon boyunca merceksi bir geometri sunmaktadır. Yatağın cevher mineralleri büyük oranda piroluzit ve psilomelandan meydana gelmektedir. Buna karşın, örneklerdeki gang mineralleri ise genellikle kuvars ve karbonat mineralleri ile temsil edilmektedir. Tüm kayaç jeokimya verilerine göre; manganez örnekleri yüksek Ni (3180 ppm'e varan), Co (2570 ppm'e varan) ve Pt (410 ppb'ye varan) değerler ile karakterize edilmektedir. Bunlara ilaveten, yüksek Ba (>%1), Cu (899 ppm'e varan), Zn (568 ppm'e varan) ve Pb (9500 ppm'e varan) değeri de ayrıca dikkat çekmektedir. Bu yüksek değerler manganez örneklerinin hidrotermal kökenli olabileceğini işaret etmektedir. Dahası, cevher örneklerinden toplanan karbonat minerallerinin δ18OSMOW ve δ13CPDB (‰) değerleri sırasıyla +20.5 ile +22‰ ve -8.7 ile -7‰ arasında değişmekte olup dünya geneli hidrotermal karbonatların değerleri ile uyumluluk göstermektedir.

Burada sunulan tüm analitik veriler Dilli yatağındaki manganez cevherinin ultramafik kayaçlar ve kireçtaşları içerisinde meydana gelen hidrotermal aktiviteler sonucu oluşmuş olabileceğini ortaya koymaktadır. Şu not edilmelidir ki Ni, Co, V ve Pt değerleri Mn ile birlikte mafik-ultramafik kayaçlardan süpürülmüş ve tektonik kontak boyunca depolanmış olabilir. Bu çalışma Gümüşhane Üniversitesi tarafından (GÜBAP) 23.F5114.04.01 numaralı proje ile desteklenmektedir ve yüksek Ni, Co, V ve Pt değerlerinin mineralojik karakteristiklerinin belirlenmesi amacıyla detaylı mineral kimyası çalışmaları ile devam edecektir.

Anahtar Kelimeler: Duraylı izotoplar, hidrotermal aktivite, kritik mineraller, manganez, tüm kayaç jeokimya.

Abstract

Critical raw minerals (e.g., REE, Li, Ni, Co, Mn, V etc.) are essential components for production activities in green-tech industries such as electric vehicles and renewable energy infrastructures. Therefore, reliable and uninterrupted supply chains must be established during the transformation to green-techs since they are mainly controlled by China. In this study, we report a combined dataset including petrography, whole rock geochemistry and stable isotope data for manganese ore from the Dilli Deposit, which is characterized by high Ni, Co, V and Pt values compared to those from other manganese deposits in Türkiye. These data play a key role to better understand critical raw minerals potential in Türkiye.

The Dilli manganese ore was emplaced in a thrust contact between Late Triassic-Late Cretaceous aged crystallised limestones and Late Cretaceous aged serpentinised ultramafic rocks. It has ~10 m thickness and displays lenticular geometry along this tectonic zone. The ore minerals of the deposit are mainly composed of pyrolusite and psilomelane. Contrary, the gang minerals in the samples are mostly represented by quartz and carbonate minerals. According to the whole rock geochemical data, the manganese samples are characterized by elevated Ni (up to 3180 ppm), Co (up to 2570 ppm), V (up to 1730 ppm) and Pt (up to 410 ppb) values. In addition to these, high Ba (>%1), Cu (up to 889 ppm), Zn (up to 568 ppm) and Pb (up to 9500 ppm) values are also noteworthy. These elevated values indicate that the manganese samples may be related to hydrothermal origin. Moreover, the δ18OSMOW and δ13CPDB (‰) values for carbonate minerals collected from ore samples vary between +20.5 to +22‰ and -8.7 to -7‰, respectively, and overlap those from hydrohermal carbonates worlwide.

The overall analytical data reported here reveal that the manganese ore from the Dilli deposit could have been formed as a result of hydrothermal activities occured within the ultramafic rocks and limestones. It must be noted that Ni, Co, V and Pt values could have been scavenged from mafic-ultramafic rocks together with Mn and deposited along the tectonic contact. The study is supported by Gümüşhane University (GÜBAP) under the grant number 23.F5114.04.01 and will continue with detailed mineral chemistry analyses in order to determine mineralogical characteristics of elevated Ni, Co, V and Pt values.

Keywords: *Critical raw minerals, hydrothermal activity, manganese, stable isotopes, whole rock geochemistry.*

Nadir Toprak Elementi İçeren Minerallerin Yeşil Kimya Prosesleri ile Liç Edilme Olanaklarının İncelenmesi

Investigation of Leaching Possibilities of Rare Earth Element Containing Minerals by Green Chemistry Processes

Salih Cihangir (1), Naim Aslan (1), Nagihan Karaaslan Ayhan (2), Okay Çimen (1), Ceren Erüst Ünal (1), Mücahit Oflaz (3), Hacı Mehmet Aydoğdu (3), Ferzan Fidan (3)

(1) Nadir Toprak Elementleri Uygulama ve Araştırma Merkezi, Munzur Üniversitesi, Tunceli, 62000, Türkiye
(2) Tunceli Meslek Yüksek Okulu, Kimya ve Kimyasal İşleme Teknolojileri Bölümü Laboratuvar Teknolojisi Programı, Munzur Üniversitesi, Tunceli, 62000, Türkiye
(3) Lisans Üstü Eğitim Enstitüsü, Stratejik Hammaddeler ve İleri Teknoloji Uygulamaları İhtisaslaşma Koordinatörlüğü, Munzur Üniversitesi, Tunceli, 62000, Türkiye
(salihcihangir@munzur.edu.tr)

Öz

Bastnazit minerallerinin liç işlemi genellikle dünyanın çevre ajanslarını ilgilendiren güçlü asidik veya bazik çözücüler gerektirir. Farklı ülkeler, liç çözelti ve kimyasal katkı maddeleri için taşımadan ticaretine kadar çeşitli yasaklar uygular. Bazıları çevresel olarak kısıtlanmamış olsa da çalışmaları laboratuvar ölçekli denemelerin ötesine taşımak genellikle oldukça maliyetlidir ve bu çalışmalar genellikle bilinen dergilerde makale olarak sonuçlanmaktadır. Son yıllarda literatürde, iyonik sıvı, derin ötektik çözelti, doğal derin ötektik çözelti, susuz çözelti gibi isimler ile anılan çözelti girdilerinin tamamı yeşil kimya sınıfında olan karışımlar ile düşük maliyetli su içermeyen çözeltiler hazırlanmış ve daha sonra bu çözeltiler nadir toprak elementi karbonatlarını hem bireysel hem de onların çoklu karışımlarını liç etme performansları açısından incelenmiştir. Uygulama yapılan çözelti türüne göre değişmekle beraber farklı nadir toprak elementlerinin sinerjistik etki sebebi ile çoklu karışımda liç verimlerinin arttığı ancak genel tabloda düşüş meyillinin olduğu gözlemlenmiştir. Çalışmada üretilen çözeltiler endüstriyel uygulama alanlarında kullanmak için tasarlandığından bu çözeltilerin yüksek verimlilikte liç etme performanslarının tespiti kadar bu çözeltilerin viskozite ve iletkenlik gibi ikincil proseslerde hayati öneme sahip özellikleri ön planda tutulmuş ve bu doğrultuda çözelti seçimine gidilmiştir. Çalışma sonucunda hem bireysel nadir toprak elementlerini liç etme hem de çoklu nadir toprak elementi karışımlarını liç etme açısından elde edilen sonuçlar geliştirilen çözeltilerin endüstride kullanılan kuvvetli asitlerin yerini alabileceğine dair umut vaat etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bastnazit minerali, liç prosesi, yeşil kimya.

Abstract

Leaching of bastnäsite minerals usually requires strong acidic or basic solvents that concern the world's environmental agencies. Different countries impose various bans on leaching solutions and chemical additives, ranging from transportation to trade. Although some are not environmentally restricted, it is often quite costly to carry studies beyond laboratory-scale experiments, and these studies usually end up as articles in well-known journals. In recent years, these types of solutions are referred in literature as ionic liquid, deep eutectic solution, natural deep eutectic solution, non-aqueous solution, and low-cost water-free solutions have been prepared, and then these solutions have been examined in terms of their leaching performances for rare earth element carbonates both for individual and multiple mixtures. It has been seen that the leaching abilities of different rare earth elements improve when mixed with other elements, though this depends on the type of solution used. This is due to the synergistic effect that occurs in multi-mixtures. Still, there is a tendency to decrease leaching efficiency for multi-mixture carbonates in the general picture. Since the solvents produced in the study were designed for use in industrial application areas, significant properties, such as viscosity and conductivity, were prioritized, and the solvent preparation was made accordingly. The study's findings on both the leaching of single rare earth carbonates and the leaching of mixtures of multiple rare earth carbonates can be used as a replacement alternative for the strong acids that are currently used in the industry.

Keywords: *Bastnäsite mineral, green chemistry, leaching processes.*

Birincil ve İkincil Kaynaklardan Nadir Toprak Elementlerinin Sürdürülebilir Ekstraksiyonu

Sustainable Extraction of Rare Earth Elements from Primary and Secondary Resources

Ceren Erüst

Munzur Üniversitesi Nadir Toprak Elementleri Uygulama ve Araştırma Merkezi (MUNTEAM), Aktuluk Yerleşkesi, TR62100, Merkez/Tunceli
(cerenunal@munzur.edu.tr)

Öz

Nadir toprak elementleri (NTE), malzemelerin enerji, korozyon, manyetik, mekanik, optik ve termal özelliklerini geliştirmesi sayesinde yüksek katma değerli ürünlerin üretilmesinde kritik öneme sahiptir. Modern teknolojiler için ihtiyaç duyulan NTE'ler, genellikle karbonatlar, fosfatlar, silikatlar ve oksitler olarak sınıflandırılan nadir toprak mineralleri (NTM) adı verilen 250 mineralde yoğunlaşsa da, elektronik konfigürasyonları nedeni ile bastnazit ((La, Ce, Y)CO_3F) gibi karbonatitler, monazit ((La, Ce, Nd)PO_4) ve ksenotim (YPO_4) gibi fosfat cevherleri ve iyon adsorpsiyonlu kil dahil olmak üzere ekonomik olarak uygulanabilir yalnızca birkaç birincil NTE kaynağı vardır. İki değerlikli, üç değerlikli ve dört değerlikli NTE'lerin çözelti kimyasından faydalanılarak ektraksiyon işlemleri sağlanmaktadır. Lantandan lütesyuma doğru iyonik yarıçapın azalmasıyla oluşan küçük baziklik farklar, NTE'lerin ekstraksiyonunda seçici olarak kullanılmakta ve kristalizasyon, çöktürme, iyon değişimi ve çözücü ekstraksiyonu gibi sürdürülebilir ekstraksiyon proseslerinin temelini oluşturmaktadır.

NTE içeren ikincil kaynakların geri dönüşüm yoluyla ekstraksiyonu, NTE arzının uzun vadeli sürdürülebilirliğini sağlamanın potansiyel yollarından biridir. Kentsel madencilik, endüstriyel simbiyoz ve döngüsel ekonomi gibi sürdürülebilirlik stratejileri NTE'ler başta olmak üzere kritik metallerin yeni tedariklerini gerçekleştirmek için yollar önermektedir. Bu çalışma, birincil kaynakların yanı sıra endüstri yan ürünlerinden (örn. uçucu küller, kırmızı çamur) ve elektronik atıklardan (örn. NdFeB mıknatıslar, nikel metal hidrit piller ve floresan lambalar) NTE'lerin ekstraksiyonu için ikincil kaynak potansiyelini de ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Cevher, ekstraksiyon, elektronik atık, geri dönüşüm, nadir toprak elementleri.

Abstract

Rare earth elements (REEs) are critical to the production of high value-added products by improving the energy, corrosion, magnetic, mechanical, optical and thermal properties of materials. Although the REEs needed for modern technologies are concentrated in 250 minerals called rare earth minerals (REEs), which are generally classified as carbonates, phosphates, silicates and oxides, due to their electronic configurations, there are only a few economically viable primary REE sources, including carbonatites such as bastnasite ((La, Ce, Y)CO_3F), phosphate ores such as monazite ((La, Ce, Nd)PO_4) and xenotime (YPO_4), and ion adsorption clays. Extraction processes of divalent, trivalent and quadrivalent REEs are provided by utilizing aqueous chemistry. Small basicity differences resulting from the decrease in ionic radius from lanthanum to lutetium are selectively used in the extraction of REEs and form the basis of sustainable extraction processes such as crystallization, precipitation, ion exchange and solvent extraction.

Recycling of secondary resources containing REEs is one of the potential ways to ensure long-term sustainability of REE supply. Sustainability strategies such as urban mining, industrial symbiosis and circular economy offer avenues to realize new supplies of critical metals, especially REEs. This study reveals the secondary source potential for the extraction of REEs from primary sources as well as industrial by-products (e.g. fly ashes, red mud) and electronic wastes (e.g. NdFeB magnets, nickel metal hydride batteries and fluorescent lamps).

Keywords: *Electronic waste, extraction, rare earth elements, recycling, ore.*

ENERJİ HAMMADELERİ VE KÖMÜR OTURUMU

Energy Raw Materials and Coal Session

Yılmaz BULUT, Ali İhsan KARAYİĞİT, Emine SÜTÇÜ

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

Türkiye Termik Santrallerinin Besleme Kömürlerinde ve Kömür Küllerinde Nadir Toprak Elementlerinin Dağılımı

Distribution of Rare Earth Elements in the Feed Coals and Coal Ashes of Turkish Thermal Power Plants

Emine Cicioğlu Sütcü (1), Gökçe Gürtekin (1), Nihal Görmüş (1)

(1) Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Maden Analizleri ve Teknolojisi Dairesi, 06530, Ankara, Türkiye (sutcuemine@gmail.com)

Öz

Gelişen teknolojiye paralel olarak kritik hammaddelere olan talep gün geçtikçe artmaktadır. Yeşil enerji teknolojileri, tıbbi görüntüleme uygulamaları, telekomünikasyon ve malzeme bilimleri gibi geniş kullanım alanları olan nadir toprak elementlerinin geleceğimizin önemli hammaddeleri olacağı öngörülmektedir. Dünya'da özellikle Amerika Birleşik Devletleri, Çin ve Rusya'da kömür ve kömür küllerinin nadir toprak elementleri açısından birer kaynak olabileceği düşüncesiyle birçok çalışma yürütülmektedir. Bu çalışma kapsamında Türkiye'deki termik santrallerde kullanılan kömür ve kömür yakımı sonrası ortaya çıkan küllerin nadir toprak element içerikleri ve bu elementlerin hangi mineral ve fazlarla birlikte bulunduğu araştırılmıştır. Tunçbilek, Soma-Torku, Soma-Kolin, Çan 18 Mart, Tufanbeyli, Elbistan B, Çayırhan, Yatağan, Kemerköy, Yeniköy ve Çatalağzı Termik santrallerinden besleme kömür, taban külü ve uçucu kül numuneleri alınmıştır. İncelenen numunelerde toplam nadir toprak elementleri ve itriyum (NTE+Y) içeriği besleme kömürlerde 42,5-195,4 µg/g, taban küllerinde 33,8-245,1 µg/g, uçucu küllerde ise 42-296,2 µg/g arasında değişmektedir. En yüksek NTE+Y içeriği Soma-Kolin Termik Santrali'ne ait besleme kömür ve uçucu külünde ve Yatağan Termik Santrali'nin taban külünde tespit edilmiştir. Dünya kömür (68,5 µg/g) ve kömür külü (404 µg/g) ortalamaları dikkate alınarak hesaplanan konsantrasyon katsayılarına (CC) göre Soma-Torku, Soma-Kolin ve Çan-18 Mart termik santrallerine ait besleme kömürlerde toplam NTE+Y bakımından hafif zenginleşme gözlenirken, tüm termik santrallerin taban ve uçucu küllerinde toplam NTE+Y içeriklerinin normal veya normalin altında olduğu tespit edilmiştir. Besleme kömürlerin NTE+Y değerleri, Üst Kıtasal Kabuk (UCC) ortalamalarıyla karşılaştırıldığında, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Gd, Tb, Tm, Y, Yb ve Lu elementlerinin genel olarak UCC değerlerinden daha yüksek olduğu görülmüştür. Soma-Torku, Soma-Kolin, Tufanbeyli ve Çayıhan termik santrallerine ait olanlarda kritik olmayan NTE'lerin (La, Pr, Sm, Gd), Tunçbilek ve Çatalağzı kömürlerinde bol bulunan NTE'lerin (Ce, Ho, Tm, Yb, Lu), Yatağan, Kemerköy, Yeniköy, Elbistan B, ve Çan 18 Mart termik santrallerinin kömürlerinde is kritik NTE'lerin (Nd, Eu, Tb, Dy, Er, Y) diğer termik santral numunelerindeki değerlerden daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Kömür küllerinde ise kritik ve kritik olmayan NTE'lerin Soma-Kolin, Soma-Torku, Yatağan, Tufanbeyli ve Çan 18 Mart termik santrallerinde belirgin şekilde yüksek olduğu gözlenmiştir. Bol bulunan NTE'ler ise Soma-Kolin, Yatağan ve Çan 18 Mart termik santrallerine ait küllerde gözlenmiştir. Besleme kömürlerde NTE'ler genellikle fosfat mineralleriyle birlikte bulunurken, kömür küllerinde çoğunlukla camsı faz ve melilit mineraliyle birlikte bulunduğu gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Termik santral, besleme kömür, uçucu kül, nadir toprak elementleri

Abstract

In parallel with technological developments, demand for rare Earth elements (REE) has increased in recent years. It has been foreseen that they will be important raw materials of the future due to large utility areas such as green technologies, medical imaging applications, telecommunications, and material sciences. Many studies have been conducted on coal and coal ashes for being REE sources in the World, especially, in the USA, China, and Russia. Within the scope of this study, the REE concentrations and mineral-element associations in the feed coals, bottom and fly ashes of Turkish power plants have been studied. The samples were taken from the Tunçbilek, Soma-Torku, Soma-Kolin, Çan *18 Mart, Tufanbeyli, Elbistan B,* Çayırhan*, Yatağan, Kemerköy, Yeniköy, and* Çatalağzı *Thermal Power Plants. The REE concentrations vary between 42.5-195.4 µg/g in the feed coals, 33.8-245.1 µg/g in the bottom ashes, and 42-296.2 µg/g in the fly ashes. The highest REE concentrations were determined in the feed coal and fly ash of the Soma-Kolin Thermal Power Plant, and bottom ash of the Yatağan Power Plant. The REE concentrations in the feed coals of Soma-Kolin and* Çan *18 Mart thermal power plants show slightly enrichments whereas the bottom and fly ash samples of all power plants have normal or depleted levels according to the concentration coefficient (CC) values calculated by the NTE+Y concentrations of the World coal (68.5 µg/g) and coal ash (404 µg/g) averages. When the NTE+Y values of the feed coals were compared to the Upper Continental Crust values (UCC), La, Ce, Pr, Nd, Sm, Gd, Tb, Tm, Y, Yb, and Lu elements are generally higher than the UCC values. On the other hand, uncritical REEs (La, Pr, Sm, and Gd) in the Soma-Torku, Soma-Kolin, Tufanbeyli, and* Çayırhan *thermal power plants, excessive REEs (Ce, Ho, Tm, Yb, and Lu) in the Tunçbilek ve* Çatalağzı *thermal power plants, and critical REEs ((Nd, Eu, Tb, Dy, Y, ve Er) in the Yatağan, Kemerköy, Yeniköy, Elbistan B, and* Çan *18 Mart thermal power plants are higher than in the other power plant feed coals. In coal ashes, critical and non-critical REEs were observed to be significantly high in Soma-Kolin, Soma-Torku, Yatağan, Tufanbeyli, and* Çan *18 Mart thermal power plants. Excessive REEs have higher concentrations in the ashes of Soma-Kolin, Yatağan, and* Çan *18 Mart thermal power plants. It was observed that REEs are generally found together with phosphate minerals in the feed coals. Whereas, they are associated with glass phases or melilite minerals in the bottom and fly ash samples.*

Keywords: *Thermal Power plant, feed coal, fly ash, rare earth elements.*

Petrografik Gözlemler Işığında Kömür Oluşum Fasiyes Koşullarının Değerlendirilmesine Bir Örnek: Erken Miyosen Yaşlı Yörgüç ve Ömerler Kömürleri (Tunçbilek Sahası, Batı Anadolu)

Assessment of Coal-Forming Environments with Coal Petrographic Observations: A Case Study from Miocene Yörgüç and Ömerler coals (Tunçbilek Basin, Western Anatolia)

Yakup Çelik (1), Ali İhsan Karayiğit (2), Rıza Görkem Oskay (3)

(1) İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Avcılar-İstanbul/Türkiye
(2) Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Beytepe-Ankara/Türkiye
(3) Hacettepe Üniversitesi, Başkent OSB Teknik Bilimler MYO, Sincan-Ankara/Türkiye
(aik@hacettepe.edu.tr)

Öz

Batı Anadolu'da geç Senozoyik boyunca gelişen bölgesel tektonik hareketler sonucunda birçok graben havzası oluşmuş ve havza dolgularında Erken-Orta Miyosen yaşlı fluviyal ve gölsel birimler içerisinde ekonomik olarak işletilebilecek kalınlıklara sahip önemli kömür oluşumları meydana gelmiştir. Bu oluşumların en güzel örneklerinden birini Tunçbilek (Kütahya) kömür sahası oluşturmaktadır. Bu sahada Miyosen yaşlı Tunçbilek Formasyonun alt kesimlerinde gölsel birimler içerisinde (Demirbilek Üyesi) 2 ila 20 m arasında kalınlık sunan bir kömür tabakası bulunmaktadır. Bu çalışma kapsamında Tunçbilek sahasında Yörgüç ve Ömerler işletmelerinde işletilen kömür tabakasından profil örneklemesi şeklinde toplam 26 adet örnek alınmış, bunların kaba kimyasal ve kömür petrografisi analizleri yapılmış ve sonuçlar çalışma amacı doğrultusunda yorumlanmıştır. İncelenen örneklerde havada kuru bazda geniş bir aralıkta kül içeriği (%6,9-67,2) ve üst ısıl değerleri (1706-6557 kcal/kg) gözlenmiştir. Örneklerin toplam kükürt içerikleri ise genellikle havada kuru bazda %1 civarında ölçülmüştür. Hüminit grubu maseraller örneklerde hakim maseral grubu (mineral maddesiz bazda %56,1-97,0) iken inertinit (mineral maddesiz bazda %0,2-7,1) ve liptinit (mineral maddesiz bazda %1,2-12,9) grubu maseralleri genellikle değişken yüzdeler sunmaktadır. Örneklerdeki en yaygın hüminit grubu maseralleri ulminit ve korpohüminit iken detrohüminit grubu maseralleri ise genellikle kül yüzdesinin yüksek olduğu örneklerde kısmen yüksek yüzdeler sunmaktadır. Sporinit ve resinit örneklerdeki en yaygın liptinit grubu maseralleridir. İnertinit, Yörgüç kömürlerinde Ömerler kömürlerine göre nispetten daha yüksektir. Buna karşın örneklerdeki en yaygın inertinit maseral grubu maserallerini fünginit ve inertodetrinit oluşturmaktadır.

Her iki kömür işletmesinden alınan örneklerde nispetten yüksek doku korunma indeksi (TPI) (0,8-4,7) ve vejetasyon indeksi (VI) (0,9-4,7) değerleri ilksel turbalıklardaki organik maddenin korunumun yüksek olduğunu ve odunsu turba yapıcı bitkilerinin yaygın olarak bulunduğunu işaret etmektedir. Ancak incelenen kömür tabakasının orta kısımlarında kül ve detrohüminit maseral içeriğindeki artış ise ilksel turbalıklarda zaman zaman detritik malzeme girdisindeki artış ve/veya otsul-sucul turba yapıcı bitkilerin varlığının yoğunlaşmasıyla ilişkili olabilir. Nitekim TPI ve VI verileri, Tunçbilek Havzasında yapılan önceki paleobotanik ve palinojik çalışmaların sonuçlarıyla uyumluluk göstermektedir. Bununla beraber yüksek jelleşme indeksi (GI) (0,8-5,4) değerleri ise ilksel turbalıklarda su seviyesinin turba yüzeyini sürekli olarak örtecek kadar yüksek olduğunu düşündürmektedir. Yörgüç işletmesinden alınan örneklerdeki göreceli olarak yüksek inertinit içerikleri ise su seviyesindeki azalmaya bağlı oksidasyon gelişmiş olabileceğini düşündürmektedir. Ancak bu örneklerdeki inertinit maseralleri genellikle densinit ve kil mineralleriyle beraber bulunması, inertinitlerin allokton kökenli olabileceğini işaret etmektedir. Kömür fasiyes analiz sonucunda her iki işletmeden incelenen örneklerin ilksel turbalıklarının ağırlıklı olarak taşkın düzlüğünde gelişmiş olabilecek ıslak orman turbalığı koşulları ile zaman zaman arttan göl seviyesine bağlı olarak göl kenarında gelişen sazlık turbalık koşullarıyla ilişkili görünmektedir. Bu durum, Erken Miyosen boyunca Batı Anadolu'da gelişen ılıman ve yağışlı iklim koşullarıyla ilişkili olabilir.

Anahtar Kelimeler: Miyosen, Kömür fasiyes analizi, Tunçbilek kömür sahası, Batı Anadolu

Abstract

Several graben basins were developed during the late Cenozoic due to regional tectonic movements in Western Anatolia. Hence, the basinal-infillings of these basins host economic coal seams within the Early-Middle Miocene fluvio-lacustrine sequences. One of the best examples of these coal-bearing sequences is observed in the Tunçbilek (Kütahya) coalfield. In this area, a coal seam with a 2 to 20 m thickness is located within the lacustrine units (Demirbilek Member) in the lower parts of the Early-Middle Miocene Tunçbilek Formation. In this study, a total of 26 samples were obtained from the coal seam in the Yörgüç and Ömerler *mines in the Tunçbilek coalfield, and their proximate-ultimate and coal petrography analyses were conducted. The samples display wide ranges of ash yields (6.9-67.2%) and gross calorific values (1706-6557 kcal/kg) on air-dry basis. The total sulphur contents of the samples are generally around 1%. Huminite group macerals are the dominant maceral group in the samples (56.1-97.0% on a mineral-free basis), while inertinite (0.2-7.1%, mmf) and liptinite (1.2-12.9%, mmf) group macerals generally show variable proportions. The most common huminite group macerals are ulminite and corpohuminite, while detrohuminite group macerals typically display relatively high proportions in samples with high ash yields. Sporinite and resinite are the most common liptinite group macerals in the samples. Inertinite is relatively higher in Yörgüç coals than in* Ömerli *coals; however, the most common inertinite maceral group macerals in the samples are funginite and inertodetrinite.*

The relatively high tissue preservation index (TPI) (0.8-4.7) and vegetation index (VI) (0.9-4.7) values of the samples from both studied coal mines indicate that the preservation of organic matter was high and woody peat-forming plants were common in the paleomires. Nevertheless, increases in ash yields and detrohuminite maceral contents in the middle parts of the studied seam could be related to the occasional rise in classic influx and/or contributions of herbaceous-aquatic peat-forming plants were increased. Thus, the TPI and VI values agreed with the previous paleobotanical and palynological studies. Besides, the high gelation index (GI) (0.8-5.4) values suggest that the water level was high enough to continuously cover the peat surface. The relatively high inertinite contents in the samples from the Yörgüç mine suggest that oxidation seemed to be developed due to the decreased water level in the paleomires. However, the inertinite macerals in these samples are generally associated with densinite and clay minerals, indicating that the inertinites are of allochthonous origin. Overall, the coal facies analysis indicates that paleomires of the studied coal seam were mainly accumulated under wet forest mires in floodplain conditions, and occasionally reed mires were developed due to increased lake level. This could be related to the warm temperate climate in Western Anatolia during the Early Miocene.

Keywords: *Miocene, Coal facies analysis, Tunçbilek coalfied, Western Anatolia*

Sıcaklıktan Etkilenmiş Alt-bitümlü Kömürlerin Taşkömürüne Dönüşümüne Bir Örnek: Erken Miyosen Yaşlı Değirmisaz Kömürleri (Kütahya, Batı Anadolu)

An Example for the Conversion of Thermally Affected Sub-Bituminous Coal into Bituminous Coal: Early Miocene Değirmisaz Coals (Kütahya, Western Anatolia)

Ali İhsan Karayiğit (1), Rıza Görkem Oskay (2), Yılmaz Bulut (3)

(1) Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Beytepe-Ankara/Türkiye
(2) Hacettepe Üniversitesi, Başkent OSB Teknik Bilimler MYO, Sincan-Ankara/Türkiye
(3) Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü, Enerji Hammadde Etüt ve Arama Dairesi, Çankaya-Ankara/Türkiye
(aik@hacettepe.edu.tr)

Öz

Batı Anadolu'da geç Senozoyik boyunca gelişen genleşme tektoniğine bağlı olarak bölgesel volkanik faaliyetler ve turba oluşumları Miyosen boyunca yaygın olarak gerçekleşmiştir. Bunun sonucunda Miyosen yaşlı kömür içeren flüviyal ve gölsel tortullar ve volkanoklastik kayaçlar graben havzaların dolgularında gözlenmektedir. Buna ek olarak bazı graben havza dolgularında Miyosen-Pliyosen yaşlı volkanik sokulumlar da gözlenmekte ve sıcaklık etkisine bağlı olarak kömürleşme derecelerinde artışlar rapor edilmektedir. Bu çalışma kapsamında incelenen Değirmisaz ve özellikle komşu Tunçbilek sahası civarında Erken Miyosen yaşlı volkanik birimler yaygın olarak gözlenmektedir. Bu çalışmada Değirmisaz sahasındaki Erken Miyosen yaşlı Tunçbilek Formasyonu içerisindeki kömür damarlarından alınan toplam 10 adet kömür örneği özellikle kömürleşme açısından incelenmiştir. Kömür örnekleri havada kuru bazda geniş bir aralıkta kül (%9,1-43,7), üst ısıl değer (3947-6924 kcal/kg), uçucu madde (%20,0-39,5) ve toplam kükürt (%1,6-5,9) içerikleri sunmaktadır. Kömür petrografisi çalışmaları ise örneklerde telovitrinit grubu maserallerinin baskın olduğunu ve inertinit ile liptinit grubu maserallerin ise daha düşük yüzdeler sunduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca örneklerden yapılan petrografik ve SEM-EDS çalışmalarına göre incelenen örneklerde sinjenetik ve epijenetik oluşmuş mineralller tespit edilmiştir. Sinjenetik olarak oluşmuş framboidal pirit ve karbonat bantları ilksel turbalıklarda gelişen zayıf asidik-nötr koşullarla ilişkili olabilir. Ayrıca SEM-EDS çalışmaları organik maddede ölçülebilir miktarda S, Ca ve Ti tespit edilmiştir. Bu durum organik madde ve/veya organik madde ait boşluklardaki nano-minerallerin varlığı ile ilişkili olabilir. Bununla beraber havzanın güneybatısından incelenen örneklerde sıklıkla tanımlanan kırık/çatlak dolgusu karbonat ve pirit oluşumları ise kömürleşme sonrasında kömür damarlarına giren hidrotermal akışkanlardan çökelmeyle ilişkili olabilir. Bu durum, örneklerdeki yüksek kül, uçucu madde ve toplam S içeriklerini açıklayabilir.

Sahanın orta kısımlarından (Kızılbük köyü civarı) incelenen örnekleri rastgele vitrinit yansıtma (%Rr) değerleri %0,54±0,02 iken sahasının güneybatı kısmında (Çayır köyü kuzeyi) ise belirgin olarak çok yüksek olup %0,85-0,99±0,02 aralığında ölçülmüştür. Değirmisaz sahasından incelenen örneklerin farklı %Rr değerlerine sahip olmaları ve komşu Tunçbilek sahasındaki Erken Miyosen yaşlı alt-bitümlü kömürlere göre daha yüksek kömürleşme sunmaları bölgede Miyosen boyunca gerçekleşen volkanik faaliyetler bağlı olarak gelişen ısı akısındaki artış ile ilişkili olabilir. Nitekim Tunçbilek sahasında Erken Miyosen yaşlı volkanik dom ve dayklara yakın olan kömürlerde nispeten yüksek %Rr (%0,48-0,51±0,03) rapor edilmektedir. Ayrıca çalışma alanın yakınlardaki Eğrigöz plütonun Erken Miyosen boyunca hızlı bir şekilde yerleşip ve soğuması sonucunda yerel ısı akısında artışa neden olmuş olabilir. Dolasıyla Değirmisaz sahasındaki kömür damarları ısı akısındaki artış sonucunda gelişen sıcaklık etkisine bağlı olarak kömürleşme dereceleri artarak taşkömürü (bitümlü kömür) derecesine dönüşmüştür.

Anahtar Kelimeler: Miyosen, Taşkömürü, Kömür petrografisi, Değirmisaz kömür sahası, Batı Anadolu

Abstract

In Western Anatolia, regional volcanic activities and peat formations occurred extensively during the Miocene due to extensional tectonics during the late Cenozoic. Hence, basinal infillings mainly consist of coal-bearing fluvial sequences and volcanoclastic rocks. Furthermore, Miocene-Pliocene volcanic intrusions are observed within the basinal infillings of some Graben basins; thus, increases in the degree of coalification were reported. Early Miocene volcanic units are widely observed in the studied Değirmisaz and especially in the neighbouring Tunçbilek coalfields. In this study, a total of 10 coal samples were obtained from the coal seams within the Early Miocene Tunçbilek Formation in the Değirmisaz coalfield, and they were examined especially in terms of the determination of coalification degree. The samples display on air-dry basis wide ranges of ash (9.1-43.7%), gross calorific value (3947-6924 kcal/kg), volatile matter (20.0-39.5%), and total sulphur (1.6-5.9%) contents. Coal petrography studies have revealed that telovitrinite macerals are the dominant maceral group in the samples, and inertinite and liptinite group macerals show lower proportions. In addition, syngenetic and epigenetic minerals were detected in the samples according to petrographic and SEM-EDS analyses. Syngenetic framboidal pyrite and carbonate bands may be related to weak acidic-neutral conditions in the palaeomires. Measurable amounts of S, Ca, and Ti were traced in organic matter by SEM-EDS. This may be related to organically bounded elements and/or nanominerals in pores of organic matter. In addition, cleat/fracture carbonate and pyrite-infillings were frequently observed in samples from the southwest of the coalfield. They may be related to precipitation from penetrated hydrothermal fluids into the coal seams during post-coalification. Therefore, the high ash, volatile matter, and total S contents of samples are elevated.

The random vitrinite reflectance Rr values of the samples from the central parts of the coalfield (near Kızılbük village) are measured at 0.54±0.02%. whereas the samples from the southwestern parts (north of Çayır *village) display significantly higher %R values with a range of 0.85-0.99±0.02%. Considering the variations in %Rr values of the samples and their higher coalification degree compared to the Early Miocene sub-bituminous coals in the neighbouring Tunçbilek coalfield, these differences may be related to the increase in heat flow due to volcanic activities that occurred around the study area during the Miocene. Additionally, coal seams close to the Early Miocene volcanic domes and dykes in the Tunçbilek coalfield show relatively high %Rr (%0.48-0.51±0.03) values. Nevertheless, the rapid emplacement and cooling of the Eğrigöz pluton near the study area during the Early Miocene might have caused an increase in local heat flow. Thus, the coalification degree of coal seams in the Değirmisaz coalfield have turned into hard coal (bituminous coal) due to the temperature effect that developed as a result of the increase in heat flow.*

Keywords: *Miocene, Coal facies analysis, Tunçbilek coalfied, Western Anatolia*

ENERJİ HAMMADELERİ VE KÖMÜR OTURUMU

Energy Raw Materials and Coal Session

Yılmaz BULUT, Ali İhsan KARAYİĞİT, Emine SÜTÇÜ

Poster Sunumlar/*Poster Presentations*

Kömür Ocakları Asit Drenajı için Yeraltı Barajlarının Önemi: Trakya Kömür Havzası Örneği

The Importance of Underground Dams for Acid Drainage in Coal Mines: An Example for The Thrace Coal Basin

Fatih Özgül (1), Mehmet Özçelik (2)

(1) Fides Mühendislik, Emek Mahallesi, Bişkek Caddesi, No:44/7, 6490, Çankaya/Ankara
(2) Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fak. Jeoloji Müh. Isparta
(fatih@fidesmühendislik.com.tr)

Öz

Trakya Havzası yerüstü ve yeraltı zenginliği açısından önemli bir konumdadır. Yerüstü zenginliklerini tarım arazileri oluşturmaktadır. Yeraltı zenginliklerinin en değerli olanlardan biri ise linyit zenginliğidir. Fakat Tekirdağ ve Kırklareli illeri başta olmak üzere Trakya'nın büyük bir kısmı hala kömür madenciliği tehdidi altındadır. Kömür madenciliği, toprak örtüsünün tahrip olmasına yol açan, yüzey ve yeraltı suları ile içme suyu kaynaklarını kirleten, su ve toprak habitatlarının bozulmasına etki eden, ayrıca hava kalitesini de olumsuz yönde etkileyen bir faaliyet olarak değerlendirilmektedir. Genellikle madenciliğin ekolojik sistemler üzerine olan etkisi kalıcı olabilmektedir. Bu konudaki en büyük etkilerden biri de su ve toprak gibi çevreyi ve ekosistemi tahrip edebilen asit maden drenajının oluşmasıdır. Kömür madenciliği esnasında oluşan asit maden drenajının yüksek potansiyelli kaynakları maden göleti ve atık sahasıdır. Kömür madenciliği faaliyetleriyle ilişkili önemli çevresel endişe asit maden drenajıdır. Asit maden drenajı, su kalitesinin bozulmasına ve su ekosistemleri ile insan sağlığı için önemli riskler oluşturmasına yol açmaktadır. Fakat son yıllarda yapılan çalışmalarda, kömür madenlerinden çıkan asidik atık suyun arıtımında teori ve teknolojide önemli ilerlemeler kaydedilmiştir. Ancak jeolojik çevrenin, ekonominin ve kaynak koşullarının sınırlamaları nedeniyle birçok bölge hala geleneksel atık su arıtma teknolojilerini kullanmakta ve bu da tatmin edici olmayan arıtma sonuçlarına yol açmaktadır. Üretim teknolojilerindeki gelişmeler ile birlikte, arıtma ve filtrasyon işlemleri yaygınlaşmaktadır. Son yıllarda madenlere kaynak suyu temin etmek, proses suyunu arıtmak, atık suların tekrar kullanılabilir hale getirilmesini sağlamak için uygulanabilir teknolojik çözümler üretilmektedir.

Bu çalışmada, kömür madenciliği sahalarında yeraltı barajı yapılarak faaliyet alanında oluşan asit maden drenajının önlenmesi konusu değerlendirilmiştir. Böylece, asit maden drenaj kontaminasyonunun kontrol sistemi ile asit maden drenajının yeraltı barajında arıtılması sağlanabilecektir. Bu sistemler, düşük maliyetli, sürdürülebilir ve etkili çözümler sunarak benzer sorunlara sahip bölgelerde uygulanabilirlik açısından büyük bir potansiyele sahiptir. Özellikle Trakya Havzası'nda bu tür yöntemlerin adaptasyonu, bölgesel çevresel sorunların çözümüne önemli katkılar sağlayabilir.

Anahtar Kelimeler: Kömür madenciliği, Yeraltı barajı, Asit maden drenajı, Trakya havzası

Abstract

The Thrace Basin is in an important position regarding surface and underground richness. The surface wealth consists of agricultural lands. One of the most valuable underground wealth is lignite wealth. However, a large part of Thrace, especially Tekirdağ and Kırklareli provinces, is still under the threat of coal mining. Coal mining is considered an activity that destroys soil cover, pollutes surface and underground water and drinking water resources, affects the deterioration of water and soil habitats, and negatively affects air quality. Generally, the effect of mining on ecological systems can be permanent. One of the biggest effects in this regard is the formation of acid mine drainage, which can destroy the environment and ecosystem such as water and soil. The high-potential sources of acid mine drainage formed during coal mining are mine ponds and waste sites. A significant environmental concern related to coal mining activities is acid mine drainage. Acid mine drainage causes deterioration of water quality and poses substantial risks to aquatic ecosystems and human health. However, in recent years, significant advances have been made in theory and technology in the treatment of acidic wastewater from coal mines. However, due to the limitations of the geological environment, economy, and resource conditions, many regions still use traditional wastewater treatment technologies, which leads to unsatisfactory treatment results. With the developments in production technologies, purification and filtration processes are becoming widespread. In recent years, applicable technological solutions have been produced to provide source water to mines, purify process water, and make wastewater reusable.

This study evaluated the issue of preventing acid mine drainage formed in the field of activity by constructing underground dams in coal mining areas. Thus, acid mine drainage contamination can be treated in underground dams with a control system. These systems offer low-cost, sustainable, and effective solutions and have great potential in terms of applicability in regions with similar problems. Adaptation of such methods, especially in the Thrace Basin, can significantly contribute to resolving regional environmental problems.

Keywords: *Coal mining, Underground dam, Acid mine drainage, Thrace basin*

Elektrikli Kamyon ve Ekskavatör Eşleşmesi: Tufanbeyli Linyit Madeni Örneği

Electric Truck and Electric Excavator Pairing: Case Study of Tufanbeyli Lignite Mine

Faruk Tolga Akbaş, Öznur Geze

Enerjisa Üretim Enerji A.Ş., Tufanbeyli Termik Santrali, Maden Departmanı, 01642, Tufanbeyli, Adana (faruktolga.akbas@enerjisauretim.com)

Öz

Tufanbeyli Linyit Sahası Adana ilinde bulunmakta olup, üretilen linyit ruhsat sahibine ait termik santralin hammaddesi olarak kullanılmaktadır. 2016 yılında devreye alınan akışkan yatak teknolojisi ile çalışan santralin kapasitesi 450 MW'dır. Santral, 3 üniteden oluşmakta ve yıllık yaklaşık 6,5 milyon ton linyit, enerji üretiminde kullanılmaktadır. Tufanbeyli linyit sahası, Neojen döneminde oluşmuş, gölsel ve bataklık ortamların hâkim olduğu bir çöküntü havzasıdır. Tufanbeyli linyit madenin de toplamda yaklaşık 250 milyon ton jeolojik kaynak bulunmaktadır.

Maden sahasında üretim 90 tonluk dizel ekskavatör ve 40 tonluk kamyon eşleşmesi olan klasik yöntem uygulaması ile gerçekleşmektedir. Teknolojinin ilerlemesi ve maden kaynağının daha verimli kullanılabilmesi için alternatif maden üretim yöntemleri değerlendirilmiştir. Değerlendirmelerin sonucunda Tufanbeyli Linyit Madeni için en ekonomik uygulamanın daha büyük kapasiteli ekskavatör ve kamyon eşleşmesi olduğu belirlenmiştir. Çin pazarında elektrikli kamyonların ön plana çıkması ile elektrikli kamyonların demoları linyit madeninde test amaçlı kullanılmış olup satın alma süreci başlamıştır. Elektrikli kamyonların ekonomik olmasının yanında, karbon salınım değerinin düşük olması en önemli tercih nedeni olmuştur. Ayrıca termik santralde elektrik üretiliyor olması nedeniyle yakıt enflasyonundan etkilenmemesi de diğer bir tercih sebebidir.

Elektrikli kamyonlar madenin farklı yerlerinde çalıştırılacaktır. Tufanbeyli Linyit Madeninde kamyonlar farklı kotlarda ve mesafelerde olan örtü tabakası ve kömür damarlarında ekskavatörler ile eşleşecektir. Bu eşleşmede klasik madencilikte bulunan kamyon & ekskavatör eşleşmesi değerlendirilirken kamyonların şarj durumları da dikkate alınacaktır. Bu durumda maden sahasındaki üretimi optimize etmek için her noktadaki kamyon tüketim değerleri ve şarj olma sürelerinin de değerlendirildiği yeni bir filo yönetim sistem felsefesi gerekmektedir. Elektrik maliyeti fosil yakıtlara göre çok daha düşüktür. Elektrikli maden araçlarının dizel yakıtlı maden araçlarının yerine kullanıldığı zaman işletme maliyetinin çok daha düşük olarak hesaplanacağı hedeflenmektedir. Elektrikli maden ekipmanlarının kullanımı ile karbon salınım değeri oldukça düşmesi hedeflenmektedir. Bu sayede iklim değişikliğiyle mücadeleye olumlu katkıda bulunması beklenmektedir. Elektrikli ekskavatör ve kamyon eşleşmesinde enerji tüketim ve batarya şarj olma sürelerinin de değerlendirildiği yeni bir filo yönetim algoritmasının oluşturulması hedeflenmektedir. Bu çalışma, enerji verimliliğini artırarak batarya ömrünü uzatmayı ve işletme maliyetlerini %15 oranında azaltmayı hedeflemiştir. Hatta ek olarak yapılacak Güneş Enerji Santrali ve Batarya Enerji Depolama Santralleri ile kendi ihtiyaçlarını temiz teknolojiler ile karşılayacaktır.

Elektrikli araçların ve yenilenebilir enerji sistemlerinin kullanımıyla, madencilik operasyonlarının hem düşük maliyetli olması hem de çevresel etkilerinin azaltılmasına yönelik sürdürülebilir bir model geliştirmesi hedeflenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Açık ocak optimizasyonu, Elektrikli ekskavatör, Elektrikli kamyon, Ekskavatör kamyon eşleşmesi, Filo yönetimi, Linyit madeni

Abstract

The Tufanbeyli Lignite Field is located in the Adana province and is used as the raw material for the thermal power plant owned by the license holder. The plant, which operates with fluidized bed technology that was commissioned in 2016, has a capacity of 450 MW. It consists of 3 units and utilizes approximately 6.5 million tons of lignite annually for energy production. The Tufanbeyli lignite field is a subsidence basin formed during the Neogene period, characterized by lake and swamp environments..

Production in the mining site is carried out using the classical method with a combination of a 90-ton diesel excavator and a 40-ton truck. In order to utilize the mining resource more efficiently with the advancement of technology, alternative mining production methods have been evaluated. As a result of the evaluations, it has been determined that the most economical application for the Tufanbeyli Lignite Mine is a combination of larger capacity excavators and trucks. Besides being economical, the low carbon emission value of electric trucks has been the most significant reason for preference. Additionally, the fact that it is not affected by fuel inflation due to electricity being produced in the thermal power plant has also been another reason for preference.

Electric trucks will be operated at different locations within the mine. In the Tufanbeyli Lignite Mine, the trucks will be matched with excavators at various elevations and distances in the overburden and coal seams. In this matching process, while evaluating the truck-excavator pairing found in classical mining, the charging status of the trucks will also be taken into account. In this case, a new fleet management system philosophy is required, which evaluates the consumption values of the trucks at each point and the charging durations to optimize production in the mining area. The cost of electricity is significantly lower compared to fossil fuels. It is aimed that when electric mining vehicles are used instead of diesel-fueled mining vehicles, the operating cost will be calculated to be much lower. It is also aimed that the use of electric mining equipment will significantly reduce carbon emissions. Thus, it is expected to make a positive contribution to the fight against climate change beklenmektedir. The aim is to develop a new fleet management algorithm that evaluates energy consumption and battery charging times in the match between electric excavators and trucks. This study aims to increase energy efficiency, extend battery life, and reduce operating costs by 15%.

Furthermore, with the additional establishment of Solar Power Plants and Battery Energy Storage Plants, they will meet their own needs with clean technologies. The aim is to develop a sustainable model for mining operations that not only reduces costs but also minimizes environmental impacts through the use of electric vehicles and renewable energy systems.

Keywords: *Electric truck, Electric excavator, Excavator truck pairing, Fleet management, Lignite mine, Open pit optimization*

ESKİ ANADOLU MADENCİLİĞİ OTURUMU

Ancient Anatolian Mining Sesion

İsmet CENGİZ, Hamza EKMEN, Gönenç GÖÇMENGİL

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

Kütahya Arkeometalurji Projesi: Kütahya'da Metalurjik Aktivitelerin Tarihçesine Yönelik Bir Ön Rapor

Kütahya Archaeometallurgy Project: A Preliminary Report On The History of Metallurgical Activities in Kütahya

Hakkı Levent Keskin (1), Sinan Akıska (2), Atalay Karatak (3), E. Miraç Nacak (4)

(1) Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih – Coğrafya Fakültesi, Arkeoloji Bölümü
(2) Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü
(3) Ankara Hacıbayram Veli Üniversitesi, Kültür Varlıklarını Koruma ve Onarım Bölümü Doktora Programı
(4) Ankara-İzmir Yüksek Hızlı Tren Projesi
(levkes@gmail.com)

Öz

Metalik maden envanteri açısından değerlendirildiğinde Kütahya ili Türkiye'de önde gelen bölgelerden birini temsil etmektedir. Kütahya Arkeometalurji Projesi, il geneline yayılan bu zengin envanterin arkeolojik ve tarihsel süreçlerdeki potansiyelini ortaya koymayı; diğer yandan il sınırları içinde metal endüstrisinin kronolojik anlamda teknolojik gelişimini ve kültürel yansımalarını multidisipliner bir yöntemle ve bütüncül bir bakış açısıyla değerlendirmeyi amaçlayan bir projedir. Arkeoloji, jeoloji ve tarih biliminden uzmanların katılımıyla üç ayaklı bir kurguyla başlatılan çalışmada Osmanlı ve Cumhuriyet dönemi arşiv çalışmaları, jeolojik arazi etüdleri, arkeolojik yüzey araştırmaları ile arkeolojik eserler üzerindeki çalışmalar ve farklı kategorilerdeki analizler eş zamanlı olarak yürütülmektedir.

Bugüne kadar yapılan çalışmalar ve elde edilen veriler il genelindeki potansiyelin literatürden bilinen ve tahmin edilen düzeyden çok daha zengin olduğunu ortaya koymuştur. Arazi çalışmaları doğrultusunda tespit edilen lokasyonlar nitelik açısından arkeolojik ve tarihsel alanlar, metalik maden cevherleşmeleri ile sanayi öncesi metalurjik aktivitelere dair kalıntı barındıran kırsal alanlar ve/veya üretim alanları olmak üzere dört farklı tipte kategorize edilebilir. Proje kapsamında yapılan çalışmalar doğrultusunda kronolojik açıdan farklı dönemler özelinde, metal endüstrisinin niteliği ve gelişimine yönelik önemli veriler elde edilmiş ve yerleşim örüntülerinden işkolu organizasyonuna kadar uzanan farklı konularda bazı hipotezler geliştirilerek test edilmeye çalışılmıştır.

Ülkemizin sahip olduğu metalik maden zenginliği ve çeşitliliği düşünüldüğünde bu alanda, özellikle metalurji tarihine yönelik araştırmaların sayısının mevcut potansiyeli yansıtmak açısından oldukça yetersiz olduğu söylenebilir. Bu doğrultuda, belirli bir bölgeye odaklanan bu projenin ilerideki araştırmalar için de pilot bir çalışma olabileceği öngörülmektedir. Bu bildiride proje kapsamında elde edilen ve analizleri halen devam eden verilerin genel bir değerlendirmesi ve elde edilen ön sonuçlar sunulacaktır.

Anahtar Kelimeler: Arkeometalurji, Kütahya, metalik maden, sanayi öncesi madencilik, cüruf

Abstract

In terms of metallic ore deposits, Kütahya province represents one of the leading regions in Türkiye. Kütahya Archaeometallurgy Project aims to reveal the potential of this rich inventory spread throughout the province during the archaeological and historical periods; on the other hand, it aims to evaluate the technological development of the metal industry in a chronological manner and its cultural reflections with a multidisciplinary method and a holistic perspective. The project is designed as a tri-partite structure with experts from archaeology, geology and history disciplines, in which studies on the Ottoman and Republican archives, geological and archaeological field surveys, and studies on archaeological artifacts and analyses in different categories are carried out simultaneously.

The preliminary results so far have revealed that the potential of the province is much richer than previously known or estimated level. The locations identified during the field studies can be categorized into four different types in terms of their character, namely archaeological and historical areas, metallic ore deposits, rural areas containing remains of pre-industrial metallurgical activities and/or production areas. During the course of the project, important data regarding the indigenous character and development of the metal industry of the province were obtained in chronologically different periods and some hypotheses were developed and tested on different issues ranging from settlement patterns to craft organization.

Considering the richness and diversity of metallic ore deposits throughout Türkiye, it can be said that the number of studies in this field, especially on the history of metallurgy, is quite insufficient in terms of reflecting this rich potential. Thus, it is envisaged that this project, which focuses on a specific region, can also be a pilot study for future research. In this report, a general evaluation of the project and preliminary results of ongoing analyses will be presented.

Keywords: *Archaeometallurgy, Kütahya, metallic ore deposits, pre-industrial mining, slag*

Antik Dünyanın En Hızlı Çürüme Hikayesi: Şap ve Lahitlerin Dansı

The Fastest Decomposition Tale of the Ancient World: The Dance of Alum and Sarcophagi

Mehmet Yılmaz Savaşçın (1), Selman Er (2)

(1) Dokuz Eylül Üniversitesi
(2) İnönü Üniversitesi
(yilmaz.savascin@deu.edu.tr)

Öz

Assos Lahitleri, Helence Et Yiyen "Helence Sarcophagus" olarak tanımlanmış olup daha sonra ise tüm lahitler aynı sözcük ile (Sarkofak) adlandırılmışlardır. Zira Assos lahitleri içinde cesetler daha çabuk çürümekte ve daha da öte bu nedenle kolayca cennete ulaşabilmektedirler. Bu nedenle özellikle Roma döneminde çok uzak ülkelere deniz yolu ile lahitlerin gönderildiği arkeolojik bulgularla saptanmıştır. Bu konu yüzyıllarca birçok düşünür, tarihçi, simyacı, ilahiyatçı tarafından ele alınmış ve uzun süreler, çok farklı yorumlarla güncelliğini korumuştur. Yorum yapanların bazıları sağlıklı bir sonuç için uğraşmış, bazıları ise en uçuk görüşlerini bile yayınlamışlardır. Et yiyen lahitlerin yanı sıra Assos'ta aynı dönemde Asya Taşı diye bir hammaddeden çok sıklıkla söz edilmektedir. Bu hammaddenin bütün özellikleri o dönemin antibiyotiği olarak kabul edebileceğimiz şap (allum veya o günkü adı ile alluma) mineraline uygun düşmekte olup neden başka bir adlandırmaya gidildiği de konuyu düşünenler için bir başka sorun oluşturmuştur.

Çalışmalarımız Assos çevresinde, irili ufaklı, birçok şap yatağının varlığını saptamış olup, Assosluların Asya Taşı olarak adlandırdıkları şap parçalarını lahitlerin içine attıkları da arkeolojik veriler ile saptanmıştır. Bu durumda Assosluların dönemlerinden yüzlerce yıl önce Eski Mısır'da lahitlerin mumyalanması için şap kullandıklarını bilmedikleri düşünülemez. Bu durumda şap parçalarını lahitlerin içine gerçekten çabuk çürümeleri için mi attıkları, yoksa başka bir amaçla lahitlere yerleştirip tam tersi bir sonuca mı ulaştıkları sorusunun yanıtı hem Et Yiyen kavramına hem de Asya Taşı gibi gizlenmiş bir adlandırmaya çözüm getirmektedir.

Anahtar Kelimeler: Asya Taşı, lahitler, şap,

Abstract

The Assos Tombs were defined as the Hellenic Meat-Eater "Sarcophagus" and later all the Tombs were named with the same word (Sarcophagus). Because the corpses in the Assos sarcophagus decompose more quickly and, moreover, they can easily reach heaven. For this reason, it has been determined through archaeological findings that sarcophagus was sent to far-off countries by sea, especially during the Roman period. This subject has been addressed by many thinkers, historians, alchemists and theologians for centuries, and has remained current with very different interpretations for a long time. Some of the commenters tried to achieve a healthy result, while others even published their most extreme opinions. In addition to the meat-eating tombs (sarcophagus), a raw material called Asian Stone is frequently mentioned in Assos in the same period. All the properties of this raw material are compatible with the alum (with ancient name alluma) mineral, which we can accept as the antibiotic of that period, and why it was given a different name has created another problem for those who think about the subject.

Our studies have identified the existence of many alum deposits, large and small, around Assos, and archaeological data have also revealed that the people of Assos threw pieces of alum, which they called Asian Stone, into the sarcophagus. In this case, it cannot be assumed that the people of Assos did not know that alum was used in the mummification of corps in Ancient Egypt, hundreds of years before their time. In this case, the answer to the two questions of whether they actually threw the alum pieces into the sarcophagus? To rot quickly, or whether they placed them in the sarcophagus for another purpose and achieved the opposite result, provides a solution to both the concept of the Flesh Eater and a disguised naming such as the Asian Stone.

Keywords: *Alum, Asian Stone,sarcophagi,*

Çanakkale'de Antik Madencilik Çalışmaları

Ancient Mining Facilities in Çanakkale

Çağlar Aslan (1), Devrim Erşen (2), Şule Çelik (1), Korhan Çakır (1)

(1) Çukurambar, Dumlupınar Blv. No:11, 06530 Çankaya/Ankara MTA Genel Müdürlüğü Şehit Cuma Dağ Tabiat Tarihi Müzesi

(2) Çukurambar, Dumlupınar Blv. No:11, 06530 Çankaya/Ankara MTA Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi (caglar.aslan@mta.gov.tr)

Öz

Çanakkale, tarih boyunca zengin doğal kaynakları ve maden yatakları ile dikkat çeken bir bölge olmuştur. Bu çalışmanın amacı, Çanakkale bölgesindeki antik madencilik faaliyetlerini incelemek ve bu faaliyetlerin tarihsel, sosyo-ekonomik ve çevresel etkilerini değerlendirmektir. Çalışma kapsamında, bölgedeki arkeolojik buluntular, yazılı kaynaklar ve jeolojik analizlerden elde edilen veriler incelenmiştir. Antik dönemde, özellikle altın, gümüş ve bakır gibi değerli metallerin çıkarıldığı ve işlendiği tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra, bölgedeki madencilik faaliyetlerinin, antik yerleşimlerin ticaret ağları ve ekonomik yapıları üzerinde önemli bir etkisi olduğu anlaşılmıştır. Çalışmada, madencilik teknolojilerinin gelişimi, kullanılan yöntemler ve bu süreçlerin çevresel etkileri de değerlendirilmiştir. Araştırmanın sonuçları, Çanakkale'nin madencilik tarihine dair yeni bilgiler sunmakta ve bölgenin arkeolojik mirasına katkı sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Anadolu Madencilik, Antik Madencilik, Çanakkale

Abstract

Çanakkale *has been a region of significant interest throughout history due to its rich natural resources and mineral deposits. This study aims to examine ancient mining activities in the* Çanakkale *region and assess their historical, socio-economic, and environmental impacts. The research involved the analysis of archaeological findings, written sources, and geological data. It has been determined that precious metals such as gold, silver, and copper were extracted and processed in the area during antiquity. Additionally, mining activities significantly influenced the trade networks and economic structures of ancient settlements in the region. The study also evaluates the evolution of mining technologies, the methods employed, and the environmental implications of these processes. The findings provide new insights into the mining history of* Çanakkale *and contribute to the region's archaeological heritage.*

Keywords: *Ancient Mining, Çanakkale, Mining Facilities in Anatolia.*

Antik Çağlarda Kıbrıs'ta Bakır Madenciliği

Ancient Times Copper Mining in Cyprus

Mehmet Necdet

Yerbilim Mühendisleri Odası
Şht. İbrahim Ali Sokak Çağlayan Lefkoşa - KKTC
(necdetmehmet639@gmail.com)

Öz

Kıbrıs'ta yaklaşık Üç Bin Yıllık süreçte (M.Ö 2600 ile M.S 500) önemli büyüklükte bir bakır üretimi ve ticareti yapılmıştır. Bakır elementinin keşfi M.Ö 5000 yıllarına dayansa da (Anadolu,Ürdün ve İran) ticareti ön planda değildi. Antik çağlarda devrin Kıbrıslı metalürjistlerinin pirometalurjiyi kullanarak sülfit madeninden bakır elde etmeleri o dönem için endüstriyel anlamda bir devrim yaratmıştır.

"Kıbrıs tipi" sülfürlü cevherleşmeler (pirit ve kalkopirit) Trodos Ofiyoliti'nin oluşumu ile ilintilidir. Metalce zengin hidrotermal sıvıların dolaşımına bağlı olarak oluşan sülfid madenlerinin varlığı antik çağlardan beri bilinmektedir. Ayrıntılı jeolojik,jeokimyasal ve mineralojik incelemeler bu yatakların oluştuğu dönemde o devrin Tetis Okyanusu tabanındaki Okyanus ortası sırtlarda deniz dibi yayılmasına bağlı süreçlerle ilintili olduğunu ortaya koymuştur. Trodos Dağları'nın yükselmesi ve takiben aşınmasıyla da cevherli zonlar yüzeylenmiştir.

Trodos Dağlarının dış çevresindeki yastık lavları içerisinde açığa çıkan bakır cevherinin işlenmesi sonucunda antik dönemlerden günümüze intikal eden 40 ayrı alanda toplam 4 milyon ton civarında cüruf mevcuttur. Yapılan hesaplamalarda bunun o devirde 200 bin ton civarında metalik bakıra karşılık gelmektedir. Bu durum antik çağlarda Kıbrıs'taki bakır üretiminin ne denli yaygın olduğunun delilidir.

Anahtar Kelimeler: Bakır, Tetis Okyanusu, Kıbrıs tipi Sülfürlü cevherleşmeler, cüruf, metalik bakır

Abstract

A significant amount of copper production and trade was carried out in Cyprus over a period of approximately three thousand years (Between 2600 B.C to 500 AD). Although the discovery of the copper element dates back to 5000 BC (Anatolia, Jordan and Iran), its trade was not at the forefront. Cypriot metallurgists in ancient times used pyrometallurgy to obtain copper from sulfide mines, creating an industrial revolution.

"Cyprus type" sulfide mineralizations (pyrite and chalcopyrite) are related to the formation of the Troodos Ophiolite. Detailed geological, geochemical and mineralogical investigations have revealed that these deposits occurred by circulation of metal-rich hydrothermal fluids at the floor of the Ocean. The uplift and subsequent erosion of the Troodos Mountains made the existence of ore-rich zones.

As a result of the processing of copper ore during the ancient times remained slags about 4 million tons in total and exposed at 40 separate areas on the island. According to estimations, this amount of slag is equal to about 200 thousand tons of metallic copper in that period, which is evidence of how copper production was widespread in Cyprus during ancient times.

Keywords: *Copper, Tethys ocean, Cyprus type sulphide mineralization, slag, metallic copper*

Anadolu'nun Madencilik Kayıtları- Maden Cürufları

Anatolia's Mining Records - Mining Slags

Tuğçe Ardahanlıoğlu (1), Anıl Ardahanlıoğlu (2)

(1) Geolution Mühendislik, Mamak, Ankara
(2) Bluecap Resources Ltd. Goldfields House, 18A Gold Tops, Newport, NP20 4PH United Kingdom (aa@bluecapresources.com)

Öz

Eski madencilik faaliyetlerinin en önemli üretim yöntemi, ergitme ocaklarının kullanımıdır. Isıl işlem (=pyrometallurgy) olarak da adlandırılan bu yöntemde, cevher yüksek sıcaklık altında ergitilir. Böylece cevherde bulunan çeşitli metallerin farklı kimyasal ve fiziksel özelliklerinden yararlanılarak metal elde edilir. Ancak, dönemin ekonomik ve teknolojik koşulları nedeniyle, cevherin bilinmeyen veya işletilemeyen kısmı ise atık (=cüruf) olarak bırakılır.

Bir yörede eski madencilik faaliyetlerinin en önemli göstergeleri şüphesiz maden cüruflarıdır. Bir bölgede uzun yıllar boyunca gerçekleştirilen madencilik faaliyetleri sonucunda cüruf yığınları oluşur. Bu yığınlar farklı tarihsel dönemlere ait olmakla birlikte, büyük çoğunluğunun hangi döneme ait olduğu veya hangi uygarlıkların faaliyetleri sonucu meydana geldiği bilinmemektedir.

Türkiye'nin hemen her yöresinde cüruf yığınlarına rastlamak mümkündür. Bu cüruflar çoğunlukla eski kurşun, çinko ve bakır işletmelerine aittir. Bir bölgede bu yığınların varlığının belirlenmesi, eski madencilik faaliyetlerini göstermenin yanı sıra güncel maden arama çalışmaları için de önemli bir belirteçtir.

Balya (Balıkesir), Gümüşköy (Niğde), Gümüşhacıköy (Amasya), Espiye (Giresun), Elkondu (Sivas) cüruf yığınları her ne kadar eski dönemlere ait olsalar da bulundukları bölgelerde aktif büyük maden işletmelerin varlığı bilinmektedir. Bu yığınlar bahsedilen duruma iyi birer örnektirler.

Anahtar Kelimeler: cevher üretim, cüruf yığınları, maden arama

Abstract

The most important production method of old mining activities is the use of smelting furnaces. In this method, also called heat treatment (=pyrometallurgy), the ore is melted under high temperature. Thus, metal is obtained by taking advantage of the different chemical and physical properties of various metals found in the ore. However, due to the economic and technological conditions of the period, the unknown or unoperable part of the ore is left as waste (=slag).

The most important indicators of old mining activities in a region are undoubtedly mining slags. Slag heaps are formed as a result of mining activities carried out for many years in a region. Although these heaps belong to different historical periods, it is not known to which period the majority of them belong or which civilizations' activities they were formed as a result.

It is possible to come across slag heaps in almost every region of Türkiye. These slags mostly originate from old lead, zinc and copper mines. Determining the presence of these heaps in a region is an important indicator for current mineral exploration efforts as well as showing past mining activities.

Although the Balya (Balıkesir), Gümüşköy (Niğde), Gümüşhacıköy (Amasya), Espiye (Giresun), Elkondu (Sivas) slag heaps belong to old times, it is known that there were active large mining operations in the regions where they are located. These heaps are good examples of the situation mentioned.

Keywords: *mineral exploration, mineral extraction, slag heaps*

Karadeniz Tufanı Hipotezi ve İnönü Mağarası Verileri Işığında Batı Karadeniz Bölgesi'nin İlk Yerleşimcileri

Black Sea Flood Hypothesis and The First Settlers of the Western Black Sea Region in the Light of İnönü Cave Data

F. Gülden Ekmen

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Arkeoloji Bölümü
İncivez Zonguldak Türkiye
(ekmengulden@gmail.com)

Öz

Karadeniz, çevresel coğrafi etkiler sebebi ile büyük deniz seviyesi değişikliklerinin yaşandığı en büyük kapalı denizlerden biridir. Son sekiz bin yıllık deniz seviyesi tarihi birçok araştırmacı tarafından ele alınmıştır. Denizin dolmasının zamanlaması ve temposuyla ilgili deniz jeolojisi araştırmalarına dayanarak formüle edilen Karadeniz Tufan/Taşkın Hipotezi (BSfH), bu sürecin kıyı şeridi boyunca yaşayan tarih öncesi insanları büyük ölçüde etkileyen felaket niteliğinde bir olay olduğunu savunur. Arkeologlar ise bu hipotezi, Karadeniz Bölgesi'nde erken Holosen kültürlerin bulunamayışına ve deniz altında kaldığına sebep olarak göstermiştir.

Karadeniz çevresinde erken Holosen kalıcı yerleşimlerine dair herhangi bir kanıt henüz bulunmamıştır. Son yıllarda Düring ve Bikoulis bu konuyu ele almış ve denizin güney kıyılarında erken dönem kültürlerine ait verilerin olmayışını farklı perspektifler ile açıklamışlardır. Batı kıyısındaki en eski kalıcı köyler ise altıncı binyılın son yüzyıllarına tarihlenmektedir. Güney kıyılarında bugüne kadar ulaşılan arkeometrik analizler yolu ile elde edilen en eski tarihler 4991-4799 Cal BC. Okçular Kale İni (Cide-Kastamonu)'ndendir. Fakat bu yerleşim henüz kazılmamıştır. Güney kıyılarının arkeolojik görünümüne dair bilgilere sistemli kazılar ile açığa çıkarılmış İnönü Mağarası'nda (Zonguldak-Karadeniz Ereğli) ulaşılmıştır.

Bu bildiride, BSfH'nin, Batı Karadeniz kıyıları boyunca erken Holosen veya Neolitik dönem alanlarının eksikliği için makul bir açıklama olarak kullanılmaya devam etmesine şüphe ile yaklaşılmakta ve İnönü Mağarası'nın yer aldığı Batı Karadeniz kıyılarında erken Holosen alanlarının tamamen eksikliğinin araştırma yöntemlerinin perspektifi ile ilgili olabileceği üzerinde durulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Batı karadeniz arkeolojisi, inönü mağarası karadeniz tufan hipotezi, neolitik.

Abstract

The Black Sea is one of the largest enclosed seas with large variations in sea level due to environmental geography. The sea level history of the last eight thousand years has been analysed by many researchers. The Black Sea Flood Hypothesis (BSfH), formulated on the basis of marine geological studies of the timing and rate of sea filling, argues that this process was a catastrophic event that severely affected prehistoric people living along the coastline. Archaeologists, on the other hand, have cited this hypothesis as the reason for the absence of early Holocene cultures in the Black Sea region and their disappearance under the sea.

No evidence for early Holocene permanent settlements around the Black Sea has yet been found. In recent years, Düring and Bikoulis have addressed this issue and explained the lack of data on early cultures on the southern shores of the sea from different perspectives. The oldest permanent villages on the west coast are dated to the last centuries of the sixth millennium. The oldest dates obtained so far from archaeometric analyses on the southern shores are 4991-4799 B.C. from Okçular Kale İni *(Cide-Kastamonu). However, this settlement has not yet been excavated. The Inonu Cave (Zonguldak-Karadeniz Eregli), which has been systematically excavated, provides information on the archaeological appearance of the southern coast.*

This paper casts doubt on the continued use of the BSfH as a plausible explanation for the lack of Early Holocene or Neolithic sites along the western Black Sea coast, and suggests that the complete absence of Early Holocene sites along the western Black Sea coast, where Inönü Cave is located, may be related to the perspective of research methods.

Keywords: *Western black sea archaeology, inönü cave, black sea flood hypothesis, neolithic*

Osmanlı'da Gümüş Madenleri ve Gümüşün Kullanım Alanları

Silver Mines And Usage Areas Of Silver In the Ottoman Empire

Kemal Saylan (1), Ferkan Sipahi (2), Öznur Atalan (3)

(1) Ordu Üniversitesi, Fen-Edebiyat fakültesi, Tarih Bölümü (kemalsaylan52@gmail.com)
(2) Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü
(3) Ordu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü (oznuratalan1@gmail.com)
(ferkansipahi@gmail.com)

Öz

Osmanlı toprakları, yer altı kaynakları bakımından oldukça zengindir. Geniş alana sahip ülke topraklarında bol miktarda altın, gümüş, kurşun, bakır, krom madeni bulunmaktadır. Osmanlı döneminde yoğun çıkarılan madenlerden biri gümüş madenidir. Bu dönemde Anadolu ve Rumeli coğrafyası gümüş madeni işletmelerinin en çok bulunduğu bölgelerdendir. Trabzon Vilayetine bağlı Gümüşhane ile Amasya Sancağına bağlı Gümüşhacıköy Anadolu'nun, Selanik Sancağına bağlı Sidrekapısı ise Rumeli'nin gözde gümüş üretim merkezleri arasındadır.

Anadolu ve Rumeli'de çıkarılan gümüş, devletin hazinesine büyük katkı sağlamakla kalmamış, resmi ve sosyal hayatta pek çok farklı alanlarda kullanılmıştır. Resmi olarak Osmanlı'da gümüşün kullanımını para basımında görmekteyiz. Öyle ki ilk Osmanlı para birimi olan akçe gümüşten üretilmiştir. Gümüş, harp sanayisi için de çok büyük önem arz etmiştir. Nitekim, gümüş madeni ile fındık denilen mermiler üretilmiş, topuz, kılıç, hançer kını, silah kabzası, gümüş kaplamalı tabanca ve tüfekler, gümüş kakmalı kalkan ve miğferler yapılmıştır. Gümüş, ayrıca kuyumculuk, simkeşlik, dokumacılık alanlarında da yaygın bir şekilde kullanılmıştır. Çeşitli süs eşyalarından takılara, mutfak eşyalarından sikkelere kadar rutin ihtiyaçlarda tercih edilmiştir. Gümüş, aynı zamanda toplumda süs ve gösterişin nişanesi olmuştur. Özellikle Osmanlı saraylarında ve konaklarında kullanılan aynalar, ibrikler, buhurdanlar, gülabdanlar, kahve takımları, tepsiler, kaşıklar, sahanların neredeyse tamamında gümüş süslemeler yer almıştır.

Bu çalışma da konuya dair yapılan araştırma-inceleme eserler, seyahatnameler ve arşiv vesikalarından yararlanılmıştır. Çalışma, Osmanlı Devleti'nde oldukça fazla kullanım alanına sahip olan gümüşün Osmanlı Devleti ve toplumundaki yerini, değerini ve önemini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Osmanlı Devleti, Madencilik, Gümüş Madeni, Harp Sanayisi, Kuyumculuk.

Abstract

Ottoman lands are very rich in underground resources. There are plenty of gold, silver, lead, copper and chrome mines in the country's wide area. One of the minerals mined intensively during the Ottoman period was silver. During this period, Anatolia and Rumelia were the regions where silver mining enterprises were most common. Gümüşhane in the Trabzon province and Gümüşhacıköy in *the Amasya Sanjak were among the favorite silver production centers of Anatolia, and Sidrekapısı, a township in the Selanik Sanjak, was among the favorite silver production centers of Rumelia.*

This mineral, mined in Anatolia and Rumelia, not only contributed greatly to the state's treasury, but was also used in many different areas in official and social life. Officially, we see the use of silver so much in the coinage in the Ottoman Empire. So that the first Ottoman currency, "akçe", was produced from silver. Silver was also of great importance for the war industry. Bullets called hazelnuts were produced with silver ore, maces, swords, dagger sheaths, gun grips, silver-plated pistols and rifles, silver-inlaid shields and helmets were made. It is also seen that silver is widely used in jewellery, silverware and weaving. It was used for routine needs, from various ornaments to jewelry, from kitchen utensils to coins. It has become a symbol of ornament and ostentation in society. Almost all of the mirrors, pitchers, incense burners, rose juice pitchers, coffee sets, trays, spoons and pans used especially in Ottoman palaces and mansions have silver decorations.

In this study, research-study works, travel books and archive documents on the subject was used. The study reveals the impression, value and importance of silver, which had a wide range of uses in the Ottoman Empire, in the Ottoman state and society.

Keywords: *Ottoman Empire, Mining, Silver Mine, War Industry, Jewelry.*

Geç Osmanlı Döneminde Zımpara Madenciliğinin Bilimsel Sınırları

Scientific Limits of Emery Mining in the Late Ottoman Period

Gönenç Göçmengil
İstanbul Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Bilim Tarihi Bölümü, Türkiye
(gonencgocmengil@istanbul.edu.tr)

Öz

Ondokuzuncu yüzyılda, özellikle sanayi devriminin etkisi ile dünyada büyük bir hammadde açlığı gelişmiştir. Bu hammadde açlığını gidermek adına yeni kaynakların keşfi için dünyada bir çok bölgede jeolojik prospeksiyon çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalar kapsamında ondokuzuncu yüzyılda doğası halen az bilenen Osmanlı İmparatorluğunun farklı bölgelerinde de yeni mineral ve maden yatağı tespit edilmiştir.

1840'li yıllara kadar sadece Nakşa adasında varlığı iyi bir şekilde belgelenmiş olan zımpara madenleri, bu tarihten sonra Batı Anadolu'da jeolojik parajenizi ve arazide oluşum mekanizmaları John Lawrance Smith tarafından tanımlanarak işletilmeye başlanmıştır. Bu keşiften sonra dünyanın farklı bölgelerinde de keşfedilen zımpara yatakları dünyada aşındırıcı sektöründe kullanlan önemli mineral yataklarından biri haline gelmiştir.

Osmanlı İmparatorluğunda başta yabancı araştırmacılar tarafından tanımlanan zımpara yatakları, öncelikle Amerikan ve İngiliz araştırmacılar tarafından incelenirken, yirminci yüzyılın başlarında Alman araştırmacıların da ilgisini çekmiştir. Bununla beraber Osmanlı İmparatorluğunda Maden Nizannameleri ile gelişmeye başlayan özel girişimlerle, bir çok özel şirketin ve şahsın arama ruhsatı alarak zımpara aradığı, özel maden haritaları yaptırdığı, işletme ve arama ruhsatlarının ticaretini yaptığı ve nadiren de olsa yerel laboratuvarlarıda kimyasal analiz yaptığı tespit edilmiştir.

Yerli ve yabancı araştırmacıların incelemelerine bakıldığında basit barometre aletleri, coğrafi haritalar, basit kimya setleri ve minerallerin fiziksel özelliklerini kullanarak arama ve madencilik faaliyetlerini gerçekleştirdikleri görülmektedir. Madencilik genel olarak mercekler şeklinde gelişmiş veya taşınmış haldeki zımpara yataklarının tünel ve yüzey madenciliği yapılarak elde edilmesi ile gerçekleşmiştir. Bununla beraber jeololojik bilginin nadiren kullanıldığı özel girişimlerde madencilik genel olarak kısa ömürlü olmuştur.

Yirminci yüzyılın başlarında devam eden madencilik çalışmaları, yapay aşındırıcıların üretimi ve dünyada yeni yatakların keşfi ile azalmıştır.

Anahtar Kelimeler: Zımpara, Jeolojik arama, Madencilik tarihi, Jeoloji tarihi

Abstract

In the nineteenth century, especially with the effect of the Industrial Revolution, a great hunger for raw materials developed in the world. To meet this hunger for raw materials, geological prospection studies were carried out in many regions of the world to discover new resources. Within the scope of these studies, new minerals and mineral deposits were discovered in different parts of the Ottoman Empire, whose nature was still little known in the nineteenth century.

Emery mines, whose existence was well documented only on the island of Naxos until the 1840s, began to be exploited in Western Anatolia after John Lawrence Smith described their geological paragenesis and formation mechanisms in the field. After this discovery, emery deposits were discovered in different parts of the world and became one of the important mineral deposits used in the abrasive industry in the world.

Abrasive deposits in the Ottoman Empire, which were initially identified by foreign researchers, were first studied by American and British researchers and attracted the attention of German researchers in the early twentieth century. However, with the private initiatives that started to develop with the Mining Regulations in the Ottoman Empire, it has been determined that many private companies and individuals obtained exploration licenses and searched for sandpaper, had special mining maps made, traded business and exploration licenses, and rarely carried out chemical analysis in local laboratories

When we look at the studies of local and foreign researchers, it is seen that they carried out exploration and mining activities using simple barometer instruments, geographical maps, simple chemistry sets and physical properties of minerals. Mining was generally carried out by tunneling and surface mining of lenses of developed or transported emery deposits. However, mining was generally short-lived in private ventures where geological knowledge was rarely used.

In the early 20th century, continued mining efforts declined with the production of artificial abrasives and the discovery of new deposits around the world.

Keywords: *Emery, Geological exploration, History of mining, History of geology*

GEMOLOJİ OTURUMU

Gemology Session

Koray SÖZERİ, Sabah YILMAZ ŞAHİN

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

İzmir Arkeoloji Müzesi'nde Bulunan Bazı Eserler Üzerindeki Mücevher Taşlarının Gemolojik İncelemesi

Gemological Examination of Gemstones on Some Artifacts in the Izmir Archeology Museum

Tuğba Uysal (1), Koray Sözeri (1), Handan Günel (1), O. Taner Songören (1)

(1) Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
(tugba.uysal@mta.gov.tr)

Öz

MTA Şehit Cuma Dağ Tabiat Tarihi Müzesi'ne bağlı Antik Süstaşlarının Gemolojisi Projesi kapsamında Arkeolojik çalışma alanlarından çıkartılan ve mücevher taşı içeren eserler incelenmekte, tanımlanmakta ve bu taşların antik uygarlıklar tarafından nasıl kullanıldığı araştırılmaktadır. Bu kapsamda, bir kısmı İzmir Arkeoloji Müzesi'nde sergilenen ve bir kısmı da Müze arşivinde bulundurulan 138 adet eser incelenmiştir.

Gemolojik analiz teknikleri ile tahtibatsız olarak gerçekleştirilen incelemeler esnasında refraktometre, polariskop, spektroskop, dikroskop, mikroskop ve çeşitli ışık kaynakları ile birlikte ileri bir analiz cihazı olan Gemmo-FTIR kullanılmıştır. Kullanılan temel ve ileri gemolojik analiz yöntemleri, incelenecek kıymetli taşa zarar vermeden uygulanan hızlı ve pratik tekniklerdir. İncelemelerde; kıymetli taşların ışık kırma indisleri belirlenmiş, şeffaf ve yarı şeffaf olanların mikroskobik özelliklerine bakılmış, montürsüz olanların optik özellikleri çalışılmış, spektroskopla granatların türleri belirlenmiş ve taşların büyük bir kısmı Gemmo-FTIR cihazıyla "Speküler Yansıtma" metodu kullanılarak analiz edilmiştir. Analizlerden elde edilen veriler değerlendirilerek tanımlama yapılmıştır.

İnceleme sonucunda, eserler üzerinde bulunan kıymetli taşların korund (safir), beril (zümrüt), inci, granat grubu değerli taşlar, kuvars grubu değerli taşlar, serpantin ve cam oldukları belirlenmiştir. Granat Grubu değerli taşlar, tür olarak pirop-spessartin ve rodolit olarak belirlenmiştir. Kuvars Grubu içerisinde, makrokristalin ve kriptokristalin türleri kullanılmış; makrokristalin olanlar ametist ve kristal kuvars, kriptokristalin olanlar ise karnelyan, sardoniks, oniks, jasper ve agat olarak tanımlanmışlardır. Kalsedonların önemli bir kısmına, ametist taşı ve bazı camlar üzerine çeşitli mitolojik figürler ve betimlemeler işlenmiştir. Cam taklitler bu eserler arasında çok fazla miktarda kullanılmıştır. Eserlerdeki mücevher taşlarının büyük bir kısmında oymacılığın kullanılmasının yanı sıra, kesim şekilleri olarak da kaboşon ve boncuk türündeki kesimlerin daha çok tercih edildiği görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Arkeoloji, Gemmo-FTIR, gemoloji, müzecilik, speküler yansıtma.

Abstract

Within the scope of the Gemology of Ancient Gemstones Project affiliated with MTA Sehit Cuma Dag Natural History Museum, artifacts containing gemstones unearthed in archaeological study areas are examined, identified, and how these stones were used by ancient civilizations is being investigated. In this context, 138 artifacts, some of which are exhibited in the Izmir Archaeology Museum and some of which are kept in the Museum archive, were examined.

During the non-destructive examinations using gemological analysis techniques, Gemmo-FTIR, an advanced analysis device, was used along with a refractometer, polariscope, spectroscope, dichroscope, microscope and various light sources. The basic and advanced gemological analysis methods used are fast and practical techniques applied without damaging the gem to be examined. In the examinations; the refractive indexes of the gems was determined, the microscopic properties of the transparent and semi-transparent ones were examined, the optical properties of the non-mounted ones were studied, the species of garnets were identified by spectroscope, and the majority of the gems were analyzed using Gemmo-FTIR device and the 'Specular Reflectance' method. The data obtained from the analyzes were evaluated and the definition was made.

As a result of the examination, it was determined that the gemstones found on the artifacts were corundum (sapphire), beryl (emerald), pearl, garnet group gemstones, quartz group gemstones, serpentine and glass. Garnet Group gemstones are identified as pyrope-spessartine and rhodolite. Within the Quartz Group, macrocrystalline and cryptocrystalline types were used; macrocrystalline ones are defined as amethyst and crystal quartz, and cryptocrystalline ones are defined as carnelian, sardonyx, onyx, jasper and agate. Various mythological figures and depictions are engraved on a significant part of the chalcedony, amethyst and some glass. Glass imitations were used extensively among these works. In addition to the use of carving in most of the gemstones in the works, it is seen that cuts such as cabochon and beads are more preferred as cutting methods.

Keywords: *Archeology, Gemmo-FTIR, Gemology, museology, specular reflectance.*

Zümrütlerin Kökenini Belirlemede Gemolojik Çalışmalar: Kolombiya ve Zambiya Örnekleri

Gemological Studies In Determining The Origin Of Emeralds: Colombia And Zambian Examples

Nisa Bıldırcın (1), Kadir Şeker (1), Sabah Yılmaz Şahin (2)

(1) GLT- Gemological Laboratory of Turkey, Fatih/İstanbul
(2) İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Mühendislik Fak., Jeoloji Müh. Bölümü, Büyükçekmece/ İstanbul
(nisabldrcn@gmail.com)

Öz

Zümrütler tarih boyunca kral ve kraliçelerin, günümüzde ise pek çok vitrinin gözde taşlarından biri olup çarpıcı yeşil rengi ve göz alıcı parlaklığıyla dikkat çekmektedir. Mineral kimyasına bakıldığında, Be3Al2(Si6O18) formülüne sahip beril grubu mineralleri, bünyesine aldıkları iz elementler ile birlikte farklı renklere sahip olmaktadır. Mn2+ element katkısıyla pembe renk olanlar Morganit, Fe2+ katyonuna sahip sarı renkli olanlar Heliodor, Fe3+katyonuna sahip açık mavi olanlar Akuamarin, Mn3+ katkısına sahip olan kırmızı renkli olanları Bixbite (Kırmızı Beril), Fe2+ ve Fe3+ elementlerine sahip deniz yeşili rengi olanlar Yeşil Beril olarak adlandırılırken, İz elementler tarafından kirletilmemiş saf halde bulunan renksiz ve beyaz olanları Goshenite (Goşenit) olarak adlandırılmaktadır. Mineralojik formülü Be3Al2(Si6O18) olan zümrüt de beril grubunun Cr 3+ ve ± V 3+ elementlerince zengin yeşil renkli üyesidir. Yeşil bir berile zümrüt denebilmesi için renk anlamında yeşilin belirli bir doygunluğuna sahip olmalıdır. Bu da içerisinde belirli oranda Krom ve Vanadyum içeriğiyle birlikte mümkündür. Zümrütün fiziksel ve optik özelliklerine baktığımızda; Mohs Sertlik Skalasına göre sertliği 7.5-8, özgül ağırlığı 2.65-2.75, refraktif indeksi 1.565-1.602'dır. Çıkarıldığı başlıca ülkeler Brezilya, Kolombiya, Zambiya, Madagaskar ve Rusya'dır. Zümrütlerin oluşumuna bakıldığında geniş bir jeolojik dönemde oluştuğu görülmektedir. Açılmalı (ekstansiyonel) fay zonlarının oluşumu, Orojenik süreçler, Bölgesel Metamorfizma gibi tektonik olayların gelişmesi zümrüt yataklarının oluşumunu desteklerken zümrütler metamorfizma ile ilişkili hidrotermal sistemlerde, magmatik-hidrotermal damarlarda ve granitik pegmatitler içerisinde gelişmektedirler. Kolombiya zümrütleri Hidrotermal / Metamorfik oluşumlu olup, Zambiya zümrütleri şist barındıran pegmatitik ve magmatik süreçler sonucu oluşmuştur. Gemolojik olarak bir zümrütün kökenini belirlemek sertifikalandırma süreçlerinde taşa daha fazla değer katmaktadır. Köken belirlerken takip edilmesi gereken adımlar, UV-VIS-NIR spektrometresi ile elementlerin absorpsiyonlarına göre oluşum koşulunu ortaya koyma, FTIR spektroskopisi ile elde edilen grafiklerin yorumlanması, mikroskop ile analiz, Raman Spektroskopisi çalışmaları, ED-XRF veya SEM ile iz element tayininin yapılması ve Li, K, V, Cr, Fe, Rb, ve Cs gibi elementlerin bolluklarına göre köken yorumlamasının yapılması gibi süreçleri kapsamaktadır. UV-VIS-NIR sonuçlarına göre kıyaslama yaptığımızda Kolombiya zümrütlerinin spektrumlarında 700 nm' de artış gözlenirken Zambiya zümrütlerinde 850 nm'de gözlenir. Kolombiya zümrütlerinin mikroskobik incelemelerinde yaygın katı kapanımlar karbonatlar, pirit, kuvars, feldspatlar olarak görünürken engebeli üç fazlı keskin köşeli sıvı kapanımlar, gota de aceita olarak bilinen engebeli yapılar, renk konsantrasyon farkından kaynaklı dağ görünümlü Ural yapıları ve nadir olarak zümrütlerde bulunan parisit mineralleri köken belirlemede kullanılırken Zambiya zümrütlerinde flogopit, aktinolit, apatit ve biyotit gibi mineraller bulunurken bloklu sıvı kapanımlar, düzensiz şekilli çok fazlı sıvı kapanımlar, kahverengimsi-yeşilimsi mika mineralleri ve psödo-altıgen sıvı kapanımları belirgin olarak gözlenmektedir. Kolombiya zümrütleri kimyasal olarak en saf olma eğilimindedir, genellikle daha düşük konsantrasyonlarda alkali Li, K, Rb ve Cs ile Fe içerirken Zambiya zümrütleri yüksek Cs, Fe ve Li'ye sahip olma eğilimindedir.

Anahtar Kelimeler: Beril, ED-XRF, FTIR, Kolombiya, UV-VIS-NIR, Zambiya, Zümrüt.

Abstract

Emeralds have been the favorite gemstones of kings and queens throughout history and remain one of the most sought-after gemstones today, attracting attention with their striking green color and eye-catching brilliance. From a mineralogical perspective, beryl group minerals with the formula $Be_3Al_2(Si_6O_{18})$ exhibit different colors depending on the trace elements they contain. Those with a pink color due to the addition of Mn^{2+} elements are called Morganite, those with a yellow color due to the Fe^{2+} cation are called Heliodor, those with a light blue color due to the Fe^{3+} cation are called Aquamarine, those with a red color due to Mn^{3+} are called Bixbite (Red Beryl), and those with a sea-green color due to Fe^{2+} and Fe^{3+} elements are called Green Beryl. The colorless and white varieties, which are in pure form and uncontaminated by trace elements, are called Goshenite. Emerald, with the mineralogical formula $Be_3Al_2(Si_6O_{18})$, also belongs to the beryl group. It is a green-colored member rich in Cr^{3+} and ± V^{3+} elements. For a green beryl to be classified as an emerald, it must have a certain level of green saturation, which is possible with an adequate amount of Chromium and Vanadium content. Regarding the physical and optical properties of emeralds, their hardness on the Mohs Hardness Scale is 7.5-8, their specific gravity is 2.65-2.75, and their refractive index is 1.565-1.602. The main countries where emeralds are mined include Brazil, Colombia, Zambia, Madagascar, and Russia. Emeralds formed over a vast geological timespan. The development of tectonic events such as the formation of extensional fault zones, orogenic processes, and regional metamorphism contributes to the formation of emerald deposits. Emeralds develop in hydrothermal systems associated with metamorphism, magmatic-hydrothermal veins, and granitic pegmatites. Colombian emeralds are of hydrothermal/metamorphic origin, while Zambian emeralds were formed through pegmatitic and magmatic processes containing schist. From a gemological perspective, determining the origin of an emerald adds value to the stone during certification processes. The steps involved in origin determination include analyzing element absorption using UV-VIS-NIR spectrometry, interpreting graphs obtained through FTIR spectroscopy, microscopic analysis, Raman spectroscopy studies, trace element determination with ED-XRF or SEM, and evaluating the abundance of elements such as Li, K, V, Cr, Fe, Rb, and Cs. When comparing UV-VIS-NIR results, Colombian emeralds exhibit a spectral peak at 700 nm, while Zambian emeralds show a peak at 850 nm. In microscopic examinations of Colombian emeralds, common solid inclusions include carbonates, pyrite, quartz, and feldspars. Additionally, bumpy three-phase liquid inclusions with sharp corners, bumpy structures known as "gota de aceite," mountain-like Ural structures caused by color concentration differences, and parisite minerals (which are rarely found in emeralds) are used to determine their origin. In contrast, Zambian emeralds contain minerals such as phlogopite, actinolite, apatite, and biotite. Additionally, blocky liquid inclusions, irregularly shaped multiphase liquid inclusions, and pseudo-hexagonal liquid inclusions are clearly observed. Colombian emeralds tend to be chemically the purest, generally containing lower concentrations of alkaline elements such as Li, K, Rb, and Cs, as well as Fe, while Zambian emeralds tend to have higher concentrations of Cs, Fe, and Li.

Keywords: *Beryl, Colombia, ED-XRF, Emerald, FTIR, UV-VIS-NIR, Zambia.*

Yozgat–Sarıkaya-Kargalık Köyü Pembe Turmalinin Oluşumuna ait Mineralojik Özellikler ve Yozgat-Akdağmadeni Güneyinde Dere Sedimanlarında Pembe Turmalin Aranması

Mineralogical features of Yozgat–Sarıkaya Kargalık village pink tourmaline formations and exploration of pink tourmalins in stream sediments south of Yozgat-Akdağmadeni

Sönmez Sayılı (1), Tuba Filiz Kadirioğlu (2), Evren Atakay (3), Koray Sözeri (3)

(1) Fe-Ni Mining Ltd. Co. Mustafa Kemal Mah. 2129 Sokak No: 1 / 4, 06510 Çankaya/Ankara
(2) AFAD, Deprem ve Risk Azaltma Müd., Deprem Dairesi Bşk., Üniversiteler Mah. Dumlupınar Blv. No:159/B 06800 Çankaya/ Ankara
(3) MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, Çukurambar Mah. Dumlupınar Bulv. No:11, Ankara
(sonmez@fenimining.com)

Öz

Türkiye'de şu ana kadar bilinen pembe turmalin oluşumları Yozgat-Sarıkaya-Kargalık köyü yakınında belirlenmiştir. Kargalık köyünün 1,5 km güneydoğusunda, boyu 30 metre eni 15 metre olan bir yarmada mermerleri kesen altere olmuş löko granitler arasında gelişmiş piroksen skarn oluşumları vardır. Skarnlar; kalsit, kuvars, plajiyoklaz, piroksen ve sfen mineralleri içermektedir. Anılan tüm birimleri kesen pegmatit damarları 5-50 cm kalınlıklardadır. Ortalama olarak bu damarlar K 40-50° B / 50° KD konumlarında uzanırlar. Yarmanın GD ucunda 6x8 metrelik bir alanda 1,5 metreye ulaşan bir derinlere kadar izlenen kesimden örnekler alınmıştır. Yapılan mineralojik çalışmalara göre kuvars, ortoklaz, plajiyoklaz, biyotit, şörl ve elbait (pembe), yeşil-pembe, yeşil-siyah ve pembe-siyah karma tür turmalinler ve zinvaldit (mor mika) mineralleri belirlenmiş ve pertitik, grafik ve granofirik dokular gözlenmiştir. Turmalinlerin türleri ve kimyaları yapılmakta olan SEM-EDS çalışmaları ile daha ayrıntılı olarak belirlenmeye çalışılmaktadır. Pegmatitlerin (3 örnek) ACME laboratuvarlarında yapılan jeokimyasal analizleri ile SiO_2 oranları % 67-75, $A_{l2}O_3$ değerleri ise %12-13, K_2O ve Na_2O içerikleri ise %2-8 arasında değişmektedir. Cr_2O_3 ise %0,1-0,16 arasında bulunmaktadır. Eser elementlerine gelince, Rb değerleri 660-2000 ppm, Y değerleri 8-100 ppm olup Nb ise 33 ppm' e kadar çıkmaktadır. Sn oranları 235 ppm'lere, Ta değerleri 96 ppm' lere, Cs ise 218 ppm'lere kadar çıkmaktadır. Be değerleri 2-183 ppm, Li ise 125-3600 ppm arasındadır. Örnekler F bakımından zengin olup değerler %1,3'e kadar varmakta, B ise 100-1440 ppm arasında değerler göstermektedir. Toplam NTE değerleri 136 ppm gibi oldukça yüksek değerlerdedir. Bu ilk veriler Li-Pegmatitlerin LCT (Lityum-Sezyum-Tantalyum) veya NYF (Niyobyum-Yitriyum-Flor) tiplerine benzer özellikler sunmakta olduğunu ve pnömatolitik evrede 5000C sıcaklıklar civarında oluştuklarını düşündürmektedir. Ayrıca Yozgat-Boğazlıyan karayolu üzerine yüzlek veren Karabıyık lökograniti, peralümina karakter sergilemekte ve onları kesen Turmalinli (Şörl tipi) Pegmatitlerde de yukarıda belirtilen elementlerin değerleri kadar yüksek olmasa da, anomali düzeyinde değerler belirlenmiştir. Bu bölgedeki granitler, skarnlar ve pegmatitler üzerine ayrıntılı çalışmaların yürütülmesi gerekmektedir.

Öte yandan, MTA Maden Etüd Dairesi OKAP (Orta Anadolu Kalay Ağırlıklı Proje) kapsamında Yozgat Akdağmadeni güneyinde dere kumlarında ağır mineral çalışmaları yapmış ve beril, şelit ve pembe turmalin minerallerini saptamıştır. Bu nedenle Yukarı Çulhalı ve Başçatak köyleri arasında 80 km2 lik bir alandaki derelerden sediman örnekleri alınmış ve bazı örneklerde ağır mineral çalışmaları ile pembe turmalin örnekleri bulunmuştur. Bu bölgelerde dere kumlarından sistematik örnek toplanıp jeokimyasal analizler ve daha ayrıntılı çalışmalar yapılarak lityum dağılımları kontrol edilmelidir. Ayrıca, bölgede Lityumlu pegmatitlerin Li açısından detaylı araştırılması yararlı olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Akdağmadeni, dere sedimanı, jeokimya, Kargalık, mineraloji-petrografi, pegmatit, pembe turmalin.

Abstract

The pink tourmaline formations known in Turkey so far have been determined near Yozgat-Sarıkaya-Kargalık village. In a 30-meter-long and 15-meter-wide trench 1.5 km southeast of Kargalık village, Pyroxene skarn formations are formed among the altered leuco-granites intersecting marbles. The skarns contain calcite, quartz, plagioclase, pyroxene and sphene minerals. The pegmatite veins cutting all mentioned units have 5-50 cm thicknesses. These veins extend in N 40-50° W / 50° NE dips. Samples were taken from a section observed at a depth of 1.5 meters in a 6x8 meter area at the SE end of the trench. According to the mineralogical studies, quartz, orthoclase, plagioclase, biotite, schorl and elbaite (pink), green-pink, green-black and pink-black mixed tourmalines and zinvaldite (purple mica) minerals were determined and perthitic, graphic and granophyric textures were observed. The types and chemistries of tourmalines are being determined in more detail with the ongoing SEM-EDS studies. According to the geochemical analyses of pegmatites (3 samples) in ACME laboratories, SiO_2 ratios vary between 67-75%, $A_{l2}O_3$ values vary between 12-13%, K_2O and Na_2O contents vary between 2-8%. Cr_2O_3, between 0,1-0,16%. Regarding trace elements, Rb values are between 660-2000 ppm, Y values vary 8-100 ppm and Nb is up to 33 ppm. Sn ratios are up to 235 ppm, Ta values up to 96 ppm, and Cs contents reach up to 218 ppm. Be contents are between 2-183 ppm, and Li between 125-3600 ppm. The samples are rich in F and the values reach up to 1.3%, and B is between 100-1440 ppm. Total NTE values are quite high at a total amount of 136 ppm. These initial data suggest that Li-Pegmatites have properties similar to LCT (Lithium-Cesium-Tantalum) or NYF (Niobium-Yttrium-Fluoride) types. They could be formed at temperatures around 5000C in the pneumatolytic phase. In addition, the Karabıyık leucogranite, which crops out on the Yozgat-Boğazlıyan highway, exhibits peraluminous character and in the Tourmaline (schorl type) Pegmatites that cut them, exhibit some anomalous contents, although not as high as the values of the elements mentioned above. Detailed studies should be conducted on the granites, skarns and pegmatites in this region.

On the other hand, the MTA carried out heavy mineral studies in the stream sands south of Yozgat-Akdağmadeni within the scope of OKAP (Central Anatolian Tin Weighted Project) and detected beryl, scheelite and pink tourmaline minerals. Sediment samples were taken from the streams in an area of 80 km2 between Yukarı **Çulhalı** *and Başçatak villages for heavy mineral studies. Pink tourmaline grains were found in some samples. Systematic samples should be taken from the stream sands in these regions, geochemical analyses and more detailed studies should be carried out to check lithium distributions.*

Keywords: *Akdağmadeni, geochemistry, Kargalık, mineralogy-petrography, pegmatite, pink tourmaline, stream sediment.*

Eskişehir Kuzeyinde Karacakaya ve Dumluca Köyleri Civarındaki Opal ve Kalsedonların Mineralojik-Petrografik ve Jeokimyasal Özellikleri ve Karaçam Civarı Oluşumlarla Karşılaştırılması

Mineralogical-Petrographical and Geochemical Properties of Opal and Chalcedony in the Vicinity of Karacakaya and Dumluca Villages in the North of Eskişehir and Comparisons with the Formations of Karaçam

Sönmez Sayılı (1), Koray Sözeri (2), Evren Atakay (2), Çiğdem Lüle (3), Elif Kılıç (4)

(1) Fe-Ni Mining Ltd. Co. Mustafa Kemal Mah. 2120 Cadde, 2129 Sokak No: 1 / 4, 06510 Çankaya/Ankara
(2) MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, Çukurambar Mah. Dumlupınar Bulv. No:11, Ankara
(3) Kybele LLC, Chicago; ABD
(4) Altınkaynak Mücevharat ve Döviz A.Ş. Posta Cad. 42/D Ulus-Ankara
(sonmez@fenimining.com)

Öz

Bu çalışmada; Eskişehir Sivrihisar ilçesinin kuzeyinde Dağküplü Ofiyolitik Melanjının serpantinit ve serpantinleşmiş peridotitleri içinde yer alan beyaz, gri, kahverengi ve yeşil opal ve kalsedonların mineralojik-petrografik incelemeleri ve jeokimyasal analiz sonuçları sunulmaktadır.

Karacakaya köyü kuzeybatısında çok az yüzlek veren serpantinitlerin doğusundaki tektonik hat boyunca KB-GD doğrultusunda 5-6 metre kalınlık ve 150 metre civarında uzunluk sunan damar şeklinde çeşitli renklerde opal-kalsedon mineralleri içeren silisli kayaçlar gözlenmektedir. Burada mavi renkli krom halloysit oluşumları da izlenmiştir. Mikroskobik gözlemler yeşil opal ve kalsedonların renklerinin atol şekilli kromitler de içeren serpantinit kalıntıları ile bağlantılı olduğunu göstermektedir. Yapılan analizler yeşil opal-kalsedonların 400 ppm civarında Cr_2O_3, 400-2400 ppm nikel ve ayrıca kobalt ile arsenik elementleri içerdiğini göstermiştir.

Dumluca köyü kuzeyinde serpantinleşmiş peridotitlerin arasında 20 metre uzunluk, 5 metre kalınlık sunan ve K 700 D doğrultulu ve 40-800 ile KB' ya eğimli başta yeşil renkli olmak üzere beyaz-gri ve açık kahverenkli camsı parlaklığı olan opal-kalsedon damarları izlenmektedir. İncekesitlerde serpantinit kalıntıları ve kromit taneleri de içeren silis akıntıları gözlenmiştir. Yapılan analizler 500 ppm' lere varan Cr_2O_3, 2000 ppm' lere çıkan nikel ve ayrıca kobalt ile arsenik element değerleri içermektedir. Ancak ED-5 numaralı örnek ise yüksek Ba, Sr, Zr, As, U, Hg ve NTE içerikleri ile diğer opal-kalsedon örneklerinden farklılıklar sunmaktadır.

Bu iki lokasyondaki oluşumlar, Karaçam köyü güneyindeki ve Karaçam hemen kuzeyindeki Belek ile Adatepe' de izlenen beyaz-gri, yeşil renkli opal-kalsedon oluşumları ile çok benzer mineralojik-petrografik ve jeokimyasal özellikler göstermektedir. Bunlar için kromlu kalsedon tanımlamaları yapılmıştır. Tüm oluşumların KB-GD yönlü fay zonu içinde yer aldığı da görülmektedir. Bu zon yer yer K 60-700 D uzanımlı faylar tarafından da kesilmektedir. Serpantinleşmiş peridotitlerin karbonatlı ve silisli damarlar tarafından kesilmesi opal ve kalsedon oluşumlarının hidrotermal silisleşmelerle ilişkili olabileceğini varsaydırmaktadır. Sonuç olarak opal ve kalsedon oluşumlarının tektonizmaya bağlı olarak oluşan kırık ve çatlaklara giren silisli çözeltilerin, meteorik suların etkisiyle soğuması sonucu birkaç farklı evrede ortama gelen silisli çözeltilerden kaynaklandığı söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Dumluca, jeokimya, Karacakaya, Karaçam, mineraloji-petrografi, yeşil opal-kalsedon.

Abstract

In this study; Mineralogical-petrographic studies and geochemical analysis results of white, gray, brown and green opal and chalcedony located in serpentinites and serpentinized peridotites of Dağküplü Ophiolitic Melange in the north of Sivrihisar district of Eskişehir are presented.

In the northwest of Karacakaya village, siliceous rocks containing opal-chalcedony minerals in various colors are observed in a fracture zone trending NW-SE direction and approximately vertical dips, with a thickness of 5-6 meters and a length of approximately 150 meters. Blue colored chrome halloysite formations were also observed nearby. Microscopic observations show that the colors of green opal and chalcedony occurrences include serpentinite relicts including atoll-shaped chromites. Due to geochemical analysis, green opal-chalcedony contains around 400 ppm Cr_2O_3, 400-2400 ppm nickel, and also cobalt and arsenic elements.

In the north of Dumluca village, among the serpentinized peridotites, 20 meters long, 5 meters thick, extending N 700 E direction and 40-800 to NW inclinations, opal-chalcedony veins with a glassy luster, mainly green in color, white-gray and light brown colors are also observed. Siliceous solutions containing serpentinite relicts and chromite grains were observed in thin sections. The analyses show that the values of Cr_2O_3 reach up to 500 ppm, nickel up to 2000 ppm, and also some cobalt and arsenic elements. However, the sample numbered ED-5 differs from other opal-chalcedony samples with its high Ba, Sr, Zr, As, U, Hg and NTE contents.

The formations in these two locations show very similar mineralogical-petrographical and geochemical properties to the white-grey, green opal-chalcedony formations observed in Belek and Adatepe, both at the south and north of Karaçam village. Chrome chalcedony definitions have been accepted for these opal and chalcedony formations. All opal-chalcedony formations are located within the NW-SE trending fault zone which is occasionally cut by faults extending N 60-700 E. The fact that serpentinized peridotites are cut by carbonate and siliceous veins suggests that opal and chalcedony formations may be related to hydrothermal silicification. As a result, it can be said that these formations are caused by siliceous solutions entering the fractures and cracks formed due to tectonism formed as several different due to the result of the cooling of siliceous solutions under the effect of meteoric waters.

Keywords: *Dumluca, geochemistry, green opal-chalcedony, Karacakaya, Karaçam, mineralogy-petrography.*

Süstaşlarının Madenden Tüketiciye Yolculuğu

The Gemstone's Journey from Mine to Retail Consumer

Stuart Robertson

Gemworld International, Inc., 2640 Patriot Blvd., Suite 240, Glenview, IL 60026, USA
(srobertson@gemguide.com)

Öz

Bu sunum süstaşı piyasasını temel alan bir çerçeve içinde renkli taşların belli özelliklerine göre değerlerinin nasıl belirlendiğini açıklamayı amaçlamaktadır. Süstaşı fiyatlandırması, doğası gereği göreceli bir işlemdir. Ancak, burada verilen prensipler bu göreceli durumu en aza indirgeyebilir. Bir objeyi süstaşı yapan özellikler güzellik, nadirlik ve duraylılıktır. Bulunabilirlik ise "görünen" nadirliği, dolayısıyla da taşın değerini belirler. Bununla birlikte, süstaşı değerini etkileyen başka değişken etkenler de bulunur. Piyasa genelinde süstaşları; düşük (ticari), orta, iyi ve çok iyi kalite kategorilerine gayri resmi olarak tabi tutulurlar. Bu sistem zaman içerisinde daha da rafine hale gelmiş olsa da prensipleri aynıdır. Elmas derecelendirme sistemi 4C olarak bilinir ve yerleşik bir uygulamadır. Aynı sistem renkli taşlara da uygulanabilse de çok çeşitlilik gösterir. Renk, temizlik, kesim ve ağırlık (büyüklük) renkli taslar bağlamında elmaslara göre farklı değerlendirilir.

Bu çalışma temel kalite elementleri olarak değerlendirdiğimiz 4C sisteminin etkisi kadar taş iyileştirme çalışmaları ve moda gibi dış faktörlerin de süstaşı küresel piyasasında değer belirleyici olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Renkli taş derecelendirmesi, süstaşı, süstaşı kalite faktörü, süstaşı piyasası.

Abstract

This paper aims to explain on providing a market based framework to explained how specific quality factors have influence on the price of colored stones. Pricing gemstones, by its very nature, is a subjective process. However, using the principles presented here, subjectivity can be minimized. Beauty, rarity, and durability are the major attributes of a gem material. Availability governs the (apparent) rarity and therefore the value of the gem. However, the value of a stone may be influenced by additional factors. An unofficial grading system has been developed within the trade that categorizes gemstones as Commercial, Good, Fine and Extra Fine. Although the system has been refined in the years since, its fundamentals have remained unchanged. The 4C's are well established for describing diamond quality. But their application to colored stones is more variable. Color, clarity, cut, and carat weight (size) are judged within a different context in colored gems than in diamonds.

This study demonstrates that, while inherent factors such as 4C's create the framework of value, external factors, for example, treatments and fashion, impact the price of gemstones in the global gem market.

Keywords: *Colored stone grading, gem market, gemstone, gemstone quality factors.*

Renkli Sütaşlarında Kalite Faktörleri

Colored Stone Quality Factors

Çiğdem Lüle

Kybele LLC, 825 E. Golf Road, Suite 1100, Arlington Heights, IL 60005, USA
(clule@kybelellc.com)

Öz

Bu sunum süstaşı piyasasını temel alan bir çerçeve içinde renkli taşların belli özelliklerine göre değerlerinin nasıl belirlendiğini açıklamayı amaçlamaktadır. Süstaşı fiyatlandırması, doğası gereği göreceli bir işlemdir. Ancak, burada verilen prensipler bu göreceli durumu en aza indirgeyebilir. Bir objeyi süstaşı yapan özellikler güzellik, nadirlik ve duraylılıktır. Bulunabilirlik ise "görünen" nadirliği, dolayısıyla da taşın değerini belirler. Bununla birlikte, süstaşı değerini etkileyen başka değişken etkenler de bulunur. Piyasa genelinde süstaşları; düşük (ticari), orta, iyi ve çok iyi kalite kategorilerine gayri resmi olarak tabi tutulurlar. Bu sistem zaman içerisinde daha da rafine hale gelmiş olsa da prensipleri aynıdır. Elmas derecelendirme sistemi 4C olarak bilinir ve yerleşik bir uygulamadır. Aynı sistem renkli taşlara da uygulanabilse de çok çeşitlilik gösterir. Renk, temizlik, kesim ve ağırlık (büyüklük) renkli taslar bağlamında elmaslara göre farklı değerlendirilir.

Bu çalışma temel kalite elementleri olarak değerlendirdiğimiz 4C sisteminin etkisi kadar taş iyileştirme çalışmaları ve moda gibi dış faktörlerin de süstaşı küresel piyasasında değer belirleyici olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Renkli taş derecelendirmesi, süstaşı, süstaşı kalite faktörü, süstaşı piyasası.

Abstract

This paper aims to explain on providing a market based framework to explained how specific quality factors have influence on the price of colored stones. Pricing gemstones, by its very nature, is a subjective process. However, using the principles presented here, subjectivity can be minimized. Beauty, rarity, and durability are the major attributes of a gem material. Availability governs the (apparent) rarity and therefore the value of the gem. However, the value of a stone may be influenced by additional factors. An unofficial grading system has been developed within the trade that categorizes gemstones as Commercial, Good, Fine and Extra Fine. Although the system has been refined in the years since, its fundamentals have remained unchanged. The 4C's are well established for describing diamond quality. But their application to colored stones is more variable. Color, clarity, cut, and carat weight (size) are judged within a different context in colored gems than in diamonds.

This study demonstrates that, while inherent factors such as 4C's create the framework of value, external factors, for example, treatments and fashion, impact the price of gemstones in the global gem market.

Keywords: *Colored stone grading, gem market, gemstone, gemstone quality factors.*

CRIRSCO ve UMREK Kodlarında Yer Alan Elmas ve Diğer Süstaşlarının Kaynak ve Rezervlerinin Raporlanması ile İlgili Bölümün Değerlendirilmesi ve Öneriler

Evaluation and Recommendations for Crirsco and Umrek codes related with Diamond and Other Gemstone Resources and Reporting Chapter

Koray Sözeri (1), Alp İlhan (2), Burcu Üner (3)

(1) Maden ve Tetkik Arama Genel Müdürlüğü, Çankaya-Ankara
(2) KRK Holding, Beşiktaş-İstanbul
(3) İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Mühendislik Fakültesi Jeoloji Müzesi, 34500 Büyükçekmece-İstanbul
(ksozeri.mta@gmail.com)

Öz

Bu çalışmada maden rezervlerinin uluslararası raporlama şablonu olan CRIRSCO (Uluslararası Maden Rezerv Raporlama Standartları Komitesi) ve ulusal raporlama şablonu olan UMREK (Ulusal Maden Kaynak ve Rezerv Raporlama Komisyonu) kodlarının elmas ve diğer süstaşları ile ilgili bölümünde yer alan yöntem ve uygulamaların değerlendirilmesi ile yeni öneriler yer almaktadır.

CRIRSCO, uluslararası arama, kaynak ve rezerv standartlarını düzenleyen bir birliktir. Maden ve Metalurji Enstitüsü'nün (CMMI) bir birimi olarak 1994 yılında Mineral Tanımlama Çalışma Grubu olarak kurulmuştur. Kurulum amacı, maden ve mineral arama sonuçlarının, mineral kaynak ve rezervleri için belirli bir standart getirilmesi olmuştur. Türkiye, 2012 yılında uluslararası raporlama standartlarına ilişkin politikalar geliştirmek ve raporlama standartları getirebilmek için CRIRSCO'ya başvuruda bulunmuş, 2016 yılında da Resmi Gazete'de yayımlanan 6745 sayılı kanunla kısa adı UMREK olan Ulusal Maden Kaynak ve Rezerv Raporlama Komisyonu'nun kurulmasıyla sürece dahil olmuştur. Maden arama hedefleri ve sonuçları, maden kaynak ve maden rezervlerinin doğru, tutarlı ve güvenilir bir şekilde hesaplanıp raporlandırılabilmesi amacıyla, CRIRSCO şablonuna uygun olarak UMREK Kodu geliştirilmiştir. UMREK günümüzde, belirlenen hedeflerle birlikte, CRIRSCO üyeliğine kabulü sonrası da ülkemizde maden şirketlerini uluslararası normlara uygun çalışmaya teşvik ederek sektörün gelişimine katkıda bulunmaya devam etmektedir.

CRIRSCO (2024) ve UMREK (2023)'te yer alan Elmas ve Diğer Değerli Taşlar bölümünde yapılan tanımlamalarda çeşitli değişiklikler yapılması önerilmektedir. Buna göre söz konusu bölümün "Elmas ve Diğer Değerli Taşlar" ismi yerine, "Elmaslar" ve "Renkli Taşlar" olarak ikiye ayrılması daha uygun olacaktır. Ayrıca raporun EK-5 bölümünde yer alan elmas için alt eşik tane boyu tanımlaması uygun görülmemektedir. Elmas ve renkli taşların ham haldeki fiyatları düşük olabilir, ancak usta ellerde kesilen ve mücevher olarak değerlendirilen bu taşlar çok daha yüksek fiyatlarda alıcılar bulabilmektedir. Süstaşı madenciliği de her taşa göre değişiklikler göstermektedir. Örneğin elmas için uygulanan madencilik teknikleri değeri milyon dolarlara kadar çıkabilen Avusturalya opalleri için uygun olmayacaktır. Dolayısıyla CRIRSCO (2024) ve UMREK (2023) kodlarında yer alan süstaşları bölümünün kendi içinde alt gruplara ayrılmasının daha doğru bir yöntem olduğu düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Crirsco, elmas, raporlama, süstaşı, Umrek.

Abstract

This study includes an evaluation of the methods and practices in the section related to diamonds and other gemstones in the CRIRSCO (Committee for Mineral Reserves International Reporting Standards) international reporting template and the UMREK (National Committee for Mineral Resources and Reserves Reporting) national reporting template, along with new suggestions.

CRIRSCO is an association that regulates international exploration, resource and reserve standards. It was established in 1994 as the Mineral Definition Working Group as a unit of the Mining and Metallurgy Institute (CMMI). The purpose of its establishment was to establish a specific standard for mineral resource and reserves of mineral and mineral exploration results. Turkey applied to CRIRSCO in 2012 to develop policies regarding international reporting standards and to be able to establish reporting standards, and in 2016, it was included in the process with the establishment of the National Mineral Resource and Reserve Reporting Commission, abbreviated as UMREK, with the law numbered 6745 published in the Official Gazette. The UMREK Code was developed in accordance with the CRIRSCO template in order to calculate and report mineral exploration targets and results, mineral resources and mineral reserves accurately, consistently and reliably. Today, UMREK continues to contribute to the development of the sector by encouraging mining companies in our country to work in accordance with international norms, together with the determined targets, after its acceptance as a CRIRSCO member.

It is suggested that various changes can be made to the definitions made in the Diamond and Other Precious Stones section in CRIRSCO (2024) and UMREK (2023). Accordingly, it would be more appropriate to divide the section in question into two as "Diamonds" and "Colored Stones" instead of the name "Diamond and Other Precious Stones". In addition, the lower threshold grain size definition for diamonds in the ANNEX-5 section of the report is not considered appropriate. The prices of diamonds and colored stones in their raw form may be low, but these stones, which are cut by expert hands and evaluated as jewelry, can find buyers at much higher prices. Gemstone mining also varies according to each stone. For example, the mining techniques applied for diamonds will not be suitable for Australian opals, whose value can reach millions of dollars. Therefore, it is thought that it would be a more accurate method to divide the gemstones section in the CRIRSCO (2024) and UMREK (2023) codes into subgroups.

Keywords: *Crirsco, diamond, gemstone, reporting, Umrek.*

Disten/Kyanit Mineralinin Jeokimyası ve Bazı Gemolojik Özellikleri

Geochemistry and Some Gemological Properties of Distene/Kyanite Mineral

Sabah Yılmaz Şahin (1), Fatma Şişman Tükel (1), Burcu Üner (2), Nisa Bıldırcın (3), Kadir Şeker (3)

(1) İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Mühendislik Fak. Jeoloji Mühendisliği Bölümü Büyükçekmece/İstanbul
(2) İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Mühendislik Fakültesi Jeoloji Müzesi Büyükçekmece/İstanbul
(3) Gemoloji Laboratuvarı Türkiye(GLT), Binbirdirek, Dostluk Yurdu Sk. No:3, 34122 Fatih/İstanbul
(sabahys@iuc.edu.tr)

Öz

Batı Anadolu'da Menderes Masifi'nin metamorfik kayaçları içerisinde gözlenen şistler ve kuvarsitler içerisinde bol miktarda disten/kyanit mineralleri tanımlanmaktadır. Manisa-Demirci-İsmailler köyü civarından alınan şist ve kuvarsit örneklerinde disten/kyanit [Al2(SiO5)] mineralleri, mavimsi renkli yarı şeffaf, yönlere göre renk ve sertlik anizotropisi gösteren, yaklaşık 1-15 cm uzunluğunda çubuğumsu-prizmatik mineraller olarak bulunmaktadır. Mikroskop altında renksiz, çubuğumsu prizmatik görünümlü, bol kırıklı-çatlaklı olarak bulunan ve çatlaklar boyunca mineral kapanımları içeren distenler, kuvars, plajiyoklaz, muskovit, klorit mineralleri ile birlikte bulunan şist dokulu metamorfik kayaçlar içerisinde tanımlanmaktadır. Disten minerallerinin mineralojik tayinleri mikroskopta ve FTIR analizleri ile yapılmıştır.

Disten minerallerinin jeokimyası, İÜC Jeokronoloji ve Jeokimya Laboratuvarında bulunan LA-ICP-MS cihazı kullanılarak ince kesit üzerinde, yönlere bağlı olmaksızın toplam 25 noktada ölçülmüştür. Ayrıca, İKO-GLT- Laboratuvarlarında ED-XRF yöntemiyle yapılan ölçümlerler de disten minerallerinin jeokimyasal özellikleri, LA- ICP-MS ile ölçümlerle karşılaştırıldığında, benzer sonuçlar verdiği gözlenmiştir.

Majör oksitlerden Al2O3 (% 59.2-63.9) yüzde ağırlık olarak en yüksek değerlerde olup, bunu takip eden SiO2 (% 35.72-40.10) ve düşük FeO (% 0.16-0.24) değerleridir. MgO, CaO, TiO2 ve P2O5 çok düşük oranlardadır. K2O ve NaO bazı noktalarda ölçülememiş veya çok düşük değerlerde ölçülmüştür. Benzer şekilde MnO hiçbir noktada ölçülememiştir. İz elementlerin noktasal ölçümlerinde ise, Cr (226-489 ppm) ve V (71-140 ppm) değerleri, tüm iz elementler içerisinde en yüksek değerlerde ölçülmüştür. Bunların yanı sıra Ga (23-45), Sc (5.07-6.60 ppm), Ge (0-77-2.08), Pb (0.11-2.50 ppm), Zn (1.37-15.87 ppm), Ni (0.48-1.46 ppm), B (4.27-7.79 ppm) ve eser miktarda Co,Rb,Sr,Nb,Th,Zr,U ve REE ölçülmüştür.

Disten minerallerinin mavi renkleri Fe ve Ti elementlerinden kaynaklanır. Disten minerallerinde, Fe elementinin bolluğu, büyük ölçüde disten oluşumu sırasında oksijen fugasitesi tarafından kontrol edilir ve Fe+2 nin Fe+3 e değişmesi mavi renk değişiminde etkili olur, ancak Fe içeriği distenin oluşum koşullarını yansıtmasına rağmen, doğrudan protolit bileşimi hakkında bilgi vermez. Disten mineralleri, içerdiği bazı eser elementlerin tür ve miktarına bağlı olarak farklı renkler sergilerler. Metamorfik kayaçlar içerisindeki disten minerallerinin V ve Cr içerikleri, protolit ve ana kayaç bileşimlerinin her ikisini de yansıtabilir.

Disten minerallerinin süstaşı olarak kullanılabilirliğini değerlendirmek amacıyla, distenlerde kabaşon ve fasetli kesim teknikleri uygulanmıştır. Yüksek dilinim ve çatlak içermesi sertlik anizotropisi göstermesi gibi fiziksel özellikleri nedeniyle, süstaşı olma konusunda iyi bir sonuç elde edilememiştir. Büyük örneklerden beklenenden daha düşük verimde kristaller elde edilmiştir. Distenlerdeki mavimsi tonunun güzelliği, yönlere göre renk değiştirebilme özelliği ve yarı saydam-saydam oluşumundan dolayı süstaşı olarak albenisi yüksek olsa da kullanımı için bazı örneklerde iyileştirme işlemleri uygulanarak kullanımı mümkün hale gelebilir.

Anahtar Kelimeler: Disten/kyanit, FTIR, LA-ICP-MS, Menderes Masifi, renk anizotropisi

Abstract

Abundant distene minerals are identified in the schists and quartzites observed within the metamorphic rocks of the Menderes Massif in Western Anatolia. In the schist and quartzite samples taken from the vicinity of Manisa-Demirci-İsmailler village, distene [Al2(SiO5)] minerals are found as bluish-translucent, rod-like-prismatic minerals approximately 1-15 cm long-axis, showing color and hardness anisotropy according to directions. Distenes, which are colorless under the microscope, have a rod-like prismatic appearance, have abundant fractures and cracks, and contain mineral inclusions along the cracks, are defined as schist-textured metamorphic rocks found together with quartz, plagioclase, muscovite and chlorite minerals. Mineralogical determinations of kyanite minerals were made using microscope and FTIR analyses.

The geochemistry of distene minerals was measured in the İstanbul University-Cerrahpaşa Geochemistry Laboratory at a total of 25 points in-stu thin section, regardless of the directions, by the LA-ICP-MS method. In addition, it was observed that the geochemical properties of the distene minerals measured by the FTIR method in IKO-GLT Laboratories gave similar results when compared with the measurements made by LA-ICP-MS.

Among the major oxides, Al2O3 (59.2-63.9%) has the highest values in terms of weight percentage, followed by SiO2 (35.72-40.10%) and low FeO (0.16-0.24%) values. MgO, CaO, TiO2 and P2O5 are in very low amounts (0-060%). K2O and NaO could not be measured at some points or were measured at very low values. Similarly, MnO could not be measured at any point. In spot measurements of trace elements, Cr (226-489 ppm) and V (71-140 ppm) values were measured at the highest values among all trace elements. In addition to these, Ga (23-45), Sc (5.07-6.60 ppm), Ge (0-77-2.08), Pb (0.11-2.50 ppm), Zn (1.37-15.87 ppm), Ni (0.48-1.46 ppm), B (4.27-7.79 ppm) and trace amounts of Co, Rb, Sr, Nb, Th, Zr, U and REE were measured.

In distene minerals, the abundance of the Fe element is largely controlled by oxygen fugacity during kyanite formation and is effective in the blue color change of the Fe2+ to Fe3+ charge transfer but does not indicate protolith-related accumulation. Distene minerals exhibit different colors depending on the type and amount of certain trace elements available. The V and Cr contents of distene minerals in metamorphic rocks can also be reflected in each of the protolith and parent rock compositions.

In order to evaluate the usability of distene minerals from the study area as gemstones, cabochon and facet cutting techniques were applied. Its physical properties, such as having many cleavages and cracks and showing hardness anisotropy, negatively affected the cutting process. For these reasons, crystals with lower yields than expected were obtained from large-sized samples and good results were not obtained in terms of becoming gemstones. Although it has a high appeal as a gemstone due to the beauty of its bluish tone in the kyanites, its ability to change color according to directions and its translucent-transparent formation, its use can be made possible by applying enhancement processes in some samples.

Keywords: *Distene/kyanite, FTIR, LA-ICP-MS, Menderes Massif, color anisotropy*

Oltutaşının Kökeni ve Oltutaşı ile İngiltere Whitby ve Gürcistan Jetlerinin Petrografik Karşılaştırılması

Genesis of Oltustones and Petrographical Comparison with England-Whitby and Georgian Jets

Selami Toprak (1), Koray Sözeri (2), Sönmez Sayılı (3)

(1) Emekli Araştırmacı, Ankara
(2) MTA Genel Müdürlüğü Jeoloji Dairesi, Ankara
(3) Fe-Ni Madencilik, Ankara
(seltop@yahoo.com)

Öz

Oltutaşı, dünyada jet ya da black jet adı altında, organik bir süs taşı grubu içinde yer alır. Oltutaşının kökeni konusunda çok değişik yorumlar yapılmıştır. Oltutaşının kökeni ve dokusu konusu, ancak floresanlı mikroskop çalışmaları yapılabildikten sonra ortaya konabilmiştir. Çalışmalar sonucunda, Oltutaşı bir kehribar olmayıp, bileşeni ona çok yakın özellikler sunan hidrojen içeriği yüksek ağaçların mantarsı dokusu olan suberinit denen maseralden meydana gelen doğal bir malzemedir. Suberinit içerisine daha sonra ortamın silikat veya karbonat çökelleri girmiş ve Oltutaşının sert hale gelmesini sağlamıştır. Bilim adamlarının araştırması sonucunda, Oltu Taşlarında görülen yapıların, Avrasya (Lavrasya) kıtasında ortaya çıkan ve Üst Maastrichtian dönemde yaygın olan Agathoxylon ağaçlarının en son türü olan Araucariaceae türü ağaçlarda izlenmiş olduğu görülmüştür. Bu ağaçların dünya üzerindeki yayılımları Oltutaşı benzeri oluşumların da ortaya konmasını sağlayabilecektir

Oltutaşı benzeri süstaşlarının Türkiye dışında, İngiltere'de Whitby Jet, İspanya' da Asturias jetstone (ya da Azabache), Gürcistan'da Georgian jet, ABD' de Utah ve Colorado eyaletlerinde Acoma jet adlarında oluşumlar olarak tespit edilmiş, bunların dışında Fransa, Portekiz, Avusturya ve Rusya'da da benzeri jetlerin bulunduğu kayıtlara geçmiştir. Araştırmacılar Oltutaşı oluşumlarının kiltaşı-silttaşı ve marn gibi sedimanter birimler içinde yer aldığı konusunda hemfikir olmalarına rağmen, içinde yer aldığı birimlerin Geç Jura-Erken Kretase veya Üst Kretase yaşlı olduğunu savunmaktadırlar. Öte yandan literatürde Whitby jetlerinin Erken Jura (Toarsiyen) yaşlı çamurtaşları içinde ve Asturias jetlerinin ise Geç Jura yaşlı şeyller içinde oldukları belirtilmiştir.

Bu çalışmada; Oltu ilçesi Dutlu (Tutlu) köyü kuzeyinden ve Olur ilçesi Yeşilbağlar köyü civarından alınan Oltutaşlarının yanı sıra elimizde bulunan Whitby jeti ile Gürcistan jeti örnekleri petrografik olarak incelenmiştir. Dutlu ve Yeşilbağlar Oltutaşları el örneklerinde siyah ve parlak görünümler sunarken floresan ışıklı mikroskop gözlemlerinde aynı suberinit dokularını göstermektedir. Whitby jet örneği de siyah ve parlak bir görüntü vermekte ve belirgin olarak oltutaşı örneklerimize benzer suberinit dokuları sergilemektedir. Buna karşın Gürcistan jet örneği daha çok kahverengi bir renk ve mat görünümlüdür. Petrografik incelemelerde suberinit dokuları hiçbir şekilde gözlenmemektedir. Diğer üç örneğin ağaçlardan türedikleri belirlenirken Gürcistan jetinin ise farklı bir kökene (petrol kökenli) sahip olduğu söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Dutlu ve Yeşilbağlar oltutaşı, Gürcistan jeti, suberinit dokusu, Whitby-İngiltere jettaşı.

Abstract

Oltu-stone is classified in an organic gemstone group and under the name of jet or black jet, in the world. Many different interpretations have been made regarding to the origin of Oltustone. The origin and texture of them were only possible to be clarified after conducted fluorescent microscope studies. As a result of works, Oltustone is not an amber, but is a natural material that emerges from the maceral called suberinite, which is the cork tissues of trees with a high content of its own, offering very similar properties to it.. The silicate or carbonate sediment particles were later infilled the cavities of suberinite textures and to make them harder. As a result of studies of scientists, the textures observed in Oltustones seem to be traced in Araucariaceae type trees of Agathoxylon woods, lived in the Upper Maastrichtian period in Eurasia (Laurasia) continent. Dissemination of such trees throughout the World will probably imply the distribution of Oltustone likeformations.

*Similar gemstones to Oltustone in Turkey, have been observed as **Whitby Jet** in England, **Asturias jetstone** (or Azabache) in Spain, **Georgian jet** in Georgia, **Acoma jet** in Utah and Colorado, USA, and also jets in France, Portugal, Austria and Russia are registered. Although an agreement agree exists that Oltu-stone is located in sedimentary units such as claystone-siltstone and marls, the age of them are controversial as Late Jurassic-Early Cretaceous or as Upper Cretaceous. On the other hand, Whitby jets are bedded in Early Jurassic (Toarcian) mudstones and Asturias jets in Late Jurassic shales.*

In this study; Oltu-stones samples taken from the north of Dutlu (Tutlu) village in Oltu district and from the vicinity of Yeşilbağlar village in Olur district, as well as Whitby jet and Georgia jet samples in our possession were examined petrographically. While Dutlu and Yeşilbağlar oltu-stones present black and shiny appearances in hand specimens, they exhibit the same suberinite textures under fluorescent light microscopy. The Whitby jet sample also gives a black and shiny appearance and exhibits suberinite textures that are clearly similar to our Oltustone samples. On the other hand, the Georgia jet sample is brownish in color and has a matte appearance. Suberinite textures are not observed at all in its petrographic examinations. While it was determined that the other three samples were derived from trees, it can be stated that Georgia jet has a different origin (petroleum origin).

Keywords: *Dutlu and Yeşilbağlar oltustone, Georgian jet, suberinite texture, Whitby-England jetstone.*

Kaman Kırşehir Fluoritlerinin Süstaşı Olarak Değerlendirilmesine Yönelik İyileştirme Uygulamaları

Enhancement Practices for the Evaluation as Gemstones of Kaman Kırşehir Fluorites

Meltem Gürbüz (1), Özge Ak (2)

(1)Mersin Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Takı Tasarımı Bölümü, Mersin
(2)Mersin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gemoloji Anabilim Dalı, Mersin
(mgurbuz@mersin.edu.tr)

Öz

Floritler düşük sertlikte olmalarına rağmen iri kristalli çatlaksız olanları şekillendirilerek süstaşı olarak kullanılmaktadır. Ancak Kırşehir ilinin Kaman bölgesinden çıkartılan floritlerin bol kırıklı ve çatlaklı bir yapıda olmaları dayanıklılığı azalttığı için cezbedici renklerine rağmen süstaşı olarak kullanılamamaktadır. Renk, berraklık ve dayanıklılık özelliklerini artırmak için süstaşlarına ihtiyacına göre ısı, boyama, difüzyon, ışınlama, yağlama, kırık doldurma, yüzey kaplama, ağartma, lazer ile delme gibi iyileştirme yöntemleri uygulanmaktadır. Yapılacak iyileştirmenin türü süstaşının ihtiyacı doğrultusunda hangi özelliğinin artırılması gerekiyor ise ona göre seçilir.

Bu çalışma kapsamında Kaman ilçesindeki maden sahasından elde edilen floritlerin süstaşı olarak kullanılabilmesi için farklı reçineler uygulanarak 'Kırık Doldurma' tedavisi ile iyileştirme işlemleri yapılması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda bölgeden elde edilen floritler farklı yapısal özellikler ve renkler sunduğu için sekiz gruba ayrılmıştır. Her bir grupta yer alan örneklere süstaşları için üretilmiş özel bir reçine olan optikon ile yüzey kırıklarını doldurma ya da yüzey kaplama işlemi uygulanmıştır. Bu uygulamalar görünür berraklık arttırdığı gibi dilimleme aşamasında dağılma sorununu önlediğinden sonraki şekillendirme işlemleri için kolaylık sağlamış ve şekillendirme sonrası hasarları onarmada olumlu sonuçlar vermiştir. Alternatif bir reçine olarak da farklı sektörlerde yaygın kullanılan epoksi reçine ile de denemeler yapılmış ancak uygulama sonrasında hava kabarcığının oluşması ve sonradan sararması nedeni ile optikon kadar iyi sonuçlar elde edilememiştir.

Ülkemizde floritler çoğunlukla farklı endüstrilerde hammadde olarak kullanıldığı, mücevher sektöründe ise hak ettiği değeri görmediği tespit edilmiştir. Ancak dayanıklılığı artırmak için yapılan optikon uygulamalarıyla floritlerin iyileştirme işlemi sonrasında süstaşı olarak kullanılabilirliği artırılarak sektöre kazandırılabileceği bu çalışma ile ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Florit, iyileştirme, Kaman, Kırşehir, optikon.

Abstract

Although fluorites have low hardness, those with large crystals without cracks are shaped and used as gemstones. However, the fluorites extracted from the Kaman region of Kırşehir province cannot be used as gemstones despite their attractive colours because their abundant cracked and fractured structures reduce durability. In order to increase the color, clarity and durability properties, enhancement methods such as heat, dyeing, diffusion, irradiation, lubrication, fracture filling, surface coating, bleaching and laser drilling are applied to the gemstones according to their needs. The type of enhancement to be made is chosen according to the needs of the ornamental stone and which feature needs to be improved.

Within the scope of this thesis study, it is aimed to perform healing processes with 'Fracture Filling' treatment by applying different resins so that the fluorites obtained from the mining area in Kaman district can be used as gemstone. For this purpose, the fluorites obtained from the region are divided into eight groups because they offer different structural features and colors. The surface fracture filling or surface coating process was applied to the samples in each group with opticon, a special resin produced for gemstones.These applications not only increased the visible clarity but also prevented the problem of disintegration during the slicing phase, making it easier for subsequent shaping operations and giving positive results in repairing post-shaping damages. As an alternative resin, experiments were made with epoxy resin, which is widely used in different sectors, but results could not be as good as opticon due to the formation of air bubbles after application and subsequent yellowing.

It has been determined that in our country, fluorites are mostly used as raw materials in different industries and do not receive the value they deserve in the jewelry industry. However, this study has demonstrated that fluorites can be brought to the industry by increasing their usability as gemstones after the enhancement process with opticon applications to increase durability.

Keywords: *Enhancement, Fluorite, Kaman, Kırşehir, opticon.*

Değerli ve Yarı Değerli Süstaşları'nın Osmanlı Dönemi Standardizasyonu; Cevhernameler

Standardization of Precious and Semi-Precious Gemstones in the Ottoman Period; Cevhernameler

Nagehan Türkseven (1), Hüseyin Türkseven (2), Ayten Çalık (1)

(1) Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi; Jeoloji Mühendisliği Bölümü
(2) Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Atatürk İlkeleri ve İnkılap Tarih Bölümü
(nagehan.turkseven@comu.edu.tr)

Öz

İnsanoğlunun var olduğu dönemlerden itibaren dikkati çeken ve insanların türlü sebeplerle kullandığı doğanın mucizesi değerli ve yarı değerli süstaşları, Osmanlı Döneminde de çok büyük öneme sahip olmuştur. Osmanlı İmparatorluğu, yüzyıllar boyunca geniş sınırları içinde pek çok kültür ve medeniyetin etkilerini bir arada barındıran bir devlet olmuş ve bu kültürel zenginlik, sanat, mimari ve el sanatları gibi pek çok alanda kendini gösterdiği gibi, aynı zamanda değerli taşların kullanımıyla da dikkat çekmiştir. Değerli taşlar, Osmanlı döneminde hem süs eşyalarında hem de silah ve mühürlerde kullanılmıştır. Özellikle padişahların kullandığı mühürler, değerli taşlarla süslenmiş olup, bunların hükümdarın kimliğini ve gücünü de yansıttığı belirtilmiştir. Osmanlı döneminde kıymetli taşları tanıtmak, fiziksel ve kimyasal özelliklerinden bahsetmek, gerçeklerini sahtelerinden ayırmak ve halkı bu konularda bilgilendirmek amacı ile "cevhername" adında eserler hazırlanmıştır. Yapılan araştırmalara göre, Osmanlı Dönemi'nde değerli ve yarı değerli taşlarla ilgilenen ilk bilim insanı ve daha çok şifa çalışmalarıyla bilinen Muhammed ibn Mahmûd el-Şirvânî'dir. Şirvânî, değerli taşlar ilgili ilk eseri "Cevhernâme"dir. Eserin ilk yazılış amacının halkı cevherler konusunda bilgilendirmek olduğunu giriş bölümünde belirtilir. Şirvani, ilk bölümünde insanların, cevherlere eğilimli olduğunu ve bazılarının ilaç olarak kullanmak, bazıları süs eşyası olarak ve bazıların da ticâretini yapmak için bunları topladıklarını belirtmiştir. Fakat eserinde insanların süstaşlarının değerlerini bilmediklerini iyisini kötüsünden, gerçeğini sahtesinden ayıramadıklarını ve böyle alıp sattıklarını belirterek; insanları bilgilendirmek amacı ile bu eserleri yazdığını ve eserlerin bu bakımdan önemine vurgu yapar. Cevhername 25 bölümden oluşur; yakut, Zümürrüd(zümrüt), zeberced, balhaş(lal), benefşe(kırmızı bir taş), becadi(çok sulu kızıl bir taş), elmas, ayne'l-hir(ay taşı), panzehir(süt opal), piruze(firuze), akik, cez(turmail), mıknatıs, senbazic(kumtaşı), dehne, laciverd, mercan, sebec(obsidyen), cimşit(sitrin), hamahan(hametan), yeşim, yasb, billur ve talk gibi cevherlere yer vererek özellikleri ile ilgili bilgiler içerir.

Osmanlı döneminde yazılan cevhernamelerin detaylı incelendiğinde süstaşları ile ilgili günümüz bilimi ile örtüşen, değerli ve yarı değerli süstaşlarının fiziksel ve kimyasal özelliklerin tanıtıldığı, dönemin bilim insanları ve halk için standartları oluşturan bilimsel kaynak olarak kullanılan önemli eserler olduğu anlaşılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Cevhername, değerli taş, Osmanlı, Şirvani.

Abstract

Precious and semi-precious gemstones, the miracle of nature, which have attracted attention since the dawn of mankind and which people have used for various reasons, have been of great importance in the Ottoman period. The Ottoman Empire was a state that hosted the influences of many cultures and civilizations within its vast borders for centuries, and this cultural richness not only manifested itself in many fields such as art, architecture and handicrafts, but also attracted attention with the use of precious stones. Precious stones were used both in ornaments and in weapons and seals during the Ottoman period. Especially the seals used by the sultans were decorated with precious stones and it was stated that they reflected the identity and power of the ruler. During the Ottoman period, works called "cevhername" were prepared in order to introduce precious stones, to mention their physical and chemical properties, to distinguish the real ones from the fakes and to inform the public on these issues. According to the researches, the first scientist who was interested in precious and semi-precious stones in the Ottoman period was Muhammad ibn Mahmûd al-Shirwânî, who is mostly known for his healing works. Shirvânî's first work on precious stones is "Cevhernâme". The introduction states that the first purpose of the work was to inform the public about gems. In the first chapter, Shirvānī states that people are prone to gems and that some collect them to use them as medicine, some as ornaments and some to trade them. However, in his work, he states that people do not know the value of the stones, that they cannot distinguish the good from the bad, the real from the fake, and that they buy and sell in this way; he emphasizes that he wrote these works in order to inform people and emphasizes the importance of the works in this respect. Cevhername consists of 25 chapters; ruby, Zümürrüd (emerald), zeberced (topaz), balhaş (garnet), benefşe (a red stone), becadi (a very juicy red stone), diamond, ayne'l-hir (moonstone), antidote (milk opal), piruze (firuze), agate, cez (turmail), It includes ores such as magnet, senbazic (sandstone), dehne, navy, coral, sebec (obsidian), cimshit (citrine), hamahan (hametan), jade, yasb, crystal and talc and includes information about their properties.

A detailed examination of the cevhernamas written in the Ottoman period reveals that they are important works that overlap with today's science on gemstones, introduce the physical and chemical properties of precious and semi-precious gemstones, and are used as scientific sources that set standards for the scientists and the public of the period.

Keywords: *Cevhername, gemstone, Ottoman, Shirvani.*

Ezine (Çanakkale) Çevresindeki Kalsedon Oluşumlarının Jeolojik, Mineralojik ve Gemolojik İncelemesi

Geological, Mineralogical and Gemological Investigation of Chalcedony Formations in the Ezine (Çanakkale) Surroundings

Erdoğan Ünal (1), Ayten Çalık (1)

(1) Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Çanakkale-Türkiye (erdoganunal71@gmail.com)

Öz

Bu çalışmada, Çanakkale İli, Ezine İlçesi Derbentbaşı köyü çevresinde yüzeylenen Üst Kretase yaşlı serpantinitlerin üzerinde uyumsuz olarak çökelmiş Miyosen yaşlı karbonatlı çakıltaşlarında yer alan kalsedon oluşumları incelenmiştir. Karbonatlı çakıltaşlarının serpantinitlerle olan kontağına yakın kırık ve çatlaklar boyunca damar dolgusu ve nodüler formlarda gözlenen kalsedonlar, "Derbentbaşı kalsedonu" olarak isimlendirilmiştir. Kalsedonlar yarı şeffaf, beyaz, grimsi ve açık mavi renklerde olup boyutları 1-15 cm arasında değişmektedir. Nodüler formda kalsedon örneklerinin dışında yer alan opalli kısım süt beyaz renkte ve camsı parlaklıktadır.

Polarizan mikroskop incelemelerinde kalsedonların mikrokristalli, sferülitik lifsi-ışınsal dokuda ve birinci dizinin girişim renklerine sahip olduğu belirlenmiştir. XRD analizleri sonucu kalsedonların mineralojik bileşimi kuvars, dış kısmını oluşturan opalli kesim ise opal-CT ve opal-C bileşiminde olduğu belirlenmiştir. Raman Spektrometre analizleri sonucu elde edilen grafiklerin cihazın kütüphanesinde bulunan kalsedon pikleri ile uyumlu olduğu belirlenmiştir. Taramalı elektron mikroskobu (SEM) incelemelerinde lifsi ve tanesel doku, bantlı yapıda lifsi kalsedon pulcukları ve 90-120 µm boyutlarında prizmatik özşekilli kuvars kristalleri tespit edilmiştir. Jeokimyasal analizlerde (XRF ve ICP-MS), iz elementlerden Cr ve Ni hem kalsedonlarda hem de karbonatlı çakıltaşlarında yüksek değerlere çıkmıştır, bu değerlere muhtemelen kontakta yer alan serpantinitlerin etkisi sonucu olmuştur. Ancak bu yüksek değerlerin kalsedonların renginde belirgin bir etkisi bulunmamaktadır.

Çalışma alanından alınan kalsedon örneklerinin damla ve oval formlarda kabaşon kesimleri yapılmıştır. Beyaz, açık mavi tonlardaki yarı saydam kalsedonların parlaklığı, albenisi ile süstaşı olarak değerlendirilebilir nitelikte olduğu ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Çanakkale, Derbentbaşı köyü, Ezine, gemoloji, kalsedon.

Abstract

This study investigates the chalcedony formations found within Miocene carbonate conglomerates that were deposited unconformably on Upper Cretaceous serpentinites, which are exposed in the vicinity of Derbentbaşı village in Ezine District of Çanakkale *Province. Chalcedony, identified in vein filling and nodular forms along fractures and cracks at the interface of carbonate conglomerates and serpentinites, is referred to as "Derbentbaşı chalcedony".Chalcedony is characterized by its translucent appearance and can exhibit colors such as white, grayish, and light blue. The size of chalcedony specimens typically ranges from 1 to 15 centimeters. The opalescent region on the exterior of nodular chalcedony samples is milky white and possesses a glassy luster.*

In examinations conducted using a polarizing microscope, it was determined that chalcedony exhibits a microcrystalline, spherulitic, fibrous-radiative texture, along with first-order interference colors. The X-ray diffraction (XRD) analysis revealed that the mineralogical composition of chalcedony consists primarily of quartz, while the outer layer is composed of opal-CT and opal-C. It was determined that the graphs obtained as a result of Raman Spectrometry analysis were compatible with the chalcedony peaks in the device library. In scanning electron microscopy (SEM) examinations, fibrous and granular textures were observed, including, fibrous chalcedony flakes arranged in a banded structure as well as prismatic euhedral quartz crystals measuring between 90-120 µm *in size. In geochemical analyses (XRF and ICP-MS), it was determined that trace elements Cr and Ni had high values observed in both chalcedony and carbonate conglomerates. This phenomenon is likely attributable to the influence of serpentinites in the contact zone. Nevertheless, these elevated values do not exert a significant influence on the coloration of chalcedony.*

Samples of chalcedony collected from the study area were shaped into cabochons, specifically in drop and oval forms. The findings indicate that the translucent chalcedony, characterized by white and light blue hues, possesses qualities that render it suitable for evaluation as an ornamental stone due to its brightness and aesthetic appeal.

Keywords: *Canakkale, Derbentbası village, Ezine, gemology, chalcedony.*

Uzaydan Gelen Süstaşları : Meteoritler

Gemstones from Space : Meteorites

Koray Sözeri

MTA Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı
(koray.sozeri@mta.gov.tr)

Öz

Meteoritler genel olarak kaynağı uzay olan ve dünya üzerine düşen cisimler olarak tanımlanmaktadır. Büyük çoğunluğu güneş sisteminde Jüpiter ile Mars arasında kalan ve "Asteroid Kuşağı" olarak tanımlanan bölgeden gelen meteoritler gezegen haline gelmemiş kayaların birbirleri ile çarpışarak farklı yönlere dağılması sonucu dünyaya ulaşırlar.

Meteoritler genellikle demirli meteoritler, taşsı meteoritler ve demirli ve taşsı meteoritler olarak 3 gruba ayrılmaktadır. Yapı, doku ve bileşimlerine göre farklı şekillerde sınıflandırmalarda yapılmıştır. Buna göre oluşumundan itibaren değişime uğramış olan veya olmayanlar için "Farklılaşmış Meteoritler" ve "Farklılaşmamış Meteoritler" şeklinde bir sınıflama, yapı ve doku özelliklerine göre ise "Kondritler" ve "Akondritler" şeklinde de bir başka sınıflama yapılmıştır.

Bir meteoritin gerçek anlamda bir meteorit olduğunu ve uzaydan geldiğinin anlaşılabilmesi için o örneğin mineralojik-petrografik, jeokimyasal analizlerinin yapılması ve buradan elde edilecek sonuçlarla tüm dünyada kabul gören "Meteorit Veri Tabanına" (Meteoritical Bulletin Database) kayıt ettirilmesi gerekmektedir. Günümüzde bu veri tabanına kayıtlı resmi olarak tanımlanmış meteorit sayısı 77.000 civarındadır. Bu veri tabanında ülkemize düşen meteorit sayısı 4 tanesi şüpheli olmak üzere toplam 30 adettir.

Meteoritlerin tarih öncesi dönemlerde kılıç, hançer ve ok ucu gibi günlük hayatta kullanılan eşyalarda bulunduğu yapılan çeşitli çalışmalarla tespit edilmiştir. Bunlar arasında en ünlüsü Mısır kralı Tutankamu'nun hançeridir. Günümüzde de meteoritler süstaşı objesi ve dekoratif amaçlı olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. Özellikle kolye, küpe, saat, tespih üretiminde meteorit içeren ürünlerde talep artışı olduğu bilinmektedir.

Bu çalışma kapsamında 2016 yılında Kenya'ya düşmüş olan ve pek çok parçasından süstaşı objesi üretilmiş, "Sericho" isimli Pallasit türü bir meteorit örneği kullanılmıştır. Buna göre taşınabilir XRF ile yapılan analizlerde demir, nikel, krom ve mangan içerikleri incelenmiş ve benzer pallasit türü meteoritlerle uyumlu verilere sahip olduğu ve içerdiği kahverengi olivinlerin güzel bir görünüm sunması nedeniyle örneğin süstaşı objesi olarak kullanılabileceği değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Meteorit, mineraloji, pallasit, petrografi, süstaşı.

Abstract

Meteorites are known as an object coming from space to the earth surface. Most them are originated from asteroid belt, a region between Mars and Jupiter in solar system. Because of their collision to each other in this region they lost their orbit and reach to the earth by changing of own way.

Meteorites are classified 3 subgroups namely Stony, Iron and Stony Iron. According to their structure, texture and chemical composition, different types of classification are also proposed by researchers. One classification is "Differentiated Meteorites" and "Undifferentiated Meteorites" and the other is "Chondrites" and "Achondrites".

In order to verify that a stone is a meteorite, mineralogical-petrographical and geochemical analysis are needed to be done, and using these data, researchers can apply to add this rock to the international meteorite database (Meteoritical Bulletin Database). Total amount of meteorites of this database is around 77000. 30 meteorites of this amount (of 4 doubtful) are fallen to Turkey in this database.

Meteorites have been used in prehistoric times as a sword, a dagger and an arrowhead. Among these, the most famous one is Tutankhamun's meteoric iron dagger. Meteorites are getting more widely used in neckless, earrings, watch and prayer-beads in present times.

"Sericho" a pallasite type of meteorite has been used in this study for portable XRF analysis. Ferric iron oxide, nickel, manganese and chrome results are compatible and similar with other samples originated from Serhico Meteorite. Because it has nice brown olivines, this meteorite samples can be used as a gemstone.

Keywords: *Meteorite, mineralogy, pallasite, petrography,gemstone.*

Çakartaş (Diyarbakır) Yeşil Kalsedonunun Jeolojik ve Gemolojik Özellikleri: Ön İnceleme

Geological and Gemological Properties of Çakartaş (Diyarbakır) Green Chalcedony: A Preliminary Study

H. Alim Baran (1), Eyyüp H. Kınacı (2), Alican Öztürk (3), Bilgehan Yabgu Horasan (4), Ahmet Değirmenci (5)

(1) Batman Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 72000, Batman
(2) Batman Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Kuuymculuk ve Takı Tasarımı Programı, 72060, Batman
(3) Konya Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 42250, Selçuklu/Konya
(4) Selçuk Üniversitesi,Sarayönü Meslek Yüksekokulu, 42430, Sarayönü/Konya
(5) Batman Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Sondaj Teknolojisi Programı, 72060, Batman
(hacialim.baran@batman.edu.tr)

Öz

İnceleme konusu olan yeşil kalsedon, Diyarbakır ili kuzeybatısında Ergani ilçesine bağlı Çakartaş köyü kuzeyinde gözlenmektedir. Çalışma alanı Bitlis sütür zonunun güneyinde yer almakta, yaşlıdan gence doğru; marn, kumtaşı, kiltaşı ve konglomeradan oluşan Alt Eosen yaşlı Gercüş Formasyonu, çakıltaşı, kumtaşı, sittaşı ve çamurtaşlarından oluşan Pliyosen yaşlı Yeniköy Formasyonu, Üst Pliyosen yaşlı Kuşdoğan ve Seyran bazaltları ile Kuvaterner yaşlı eski alüvyonlardan oluşan birimler gözlenmektedir. Bitlis sütür zonu Madenköy, Maden ve Çüngüş gibi önemli cevherleşmelere ev sahipliği yapmasının yanı sıra, inceleme alanında gözlenen volkanik kayaçlar ve civarda varlığı bilinen Cu-Pb-Zn zuhurları gibi birçok oluşma neden olmuştur. Gercüş Formasyonu içerisindeki süreksizlik ve boşluklara yerleşmiş olan kalsedonlar, 0,5-1 m genişliğinde, yaklaşık 2m takip edilebilen, sert mostra veren filonlar şeklinde gözlenmektedir. Masif, bantlı görünüme sahip kalsedonlar genellikle yeşilimsi, nadiren pembemsi-kırmızımsı renkler sunmakta, yer yer beyaz benek ve/veya bantlar içermektedir. Kalsedon oluşumlarının hemen altında oluşumlarına sebep olan hidrotermal çözeltileri işaret eden, 1-3cm kalınlığında, yumrulu, kolloform yapılar sunan silisleşmiş kılcal damarlar gözlenmektedir. Örnekler kabaşon olarak işlenmiş olup, mumsu-camsı parlak gözlenmiştir ve cila tutma özellikleri tatmin edicidir. Gemolojilk olarak ekonomik değere haizidir. XRD analizinde tamamıyla kalsedon olarak tanımlanmış olan örneklerin yeşil renginin ise bölgede yoğun olarak varlığı bilinen metalik cevherleşmelere neden olan çözeltilerden ve/veya onlarla etkileşimden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Çakartaş, süstaşı, XRD, yeşil kalsedon.

Abstract

The green chalcedony under investigation are observed north of Çakartaş *village, located in the Ergani district, northwest of Diyarbakır province. The study area is situated south of the Bitlis suture zone, where, from oldest to youngest, the following units are observed: the Lower Eocene Gercüş Formation, composed of marl, sandstone, claystone, and conglomerate; the Pliocene Yeniköy Formation, consisting of conglomerate, sandstone, siltstone, and mudstone; the Upper Pliocene Kuşdoğan and Seyran basalts; and Quaternary-aged old alluvium. Bitlis suture zone, in addition to hosting important mineralizations such as Madenköy, Maden and* Çüngüş*, has also caused the formation of many formations such as volcanic rocks observed in the study area and Cu-Pb-Zn formations known to exist in the vicinity. The chalcedony, which have settled into discontinuities and voids within the Gercüş Formation, are observed as hard outcropping veins with a width of 0.5–1 m and an observable extension of approximately 2 m. These chalcedony, exhibiting massive and banded appearances, generally display greenish hues, with occasional pinkish-reddish tones and, in some areas, white spots and/or bands. Directly beneath the opal formations, silicified capillary veins with colloform structures and nodular textures, ranging from 1 to 3 cm in thickness, indicate the presence of hydrothermal solutions responsible for their formation. The samples were processed as cabochon, a waxy-vitreous shine was observed and the polish retention properties were satisfactory. It has economic value as a gemstone. XRD analysis has identified the samples as entirely composed of quartz, and the green coloration is thought to result from copper-rich solutions, which are known to be abundant in the region, and/or their interaction with the chalcedony.*

Keywords: Çakartaş*, gemstone, green chalcedony, XRD.*

Uygulamalı Gemoloji Protokolü

Protocols of Practical Gemology

Çiğdem Lüle

Kybele LLC, 825 E. Golf Road, Suite 1100, Arlington Heights, IL 60005, USA
(clule@kybelellc.com)

Öz

Gemoloji, önemli süstaşlarının mücevher piyasası için tanımlanması gerekliliğinden doğmuş ve hızla gelişmiştir. 1900'lerin başından bu yana ortaya çıkan yeni problemler ile gemoloji alt branşları da oluşmuştur. 1980'li yıllara kadar gemolojik laboratuvar hizmetleri, temelinde basit ve süstaşı piyasasına yönelikti. Süstaşı ihtiyacının hızla büyüyerek dünyaya yayılması, gemolojik çalışmaların karakterini tamamen değiştirmiştir. Süstaşına yakın kalitede ham taş madenciliğinin artması ve taş iyileştirme çalışmaları gelişen teknolojiyle hızla yayılması dünya genelinde gemolojik protokole dair problemler yaratmıştır.

Bu çalışma eski süstaşı tanımlama çalışmalarının bugünkü modern çalışmalarla karşılaştırılmasını, belli dönemler ve farklı coğrafyalardan örneklerle açıklamayı amaçlamaktadır. Gemolojinin mücevher piyasasına hizmet eden teknik bir konu yerine ayrı bir bilim olarak yanlış yorumlanması, ortaya yeni "süstaşı eksperlerinin" ve "süstaşı bilimcilerinin" çıkmasına neden olmuştur. Buna ek olarak, önemli gemoloji laboratuvarları, terminolojisi çelişkili raporlar verebilirken, kesin bilimsel sonuç ile fikre dayalı sonuç arasındaki farkı net olarak açıklayamamaktadır. Belli standartların yaygın olarak uygulanmaması, hatta yok sayılması da zaman zaman yaşanmıştır. Standart eksikliği ve tutarsız uygulamalar gemologlar, süstaşı tüccarları ve tüketicinin kafasını karıştırdığı gibi yanlış yönlere de itmiştir. İdeal şartlarda, araştırmacı gemologlar ticari ihtiyaçlara cevap verirken bilimsel prensiplerden de ödün vermemelidirler.

Bu çalışma gemolojinin temel protokollerini açıklarken, uygulamalı gemoloji çalışanların bu kavram karışıklığını nasıl etik ve bilimsel olarak çözebileceğini sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Gemoloji etiği, gemolojik araştırma süstaşı, süstaşı piyasası.

Abstract

Gemology emerged in order to aid in the identification of important gemstones within jewelry trade. Its development has been fast paced. Subbranches formed in response to new challenges and needs since its beginning in early 1900's. Laboratory services were basic and geared towards the gem traders rather than consumer prior to 1980's. However, exponential growth in gemstone demand changed the gemological practice forever. Increased mining of near-gem quality materials and fast expansion of gem treatments globally had created gemological protocol issues.

This paper aims to compare early gem testing practices to today's modern applications, supported by examples from different eras and geography. Misinterpretation of gemology as a science, instead of a trade supported vocation, enabled the emerging "gem experts" and "gem scientists." Additionally, even major gem laboratories use contradictory report language and fail to clarify the difference between fact-based and opinion-based finding in gem testing. In some cases, meaningful and practical standards are overlooked or ignored. The lack of application of unified standards has resulted in an inconsistent application of practices and procedures, which can be not only confusing but also misleading to the gemologists, dealers and the consumer. Ideally, researchers should operate in an area whereby trade needs are taken into consideration without compromising scientific principles.

This study will present the basic protocols of gemology and explain how the confusion created by practicing gemologists can be prevented ethically and scientifically.

Keywords: *Gem market, gemological research, gemology ethics, Gemstone.*

Türkiye'nin Önemli Yarı Kıymetli Taşı: Eskişehir Lületaşı

Turkiye's Important Semi-Precious Stone: Eskisehir Meerschaum

Ali Koray Özdoğan (1), Nusret Güngör (2), Gizem Özdoğan (3)

(1) Kütahya Valiliği İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü
(2) Jeoloji Yük. Mühendisi, ETKB(Emekli)
(3) TKİ Garp Linyitleri İşletmesi Müdürlüğü
(akozdogan@gmail.com)

Öz

Bilim insanları tarafından yapılan arkeolojik çalışmalar sonucunda Anadolu toprakları, madencilik açısından ilklerin yaşandığı topraklar olarak görülmekte ve madenciliğin beşiği sayılmaktadır. Bunun yanında yarı kıymetli süs taşlarının kullanımının ise MÖ 4000'lerde olduğu düşünülmektedir. Yerleşik düzene geçen insanların yararlandığı madenlerden biri de lületaşı tipi sepiyolit olmuştur. Lületaşı tipi sepiyolit, arkeolojiye konu olmuş ve arkeolojik kazılarda da 20. yüzyıl içerisinde tespit edilmiş olan, Türkiye'nin tarihi madenlerinin başında gelmektedir. Eskişehir-Alpu-Çavlum Köyü'ndeki Çavlum Höyük kazılarında gün yüzüne çıkarılan lületaşı damga mührü ile lületaşı tipi sepiyolitin M.Ö. 2000'lerde kullanıldığı bilim insanlarınca tespit edilmiştir. Ayrıca Dünya genelindeki değişik kazılarda bu sepiyolit tipinin yaklaşık beş bin yıldır bilindiği ve kullanıldığı gün yüzüne çıkarılmıştır.

Lületaşı tipi sepiyolitin asırlar süren geçmişinin takibi ile yüzyıllardır süregelen önemi ve değeri kendine özgü özelliklerine dayalı olarak ortaya çıkmıştır. Lületaşı tipi sepiyolitin değişik ülkelerde kendi dillerinde de en mükemmel maden sıfatını kazanmasını sağlamıştır. 19. Yüzyıl Avrupa'sında fiziksel özelliklerinin (doku-renk-sertlik) çok iyi öğrenilmesi üzerine başta pipo olmak üzere değişik amaçlarla işlenerek ticarete konu olmuştur. Ayrıca Avusturya-Macaristan İmparatorluğu lületaşı tipi sepiyolite vergi uygulamadığından, ham halde satılan ürünlerin işlendiği Viyana bu anlamda canlı bir ticaret merkezi gelmiştir.

Türkiye'de, önemi ve değeri geç anlaşılan lületaşı tipi sepiyolitin ekonomik olarak işletilebildiği oluşumlarının/rezervlerinin tamamı Eskişehir ili sınırları dâhilinde kalmaktadır. Nicelik ve nitelik bakımdan Eskişehir ili dışında bulunan rezervler ise işletilmeye henüz uygun görülmemektedir. 1800'lü yıllarda lületaşı madenciliğinden 10.000'den fazla kişinin çalıştığı, 1869 yılında ise üretim rekoru kırıldığı bilinmektedir. Eskişehir'de lületaşı tipi sepiyolit gerçek anlamda 1890'lı yıllarda işlenmeye başlamıştır. İlk üretilen objeler tesbih, kolye, bileklik gibi eşyalar olmuş, daha sonra pipo işlemeciliği başlamıştır. Bu özelliğiyle lületaşının Osmanlı İmparatorluğu'nun ilk ihraç maddelerinden biri olduğu düşünülebilmektedir. Cumhuriyetin başlarında ise Gazi Mustafa Kemal Paşa'nın sonradan Denizköpüğü soy ismini alan Ali Osman Beyefendiye telkinleri sayesinde Eskişehir'de çarşı içindeki ilk atölye açılmış ve pek çok usta ve sanatkâr yetiştirilmiştir. Bu emektar usta ve onun yanında çırak olarak başlayıp ustalaşan sanatkârların ürettiği eserler/objeler ile yurt içinde ve dışında gerçekleştirdikleri etkinlikler sayesinde bu sepiyolit tipinin daha iyi anlaşılması sağlanmıştır.

Lületaşı tipi sepiyolitin ham olarak ihracatı 1972 yılında yasaklanmıştır. Sepiyolit tipleri içinde mükemmel öznitelikse fiziksel özellikleri sayesinde özel bir konumda olan lületaşı tipi sepiyolit, maden mevzuatında da kıymetli ve yarı kıymetli taşlar kapsamında değerlendirilmiştir. Bu grup madenler içinde lületaşı tipi sepiyolit, ülkemize özgü tarihi ve madencilik alanında ilk olmak üzere 07.01.1999 tarihinde "Eskişehir Lületaşı" coğrafi işaret tescil belgesini almıştır. Lületaşı tipi sepiyolit Türkiye'yi Dünya'da temsil etmeye devam etmektedir. Bu sepiyolit tipinin gelecek kuşaklara aktarılmasında, dünyada daha fazla tanıtımında her kesime önemli görevler düşmektedir.

Anahtar Kelimeler: Eskişehir, fiziksel özellikleri, lületaşı, sepiyolit.

Abstract

As a result of archaeological studies carried out by researchers, Anatolian lands are seen as the lands where the firsts were experienced in terms of mining and are considered the cradle of mining. In addition, the use of semi-precious ornamental stones is thought to be around 4000 BC. One of the minerals utilised by the people who settled down was meerschaum-type sepiolite. Meerschaum-type sepiolite is one of the historical mines of Turkiye, which has been the subject of archaeology and has been identified in archaeological excavations in the 20th century. It has been determined by scientists that meerschaum type sepiolite was used in 2000 BC with the meerschaum stamp seal unearthed in the excavations of Çavlum *Mound in Eskişehir-Alpu-Çavlum Village. In addition, in different excavations around the world, it has been revealed that this type of sepiolite has been known and used for about five thousand years.*

Following the centuries-long history of meerschaum-type sepiolite, the importance and value of meerschaum-type sepiolite has emerged based on its unique characteristics. Meerschaum-type sepiolite to be recognised as the most excellent mineral in different countries in their own languages. In 19th century Europe, when its physical properties (texture-colour-hardness) were learnt very well, it was processed and traded for various purposes, especially for pipes. In addition, since the Austro-Hungarian Empire did not impose taxes on meerschaum-type sepiolite, Vienna, where the products sold in raw form were processed, became a lively trade centre in this sense.

In Turkiye, all of the economically exploitable formations/reserves of meerschaum-type sepiolite, the importance and value of which was realised late, are within the borders of Eskişehir province. In terms of quantity and quality, the reserves located outside Eskişehir province are not yet suitable for exploitation. It is known that more than 10,000 people worked in meerschaum mining in the 1800s and a production record was broken in 1869. In Eskişehir, meerschaum-type sepiolite started to be processed in the 1890s. The first objects produced were items such as rosaries, necklaces and bracelets, and then pipe embroidery started. With this feature, it can be considered that meerschaum was one of the first export items of the Ottoman Empire. At the beginning of the Republic, thanks to the suggestions of Gazi Mustafa Kemal Pasha to Ali Osman Bey, who later took the surname Denizköpüğü, the first workshop in the bazaar was opened in Eskişehir and many masters and artisans were trained. Thanks to the artefacts/objects produced by this veteran master and the artisans who started as apprentices and became masters alongside him, and the activities they carried out in Turkiye and abroad, this sepiolite type has been better understood.

The export of raw meerschaum-type sepiolite was banned in 1972. Meerschaum-type sepiolite, which has a special position among sepiolite types thanks to its excellent physical properties, is also evaluated within the scope of precious and semi-precious stones in mining legislation. Within this group of minerals, meerschaum-type sepiolite received the 'Eskişehir Meerschaum' geographical indication registration certificate on 07.01.1999, the first in the field of history and mining specific to our country. Meerschaum type sepiolite continues to represent Turkiye in the world. Every sector has important duties in transferring this type of sepiolite to future generations and promoting it more in the world.

Keywords: *Eskisehir, meerschaum, physical properties sepiolite.*

GEMOLOJİ OTURUMU

Gemology Session

Koray SÖZERİ, Sabah YILMAZ ŞAHİN

Poster Sunumlar/*Poster Presentations*

Tokat Kemereritlerinin Mineralojik-Petrografik İncelemesi ve Süstaşı Olarak Kullanılabilirliği

Mineralogical-Petrographical Investigation and Usability as Gemstone of Tokat Kammererites

İlkay Kaydu Akbudak (1), Zeynel Başibüyük (1), Gökhan Ekincioğlu (2)

(1) Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 40100, Kırşehir
(2) Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Kaman MYO Madencilik ve Maden Çıkarma Bölümü, 40100, Kırşehir
(zbasibuyuk@ahievran.edu.tr)

Öz

Kemererit minerali (krom klinoklor), fillosilikatlar içerisinde yer alan klorit grubunun klinoklor üyelerinden biridir. Kuzey Anadolu'da bulunan Tokat ili sınırları içerisindeki Beşören ve Saltık bölgelerinde kemererit oluşumları tespit edilmiştir. İnceleme alanında Kemereritler Mesozoik yaşlı bazik-ultrabazik kayaçlar içerisinde bulunan krom seviyelerinde nodüller veya damarlar şeklinde bulunmaktadır. İnceleme alanında yapılan yüzey araştırmalarında kemererit minerallerinin yaygın bir dağılım göstermediği, morumsu kırmızımsı ve pembenin tonlarında ve camsı parlaklıkta oldukları gözlenmiştir. İnceleme alanından alınan Kemererit örneklerinden hazırlanan ince kesitlerin petrografik incelemelerinde, kemererit minerali tek nikolde kahverengimsi veya pembemsi pleokroizma göstermiştir. Çift nikolde ise gri tonlarında girişim rengine sahip olduğu gözlenmiştir. İnceleme alanından alınan Kemererit örneklerine sertlikleri düşük olduğundan dayanıklılıklarını artırmak için epoksi ile iyileştirme işlemi yapılmıştır. Ayrıca uygulanan kabaşon kesim stilleri ile hem takı hem de aksesuar üretiminde kullanılabilecekleri belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Gemoloji, Kemererit, mineraloji, süstaşı, Tokat.

Abstract

Kammererite mineral (chrome clinochlore) is one of the clinochlore members of the chlorite group within phyllosilicates. Kammererite formations have been detected in Beşören and Saltık regions within the borders of Tokat province in Northern Anatolia. In the study area, the Kammererites are found as nodules or veins within Mesozoic-aged basic-ultrabasic rocks, particularly in chromite levels. Surface surveys conducted in the area revealed that the Kammererite minerals do not exhibit widespread distribution, and they were observed to have shades of reddish-purple and pink with a vitreous luster. Petrographical studies of thin sections prepared from Kammererite samples taken from the study area showed that the Kammererite minerals exhibited brownish or pinkish pleochroism in single polarization. In double polarization, it was observed to have grayish interference colors. Due to the low hardness of the Kammererite samples taken from the study area, an epoxy treatment was applied to enhance their durability. Furthermore, with the applied cabochon cutting styles, it was determined that they could be used in the production of both jewelry and accessories.

Keywords: *Gemology, gemstone, Kammererite, mineralogy, Tokat.*

MADEN KAYNAKLARININ YÖNETİMİNDE YENİ YAKLAŞIMLAR OTURUMU

New Approaches in Management of Mineral Resources Session

Özgür ACIR, Nuri CEYHAN, Özcan DUMANLILAR, Nusret GÜNGÖR, Tuna KASKATI, Tuğba ÖZCAN, Ezgi TOKA, Atiye TUĞRUL

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

UMREK Kodu – Çevresel Sosyal Yönetişim Faktörleri

The UMREK Code – Environmental, Social, and Governance Factors

Jale Şakıyan Ateş (1), Cem Sacit Yüceer (2), Tuğba Özcan (2), Ahmet Yaşar Yamantaş (3)

(1) Aziziye Mah. Kırkpınar Sok. No:20, 06690 Çankaya/Ankara
(3) Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü, Beştepe, Mevlana Blv. No:76, 06560 Çankaya/Yenimahalle/Ankara Adres2
(jale.sakiyan@tuprag.com)

Öz

UMREK Kodu, yatırımcıların ve hissedarların yeterli derecede bilgilendirilmesi amacıyla Türkiye Cumhuriyeti'ndeki; Arama Hedefleri, Arama Sonuçları, Maden Kaynakları ve Maden Rezervlerinin açık, güvenilir ve şeffaf bir şekilde raporlanması için asgari standartları, önerileri, yasal gerekliliklerı ve uygulama esaslarını belirler. Maden Kaynağı, arama ve örnekleme ile tanımlanan ve kestirilen, ekonomik önemi olan, tenör veya kalitesi ve miktarı ile nihai ekonomik üretim için makul bir beklenti yaratabilecek cevherleşmedir. Maden Rezervleri, bu cevherleşme içinde Dönüştürücü Faktörlerin dikkate alınması ve uygulanması ile tanımlanabilir. Dönüştürücü Faktörler, Maden Kaynaklarını Maden Rezervlerine dönüştürmek için kullanılan bilgilerdir. Bunlar; madencilik, cevher zenginleştirme, metalürji, altyapı, ekonomik, pazarlama, yasal, çevresel, sosyal, yönetişim (ÇSY) ve düzenleyici/idari alandaki faktörleri içermekle birlikte bu faktörlerle sınırlı değildir.

UMREK koduna uygun bir raporlama, Arama Hedefleri, Arama Sonuçları, Maden Kaynakları veya Maden Rezervleri ile ilgili makul ve dengeli bir yargıya varmak amacıyla yatırımcıların ve profesyonel danışmanların talep edecekleri ve bulmayı bekledikleri tüm bilgileri içermelidir. Bu sebeple, UMREK koduna uygun hazırlanan raporlarda madencilik faaliyetinin kısa, orta ve uzun vadede değer yaratma kabiliyetini önemli ölçüde etkileme riski olan ÇSY konuları şeffaflık ve kapsamlı olma ilkelerine uygun olarak açıklanmalıdır.

ÇSY konuları proje maliyetlerini, tasarımını, takvimini, yasal izinlerini, sosyal onayını ve/veya finansmanını etkileme potansiyeline sahiptir. ÇSY konuları, projeye özel olup, projenin gerçekleşeceği alanın çevresel ve sosyal koşulları ile yasal gerekliliklere bağlı olarak değişkenlik gösterebilir. Bununla birlikte, uygulanabilir ÇSY Faktörleri ve bir proje üzerindeki potansiyel etkileri hakkındaki bilgi, madenciliğin yaşam döngüsü aşamalarına paralel olarak gelişir.

Ülkemizde uluslararası standartlar ile uyumlu yasal sürdürülebilirlik raporlama standartları mevcuttur. Bununla birlikte, ulusal ve uluslararası kuruluşlar tarafından yayınlanmış sorumlu madencilik performans kriterleri ve raporlama standartları da bulunmaktadır. UMREK şeffaflık ilkesi, şirketlerin başka bir yerde kamuoyuna sunduğu bilgileri raporda tekrarlamasını gerektirmez. Bilginin başka bir yerde kamuoyu ile paylaşıldığı durumlarda yatırımcı ve hissedarların kaynak bilgiye ulaşımına, örneğin ÇED Raporu, Sürdürülebilirlik Raporu vb., referanslar verilmesi esastır. Günümüzde, yatırımcılar tarafından madencilik faaliyetlerinin orta, uzun vadede oluşturacağı finansal değerin ÇSY konularından nasıl etkileneceği konusunda bilgi talebi her geçen yıl artmaktadır. Bu sebeple, projeye özel ÇSY konularından madencilik faaliyetinin gelecekteki finansal yeterliliğini etkilemesi beklenen önemli konuların raporda açıklanması önem arz etmektedir.

UMREK kodu ÇSY değerlendirme çerçevesi, her bir projeyle ilgili farklı risk ve fırsatların daha iyi anlaşılmasını mümkün kılmaktadır. Hem ekonomik açıdan uygulanabilir ve çevresel açıdan sürdürülebilir hem de sosyal açıdan sorumlu madencilik girişimlerinin ilerlemesini teşvik eder.

Anahtar Kelimeler: Çevre, ÇSY, Maden Kaynak, Maden Rezerv Sosyal, UMREK, Yönetişim

Abstract

The National Public Reporting of Exploration Results, Mineral Resources and Mineral Reserves Code of Türkiye (the UMREK Code) designates the minimum standards, recommendations, legal requirements and practice principles for reporting Exploration Targets, Exploration Results, Mineral Resources and Mineral Reserves within the Republic of Türkiye with the purpose of adequately informing investors and other stakeholders. The term 'Mineral Resource' covers mineralisation which has been identified and estimated through exploration and sampling, holds economic significance and possesses grade or quality and quantity that suggest a feasible prospect for future economic production. Mineral Reserves may be defined by the consideration and application of the Modifying Factors. Modifying Factors are considerations used to convert Mineral Resources to Mineral Reserves. These include, but are not restricted to, mining, processing, metallurgical, infrastructure, economic, marketing, legal, environmental, social, governance (ESG)and regulatory factors.

The objective of the UMREK code is to provide investors and other stakeholders with the necessary information on exploration targets, exploration results, mineral resources, and mineral reserves for investment decisions or to support project financing. Following the rules of transparency and materiality, reports must include ESG issues that have a significant impact on the mining operation's ability to create value in the short, medium, and long term.

ESG issues may impact project costs, design, schedule, legal permitting, social licence, and financing. ESG issues are project specific and vary based on the environmental and social contexts, as well as the legal requirements of the project's location. The knowledge of material ESG factors develops concurrently with the various stages of the mining life cycle. For example, the expected level of detail for ESG issues in Exploration Results disclosure markedly differs from that expected for Mineral Reserve reporting.

Turkey has established legal sustainability reporting standards that are in alignment with international standards. Performance criteria and reporting standards for responsible mining have been established by various national and international organizations. The UMREK transparency principle does not mandate that companies repeat in their reports information already disclosed in other public forums. In cases where information is made public elsewhere, it is essential to provide references for investors and shareholders to access the source information, e.g. EIA Report, Sustainability Report, etc. Investors are increasingly asking about how ESG issues may affect mining companies' financial worth in the medium to long term. Therefore, it is essential to disclose project-specific ESG issues that are material for the future financial viability of the mining operation.

The UMREK code provides a ESG assessment framework that enhances the understanding of various risks and opportunities associated with each project. It encourages the development of mining projects that are economically viable, environmentally sustainable, and socially responsible.

Keywords: *Environment, ESG, Governance, Mineral Resource, Mineral Reserve, Social, UMREK*

Uluslararası Standartlarda Sürdürülebilir Madencilik

Sustainable Mining in International Standards

Ayyüce Yalçın

Esan Eczacıbaşı End. Hamm. San. Ve Tic. A.Ş.
(ayyuce.yalcin@esan.com.tr)

Öz

Bu çalışma, maden şirketlerinin sürdürülebilirlik yaklaşımını ve uluslararası çevresel ve sosyal standartlara uyumunu örnek çalışmalar ile incelemektedir. Çalışma kapsamında, uluslararası standartların madencilik projelerine nasıl uygulanabileceği analiz edilmektedir. Sürdürülebilir madencilik yaklaşımı, sadece çevresel etkilerin yönetilmesini değil, aynı zamanda toplumsal faydanın artırılmasını ve şeffaf bir yönetim anlayışının benimsenmesini gerektirmektedir. Bu bağlamda madencilik projelerinde çevreye duyarlılık, çalışan sağlığı ve güvenliği, toplumsal cinsiyet eşitliği gibi konulara odaklanılarak sosyal ve çevresel sürdürülebilirlik hedeflerinin gerçekleştirmesi gerekmektedir. Araştırma, şirketlerin sürdürülebilir madencilik projelerinde yer alan şikayet mekanizmaları, paydaş katılımı ve toplumsal cinsiyet eşitliği gibi uygulamaların önemini vurgulamaktadır. Sonuç olarak, şirketlerin uluslararası standartlara uyum sağlaması hem çevresel hem de sosyal riskleri azaltarak sürdürülebilir büyümeyi desteklemektedir.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik, çevresel, sosyal, standart, madencilik

Abstract

This study examines the sustainability approach of mining companies and their compliance with international environmental and social standards through case studies. The study analyzes how international standards can be applied to mining projects. The sustainable mining approach requires not only the management of environmental impacts but also the enhancement of social benefits and the adoption of a transparent governance model. In this context, achieving social and environmental sustainability goals in mining projects necessitates a focus on issues such as environmental sensitivity, occupational health and safety, and gender equality. The research highlights the importance of practices such as grievance mechanisms, stakeholder engagement, and gender equality in sustainable mining project. In conclusion, aligning with international standards supports sustainable growth by reducing both environmental and social risks.

Keywords: *Sustainability, environmental, social, standard, mining*

Jeolojik Model Belirsizliğini Azaltmak İçin Ardışık Sondaj Optimizasyonu: Hamersley Havzası, Batı Avustralya

Sequence Drilling Optimization To Reduce Geological Model Uncertainty in The Hamersley Basin

Kübra Akbulut (1), Guillaume Pirot (2), Mark Jessell (2), Özgür Yedek (1)

(1) Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara, 06530
(2) Batı Avustralya Üniversitesi, Jeoloji Bölümü, Perth, 6009, Avustralya
(geokubrakbulut@gmail.com)

Öz

Bu çalışmanın amacı, 3D jeolojik modellerden oluşan bir topluluk kullanarak gerçek sondaj çalışmalarını taklit etmek suretiyle jeolojik karakterizasyonu geliştirmek veya jeolojik belirsizliği azaltmaktır. Bu bağlamda, Batı Avustralya'nın kuzeybatısında yer alan Newman bölgesi, çalışma alanı olarak seçilmiştir. Çalışma alanı, birçok yapıyı (faylar, kıvrımlar vb.) barındırmakta ve yaklaşık 25 km²›lik bir alanı kapsamaktadır. Çeşitli mineral yatakları açısından da önemli olan bu bölgeye ait 115 sondaj verisi, BHP tarafından bu araştırma için sağlanmıştır. Bu sondajlardan ve literatürden elde edilen bilgiler ışığında, bölgenin stratigrafik dizilimi belirlenmiş ve tamamı sedimanter kayaçlardan oluşan 20 formasyon çalışma alanına dahil edilmiştir.

Araştırma kapsamında yürütülen çalışmalar için kullanılan yazılımlar genellikle Python (v3.9) ile Jupyter Notebook, 3D modelleme için LoopStructural ve QGIS'dir. Çalışma akışı aşağıdaki ana adımlardan oluşmaktadır: başlangıç verilerinin işlenmesi (temel temas noktalarının koordinatlarının hesaplanması, polarite, tabaka eğim yönünün tahmini), referans modelin veya sentetik doğru modelin oluşturulması, 3D jeolojik modeller topluluğunun üretilmesi, Shannon Entropisi kullanılarak jeolojik belirsizliklerin ölçülmesi ve ardından yeni optimal sondaj yerinin belirlenmesi. Bu süreç, bu araştırma kapsamında sağlanan 115 sondaj deliği sayısına eşdeğer bir varsayımsal bütçe tükenene kadar devam eder. Tüm bu süreçler yürütülürken, jeolojik belirsizliği azaltmak için en uygun analizlerin gerçekleştirilmesi hedeflenmiştir. Bu doğrultuda, jeolojik belirsizlik üzerine seyreltme oranının etkisini anlamak için analizler yapılmış (birinci analiz) ve yinelemelere bağlı olarak jeolojik belirsizliğin evrimi izlenmiştir. İlk duyarlılık analizi sonucunda üretilen 3D modeller topluluğunda stratigrafik olarak belirsiz sondajların sayısına paralel olarak jeolojik belirsizliğin arttığı gözlemlenmiştir. İkinci analizde iki senaryo ele alınmıştır. A Senaryosu'nda, ek bir sondaj deliği için en uygun konum, potansiyel bir sondaj boyunca biriken jeolojik belirsizliği maksimize ederek belirlenmiş ve buna uygun modeller üretilmiştir. Bu bağlamda, jeolojik belirsizliğin önemli ölçüde azalmadığı ve yalnızca küçük dalgalanmalar gösterdiği gözlemlenmiştir. B Senaryosu'nda ise A Senaryosu'na ek olarak, önceki sondajların bilgi sağlayıcı doğası, gelecekteki keşifler için dikkate alınmıştır.

Sonuç olarak, eklenen bilgi sağlayıcı sondajların jeolojik belirsizliği doğrusal olarak azalttığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: 3B Jeolojik Modelleme, Jeolojik Belirsizlik Ölçümü, Sondaj Optimizasyonu, Python, LoopStructural, Hamersley Havzası

Abstract

The aim of the study is to improve geological characterization or reduce geological uncertainty by mimicking real drilling studies using an ensemble of 3D geological models. In this context, the Newman region, located in the northwest of Western Australia, was chosen as the case study area.

The study area contains many structures (faults, folds, etc.) and covers an area of approximately 25 km2. 115 drillhole data for the region, which is also important in terms of various mineral deposits, were provided by BHP for this research. With the information obtained through these drillholes and the literature, the stratigraphic sequence of the region has been determined, and 20 formations consisting entirely of sedimentary rocks are included in the study area. The software used to carry out studies for the purpose of the research are generally Jupyter Notebook with Python (v3.9), LoopStructural for the 3D modelling and QGIS. The workflow can be decomposed in the following main steps: processing initial data (calculation of basal contacts' coordinates, polarity, bedding orientation estimation), creating the reference model or synthetic ground-truth and then producing ensemble of 3D geological models, measuring geological uncertainties with Shannon's Entropy and finally finding new optimal drilling location. This continues until a notional budget runs out, which is set to be equivalent to the number of 115 drill holes provided within the scope of this research. While all these processes are carried out, the aim is to perform the most appropriate analysis to reduce geological uncertainty. In accordance with this, analyses were carried out to understand the effect of the decimation rate on geological uncertainty (first analysis) and to follow the evolution of geological uncertainty as a function of iteration. It was observed that the geological uncertainty increased in parallel with the number of stratigraphically ambiguous drillholes used in the ensemble of 3D models produced as a result of the first sensitive analysis. In the second analysis, we carry out two schemes. In case A, the optimal location for an additional drillhole is determined by maximizing the cumulated geological uncertainty along a potential drillhole and ensemble of models were produced in accordance with these. In this context, it has been observed that geological uncertainty does not decrease significantly and only shows minor fluctuations. In Case B, in addition to Case A, the informative nature of previous drillholes is also taken into account for future exploration.

As a result, it has been observed that added informative drill holes linearly reduce geological uncertainty.

Keywords: *3D Geological Modelling, Geological Uncertainty Measurement, Drilling Optimization, Python, LoopStructural, Hamersley Basin*

Madencilik Yatırımlarının Finansman Açığını Kapatmak:Teknik ilerlemeyi Finansal Değere Dönüştürmek

Bridging the Funding Gap of Mining Investments: Translating technical progress into Financial Value

Gert Kriel (1), Iaan Myburgh (2), Özgür Acır (3)

(g.kriel@minvalgroup.com)

Öz

Madencilik sektörü sürekli bir zorlukla karşı karşıyadır: yatırım çekmek ve sürdürmek için gereken finansal ölçütlerle teknik gelişmeleri uyumlu hale getirmek. Teknolojik yenilikler ve detaylı teknik çalışmalar genellikle bir projenin potansiyelini gösterse de, genelde bu teknik başarılar ile paydaşlar için somut finansal değere dönüştürülmeleri arasındaki kopukluk devam etmektedir.

Bu makale, UMREK gibi kod uyumlu raporlamaya dayalı somut teknik değerlendirmeleri, UMVAL kodu gibi finansal modelleme, risk değerlendirmesi ve piyasa dinamikleriyle entegre ederek bu boşluğu kapatma stratejilerini ele almaktadır. PiyasaKarşılaştırmalı Değerleme Yaklaşımına odaklanarak, paydaşlar Mineral Kaynakları Tahminlerindeki artan güven seviyelerini proje değerindeki artışla kolayca ilişkilendirebilirler. Ayrıca teknik ekibin, özellikle nakit akışı oluşturmayan erken aşama projelerde yapılan işin değerini finansal terimlerle göstermesine olanak tanır. Bu makale ayrıca, altın sektöründeki son işlemlere bakarak ve işlem değerinin yerinde Mineral Kaynaklarıyla nasıl ilişkili olduğunu inceleyerek teknik ilerlemeyi finansal değer terimleriyle anlamanın değerini de göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: UMVAL, madencilik yatırımları, fonlama, karşılaştımalı piyasa değerlemesi

Abstract

The mining industry faces a persistent challenge: aligning technical advancements with the financial metrics required to attract and sustain investment. While technological innovations and detailed technical studies often demonstrate a project's potential, a disconnect remains between these technicalachievements and their translation into tangible financial value for stakeholders.This paper discusses strategies to bridge this gap by integrating robust technical assessments (based on code compliant reporting, such as UMREK) with financial modeling, risk assessment, and market dynamics (based on UMVAL and similiar codes). Focusing on the Market Comparative Valuation Approach, stakeholders can easily relate increased confidence levels in the Mineral Resources Estimates with an increase in project value. It also allows the technical team to illustrate in financial terms the value of the work done, especially on early stage projects that do not generate cashflow. This paper also illustrate the value of understanding technical progress in financial value terms through looking at recent transactions in the gold industry, and how the transaction value relates to the in-situ Mineral Resources

Keywords: UMVAL, mining investments, funding, market comparative valuation

CRIRSCO ve UNFC Kaynak ve Rezerv Sınıflandırmaları Arasındaki İlişki

Relationship between CRIRSCO and UNFC Resource and Reserve Classifications

Ahmet Yaşar Yamantaş (1), Tuğba Özcan (1), Atiye Tuğrul (2)

(1) Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü, Beştepe, Mevlana Blv. No:76, 06560 Çankaya/Yenimahalle/Ankara
(2) İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Büyükçekmece Yerleşkesi G Blok Kat:2, 34500 Büyükçekmece/İstanbul
(umrek.mapeg@mapeg.gov.tr)

Öz

Madencilik, sosyal, yönetişimsel, jeolojik birçok risk ve manipülasyonu bünyesinde bulunduran bir sektördür. Ayrıca maden aramacılığı sonucunda ortaya çıkarılacak maden kaynağının nicelik ve niteliklerinin doğru tahmin edilmesi oldukça önemli bir süreçtir. Yukarıda belirtilen riskleri azaltmak, kaynak tahmini ve rezerv hesabı için kullanılan yöntemlere bir düzenleme getirmek amacıyla standartlar geliştirilmiş, bu hususta ilk resmi standart, 1989›da yayımlanan JORC Kodu (Avustralasya bölgesi) olmuştur. Daha sonrasında maden kaynaklarının ve yeraltı zenginliklerinin en iyi şekilde değerlendirilebilmeleri ve finansal kaynaklara ulaşılabilmesi için ortak bir dil ve terminoloji kullanılması ve manipülasyonların olabildiğince engellenmesi, yatırımcıların haklarının korunması amacıyla uluslararası standartlara ihtiyaç duyulmuştur. Bu amaçla, 1994 yılında Uluslararası Maden Rezerv Raporlama Standartları Komitesi (CRIRSCO) kurulmuştur. CRIRSCO şu anda dünya çapında 15 ulusal raporlama kuruluşunu temsil etmekte ve her 5 yılda bir ekonomik olması öngörülen madenlerin raporlanması ile ilgili standartları ve formatı içeren "Uluslararası Raporlama Şablonu"nu revize ederek yayımlamaktadır. Bu şablon, CRIRSCO ile uyumlu raporlama kodları ve standartları için bir çerçeve sunmakta olup CRIRSCO standartları piyasayla ilgili raporlama ve finansal yatırım için dünya çapında tanınmış ve benimsenmiştir. Şablon bünyesinde Arama Hedefleri, Arama Sonuçları, Maden Kaynakları ve Maden Rezervlerinin raporlanması için uluslararası bir standart sunar.

Birleşmiş Milletler Kaynaklar için Çerçeve Sınıflandırması (UNFC) sistemi ise Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomik Komisyonu (UNECE) himayesinde geliştirilmiş; enerji, mineral ve ham madde kaynaklarının sınıflandırılması, yönetimi ve raporlanması için oluşturulan ve ekonomik olmayan madenlere de uygulanabilen uluslararası bir kaynak sınıflandırma sistemi olup bu komisyon tarafından yayımlanmaktadır.

UNFC ve CRIRSCO Şablonu farklı amaçlar için geliştirilmiş olsa da doğası gereği birbirini tamamlayıcıdır. UNFC ve CRIRSCO Şablonunda belirtilen her iki sınıflandırma sistemi arasında nümerik bir ortaklık sağlayarak maden yataklarının boyutu ve kalitesine ilişkin tahminlerle ilgili yaşanan belirsizlikleri minimize etme amacı ile bir köprü doküman oluşturulmuştur. Her iki şablonun 2019 yılında güncellenmesiyle, bu köprü doküman 2024 yılı itibariyle güncellenerek yeniden yayımlanmıştır.

Bu Köprü Belgesi'nin amacı, "Birleşmiş Milletler Kaynaklar için Çerçeve Sınıflandırması (UNFC) ile başka bir sınıflandırma sistemi arasındaki ilişkiyi, bu sistemin UNFC Sayısal Kodları kullanılarak uygulanmasıyla oluşturulan tahminlerin nasıl sınıflandırılacağına ilişkin talimatlar dahil" açıklamaktır. CRIRSCO-UNFC Köprü Belgesi, CRIRSCO Şablonu uyumlu raporlama kodları ve standartları tarafından oluşturulan tahminlerin UNFC sınıflandırma sistemi kullanılarak sınıflandırılması için bir temel sağlar.

Köprü belgesi ve ilgili yönergeler, bu iki sınıflandırma arasında bir köprü oluşturarak birincil ve ikincil mineral kaynaklarına ilişkin daha iyi bir genel anlayış sağlar. Bu durum kaynakların kullanılabilirliği ve sürdürülebilir ham madde yönetiminin ölçeklendirilmesi, Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri, Paris Anlaşması ve Avrupa Yeşil Mutabakatı'na ulaşmak için kritik öneme sahiptir.

Anahtar Kelimeler: CRIRSCO, Raporlama standartları, UNECE, UNFC

Abstract

Mining is a sector that includes many social, governance and geological risks and manipulations. In addition, accurate estimation of the quantity and quality of the mineral resource to be discovered as a result of mineral exploration is a crucial process. In order to reduce the risks mentioned above and to bring a regulation to the methods used for resource estimation and reserve calculation, standards were developed, the first official standard in this regard was the JORC Code (Australasia region) published in 1989. Later, international standards were needed to use a common language and terminology to best evaluate mineral resources and underground wealth and to access investment resources, to prevent manipulations as much as possible, and to protect the rights of investors.

For this purpose, The Committee for Mineral Reserves International Reporting Standards (CRIRSCO) was formed in 1994. CRIRSCO currently represents 15 national reporting organizations (NROs) worldwide and publishes the "International Reporting Template", which includes the standards and format for reporting minerals expected to be economic, every 5 years. This template provides a framework for CRIRSCO-compliant reporting codes and standards, and CRIRSCO standards are recognized and adopted worldwide for market-related reporting and financial investment. The template provides an international standard for reporting Exploration Targets, Exploration Results, Mineral Resources and Mineral Reserves.

The United Nations Framework Classification for Resources (UNFC) system is an international resource classification system created by the United Nations Economic Commission for Europe (UNECE) for the classification, management and reporting of energy, mineral and raw material resources and can also be applied to non-economic mines, and is published by this commission.

The UNFC and CRIRSCO Templates were developed for different purposes but are complementary in nature. A bridge document was created to minimize uncertainties in estimating the size and quality of mineral deposits by providing a numerical commonality between the two classification systems specified in the UNFC and CRIRSCO Templates. With the update of both templates in 2019, this bridge document was updated and republished as of 2024.

The purpose of a Bridging Document is to explain "the relationship between the United Nations Framework Classification for Resources (UNFC) and another classification system, including instructions on how to classify estimates generated by the application of that system using the UNFC Numerical Codes". The CRIRSCO-UNFC Bridging Document provides a basis for classifying estimates generated by CRIRSCO Template-aligned reporting codes and standards using the UNFC classification system.

The bridge document and related guidelines provide a bridge between these two classifications, providing a better overview of primary and secondary mineral resources. This is critical for the availability of resources and the scaling up of sustainable raw material management, to achieve the United Nations Sustainable Development Goals, the Paris Agreement and the European Green Deal.

Keywords: *CRIRSCO, Reporting Standards, UNECE, UNFC*

Metalik Maden Aramalarında Makine Öğrenmesi Algoritmaları Kullanılarak Mineral Potansiyel Haritalaması

Mineral Prospectivity Mapping Using Machine Learning Algorithms for Metallic Minerals Exploration

Esat Faruk Çakıcı (1), Aslı Güldağ Bekaroğlu (1), Maral Can Emre (1)

(1) Esan Eczacıbaşı Endüstriyel Hammaddeler San. ve Tic. A.Ş, Maltepe, İstanbul, Türkiye
(esatfaruk.cakici@esan.com.tr)

Öz

Madencilik sektöründe artan rekabet, doğal kaynakların azalması ve maden aramalarında kullanılan geleneksel veri değerlendirme yöntemlerinin kısıtları, kuruluşları eldeki bilgi birikimini farklı bir bakış açısıyla değerlendirmeye ve yeni yaklaşımlar geliştirmeye itmiştir. Jeolojik veriler ve yüzey gözlemleri, yer altındaki kaynakların varlığına dair ipuçları verse de kesin olarak maden rezervi bulunup bulunmadığı ancak sondaj gibi maliyetli ve zaman alıcı çalışmalarla anlaşılabilir. Bu belirsizlik ile yanlış hedeflere yönelmek, arama maliyetlerinin artmasına ve zaman kaybına yol açabilir. Mineral Potansiyeli Haritalaması; jeolojik, jeofiziksel, jeokimyasal ve uzaktan algılama verilerinin makine öğrenmesi algoritmaları ile analiz edilerek potansiyel mineral kaynaklarının tespit edilme yöntemidir. Projenin amacı, maden arama faaliyetlerini yönlendirmek, arama maliyetlerini azaltmak ve arama sürecinin etkinliğini artırmaktır. Klasik veri değerlendirme yöntemlerinin cevherleşme ile pek çok veri katmanı arasındaki çoklu doğrusal olmayan ilişkileri çözümlemesi kolay değildir. Artan veri kaynağı ve güçlü donanımlar cevherleşme keşif süreçlerini iyileştirmek amacıyla yapay zeka algoritmalarının kullanılmasını sağlamıştır. Bu algoritmalar sayesinde karmaşık ilişkiler büyük ölçüde çözümlenmekte ve daha başarılı çıkarımlar yapılmaktadır. Mineral Potansiyel Haritalaması çalışmalarında iki ana yaklaşım vardır: veri odaklı ve bilgi odaklı. Önemli mineralizasyonların bilindiği bölgelerde, veri odaklı bir yaklaşım benimsenebilir. Bu proje kapsamında, çalışma alanında bulunan farklı veri katmanlarının bilinen mevcut cevherleşmeler ile ilişkisini tespit etmek amacıyla farklı makine öğrenmesi algoritmaları eğitilmiştir. Çalışmada cevher bulunan alanlar toplanan veri setleri üzerinden anlamlandırılmış, bilinmeyen alanlar hakkında çıkarımlar yapılmış ve cevherleşmenin bulunabileceği alanlar Coğrafi Bilgi Sistemi kullanılarak tek bir mineral potansiyel haritasında sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Arama, cevher, maden, makine öğrenmesi, mineral potansiyel haritalaması.

Abstract

Participants must prepare an abstract for the Geological Congress of The increasing competition in the mining sector, the depletion of natural resources, and the limitations of traditional data evaluation methods used in mineral exploration have driven organizations to reassess their existing knowledge base and develop new approaches. While geological data and surface observations provide clues about the presence of subsurface resources, the exact determination of whether a mineral deposit exists can only be confirmed through costly and time-consuming activities such as drilling. This uncertainty can lead to misguided targeting, resulting in higher exploration costs and wasted time. Mineral Prospectivity Mapping is a method that involves the analysis of geological, geophysical, geochemical, and remote sensing data using machine learning algorithms to identify potential mineral resources. The aim of this approach is to guide exploration activities, reduce exploration costs, and enhance the efficiency of the exploration process. Traditional data evaluation methods may struggle to address the complex nonlinear relationships between ore deposits and multiple data layers. The increasing availability of data and powerful computing hardware has facilitated the use of artificial intelligence algorithms to improve ore discovery processes. These algorithms allow for the resolution of complex relationships and lead to more successful inferences. Two main approaches exist in Mineral Prospectivity Mapping: data-driven and knowledge-driven. In areas with significantly known mineralization, a data-driven approach can be adopted. In this project, various machine learning algorithms were trained to detect the relationship between different data layers in the study area and known mineralization. Areas with ore deposits were analyzed based on the collected datasets, and inferences were made for unexplored areas. Mineralization potential for the targeted commodities were then mapped into a min.

Keywords: *Exploration, machine learning, mineral prospectivity mapping, mining, ore.*

Balya Cevher Yatağı Bilgisi

Ore Body Knowledge at Balya

Ahmet Baştürk (1), Kaan Özgen (2), Mustafa Tuna Kaskatı (3), T. Elif Özel Şahin(4), Oğuzhan Gümrük (5), Muzaffer Keser (6)

(ahmet.basturk@esan.com.tr)

Öz

Balya Madeni, Balıkesir'in Balya ilçesinde, Biga Yarımadası Metalojenik Provensi içinde yer almaktadır. Balya mineralizasyonu, magmatik ve sedimanter kayaçların temasında oluşan yapısal ve litolojik olarak kontrol edilen skarn-karbonat ornatma (CRD) tip Pb-Zn-Ag-Cu mineralizasyonu ile karakterizedir. Üst seviyelerde Mn mineralizasyonu, daha derin seviyelerde Pb-Zn mineralizasyonu ve daha derinlerde polimetalik cevhere dönüşmektedir. Daha derine inildikçe Cu, Au ve Mo da sisteme dahil olmaktadır. Skarn mineralizasyonu; Pb-Zn skarn, Pb-Zn-Cu skarn, manyetit skarn, pirotin skarn ve Mo skarnı gibi alt tiplerine ayrılmaktadır.

Balya mineralizasyonu için kapsamlı cevher yatağı bilgisinin geliştirilmesi, kaynak kullanımının optimize etmek ve sürdürülebilir madencilik uygulamalarını desteklemek için gereklidir. Bu çalışma, Balya yatağı için cevher yatağı bilgisini arttırma sürecinde yer alan jeolojik, mineralojik, jeokimyasal ve yapısal analizleri içeren anahtar süreçleri özetlemektedir.

Bu çalışma, Balya cevher yatağını daha iyi yorumlayabilmek için yüzey ve yer altı saha çalışmalarında alınan yapısal ölçümler, jeokimyasal analizler, XRD analizleri, cevher mikroskobu, izotop jeokimyası çalışmaları, yeraltı yüzey örneklemeleri ve jeoistatistiksel analizleri kapsamaktadır. İlk olarak, fayların mineralizasyon süreçlerini nasıl etkilediğine dair bilgi edinmek için fayların yapısal ölçümleri analiz edilmiştir. İzotop jeokimyası çalışmaları, sub-volkanik ve volkanik kayaçların magmatizma-mineralizasyon ilişkisini ortaya koymak ve cevherleşmeyi yaşlandırmak için gerçekleştirilmektedir. Skarn zonlarında gözlemlenen granat ve piroksen minerallerinin renk kodlaması, bu zonların neden olan intrüzyon ile ilişkisini ve mekânsal dağılımını belirlemek amacıyla litolojik loglamaya dahil edilmiştir ve skarn mineralleri XRD ve ince kesit çalışmaları ile değerlendirilmektedir. İstatistiksel yöntemler kullanılarak skarn ile ilişkili iz elementler ve yol gösterici elementler arasındaki ilişkiler analiz edilmiştir. Sahada gözlemlenen kireçtaşı ve mermer birimlerinin izotop jeokimyası çalışmaları, bu birimlerin ilişkisini, kökenlerini ve mineralizasyon üzerindeki etkilerini inceleyecektir.

Üretim planlarını gerçek değerlerle optimize etmek için madenden tesise uzanan uyum süreçleri başlatılmıştır. Bu çok disiplinli çalışmalar, kaynak yönetimini geliştirmeyi ve sürdürülebilir madenciliği desteklemeyi amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Balya, Jeokimya, Tenör Kontrol, Pb-Zn-Cu Cevherleşmesi, Polimetalik, Skarn Yatakları

Abstract

Balya Mine is located in Balya district of Balikesir, within the Biga Peninsula Metallogenic Province. Balya mineralisation is characterised by structural and lithology-controlled skarn-carbonate replacement type (CRD) Pb-Zn-Ag-Cu mineralisation formed at the contact of igneous and sedimentary rocks. Mn mineralisation at the upper elevations is replaced by Pb-Zn mineralisation at deeper levels and polymetallic ore at deeper levels and Cu, Au and Mo are included in the system at deeper levels. Skarn mineralisation is divided into subtypes such as Pb-Zn skarn, Pb-Zn-Cu skarn, magnetite skarn and pyrrhotine skarn and Mo skarn.

Developing comprehensive orebody knowledge for the Balya mineralization is essential to optimize resource utilization and support sustainable mining practices. This study outlines the key processes involved in establishing orebody knowledge for the Balya deposit, incorporating geological, mineralogical, geochemical, and structural analyses.

This study covers structural measurements, geochemical analyses, XRD analyses, ore microscopy, isotope geochemistry studies, underground face sampling and geostatistical analyses taken during surface and underground field studies in order to provide a better interpretation of the Balya ore deposit. Firstly, structural measurements of the faults are analysed to obtain information on how these faults affect the mineralisation processes. Isotope geochemistry studies are carried out to reveal the magmatism-mineralisation relationship of sub-volcanic and volcanic rocks. The colour coding of garnet and pyroxene minerals observed in the skarn zones are included in lithological logging to determine the relationship and spatial distribution of these zones with causitive intrusion, and skarn minerals are evaluated by XRD and thin section studies. Employing statistical methods, elemental relationships including pathfinder and trace elements associated with skarn are analysed. Isotope geochemistry studies of the limestone and marble units observed in the field will examine the relationship of these units, their origins and their effects on mineralization

Mine to mill reconciliation processes have been initiated to optimise production plans with actual values. These multidisciplinary studies aim to improve resource management and develop sustainable mining.

Keywords: *Balya, Geochemistry, Grade Control, Pb-Zn-Cu Mineralization, Polymetallic, Skarn Deposits*

Madencilikte Tenör Artışı Adına Sensör Tabanlı Sınıflandırmaya Türkiye'den Bir Örnek: Uşak-Banaz-Muratdağı Kurşun-Çinko Cevherleşmesi

An Example of Sensor Based Sorting (SBS) for Grade Increase in Mining from Turkey:

Uşak-Banaz-Muratdağı Lead-Zinc Mineralization

Alp İlhan (1), Saffet Tarhan (1), Ali Türkistanlı (2)

(1)Soyap Madencilik San. ve Tic. A.Ş., Beşiktaş-İstanbul
(2)KRK Holding, Beşiktaş-İstanbul
(alpilhan@soyapmadencilik.com)

Öz

Uşak ili Banaz ilçesine bağlı ruhsat sahası, Kurşun, Çinko, Bakır, Gümüş, Altın polimetal maden projesi olarak çalışılmıştır. Ruhsat sahasında jeoloji alterasyon haritaları, numunelendirme çalışmaları yürütülmüş ve sondajlar önerilmiştir. Bugüne kadar toplamda 15.000m sondaj yapılmış, alınan numunelerin analizleri ile birlikte üç boyutlu cevher modellemeleri tamamlanmıştır.

Yapılan modelleme çalışmalarında toplam tenör ortalama değerlerinin düşük olması sebebiyle, sondajlardan seçilen numunelerin Almanya'ya gönderilerek SBS (Sensör Tabanlı Sınıflandırma) sensörlü ayırıcılar sayesinde tenörün yükseltilmesi adına test çalışmaları başlatılmıştır. KSS XT CLI Multi-Sensor Sorter cihazı dört sensöre kadar veriyi birleştirebilen bir sensör ayırıcıdır. X-ışını sensörü (XT) atomik yoğunluklarına göre çeşitli kaya türlerini sınıflandırmak için kullanılabilir. Renkli kamera (C), kaya türlerini görsel renk spektrumlarına göre sınıflandırmak için görsel renk verileri sağlar. 3B lazer (L) sensörü, geçen malzemenin 3B profilini ve nesnelerin parlaklığına ve pürüzlülüğüne göre yüzey özelliklerini analiz etmek için uygulanır. Endüksiyon sensörü (I), metaller veya hatta grafit gibi iletken malzemeleri algılayabilir. Sensör bir elektromanyetik alan üretir ve sensör alanından geçen herhangi bir iletken nesne 1 mm'den önemli ölçüde daha az bir hassasiyetle algılanır. SBS testinde, tüvenan olarak üretilen malzeme titreşimli bir besleyici ile sisteme verilmektedir. Besleyici malzemeyi hareket eden bir bant üzerine sermekte, bant üzerindeki malzeme birkaç metre sonra sensörlerin bulunduğu alandan geçmekte, bu sırada sensörler her bir partikül ile ilgili verileri toplayıp, analiz edip (XRF) sisteme daha önceden verilen bilgilerle karşılaştırarak, malzeme band sonuna geldiğinde her bir parça ya normal olarak banttan düşmekte ya da yazılım o parçanın ayrılmasına karar verdiyse valf grubuna karşılık gelen yerde yüksek basınçlı hava ile o parçayı atarak daha ilerideki bir hazneye yollayıp ayrılmasını sağlamaktadır. Böylece tenörce daha yüksek malzeme bir yerde, daha düşük malzeme diğer bir yerde toplanmaktadır.

Almanya'da tamamlanan test çalışmaları ile birlikte Pb+Zn cevher tenör oranlarında yaklaşık 3-4 kat artış gözlemlenmiştir. -30+10 mm boyutunda test öncesinde %2,21 CuPbZn test sonrasında %9,66 CuPbZn değerleri; -60+30 mm boyutunda test öncesinde %2,70 CuPbZn test sonrasında %7,97 CuPbZn değerleri elde edilmiştir. İlerleyen dönemlerde daha detaylı olarak yürütülecek faaliyetler sonrasında, Türkiye'de yer alan düşük tenörlü kurşun-çinko cevherleşmelerinin işletilebilir özelliklere getirilmesi mümkün olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Analiz, Bakır, Çinko, Kurşun, Madencilik, Numune, Sondaj, Tenör.

Abstract

The licensed area of Banaz district of Uşak province was studied as a Lead, Zinc, Copper, Silver, Gold polymetal mining project. Geological alteration maps, sampling studies were carried out in the licensed area and drillings were proposed. A total of 15,000m of drilling was carried out to date, and three-dimensional ore modeling was completed along with the analysis of the samples taken.

Due to the low total grade average values in the modeling studies, selected samples from the drillings were sent to Germany, and test studies were initiated to increase the grade using SBS (Sensor Based Classification) sensor separators. The KSS XT CLI Multi-Sensor Sorter device is a sensor separator that can combine data from up to four sensors. The X-ray sensor (XT) can be used to classify various rock types based on their atomic density. The colour camera (C) provides visual colour data to classify rock types based on their visual colour spectrum. The 3D laser (L) sensor is applied to analyse the 3D-profile of passing material as well as surface properties based on brightness and roughness of the objects. The induction sensor (I) is able to detect conductive material such as metals or even graphite. The sensor produces an electromagnetic field and any conductive object passing through the sensor area is detected with a sensitivity of significantly less than 1 mm. In the SBS test, the material produced as a run-of-the-mill is fed into the system with a vibrating feeder. The feeder spreads the material on a moving belt, the material on the belt passes through the area where the sensors are located after a few meters, while the sensors collect data about each particle, analyze it (XRF) and compare it with the information previously given to the system, when the material reaches the end of the belt, each piece either falls off the belt normally or, if the software decides to separate that piece, it throws that piece with high-pressure air at the place corresponding to the valve group and sends it to a further chamber and ensures its separation. Thus, the higher grade material is collected in one place, and the lower grade material is collected in another place.

With the test studies completed in Germany, an approximately 3-4 fold increase in Pb+Zn ore grade ratios was observed. In the -30+10 mm size, 2.21% CuPbZn before the test and 9.66% CuPbZn after the test were obtained; in the -60+30 mm size, 2.70% CuPbZn before the test and 7.97% CuPbZn after the test were obtained. Following the activities to be carried out in more detail in the upcoming periods, it will be possible to bring the low-grade lead-zinc mineralizations in Turkey to workable properties.

Keywords: *Analysis, Copper, Drilling, Grade, Lead, Mining, Sample, Zinc.*

Granit Sahalarında Blok Üretim Verimliliğinin Artırılması: Dinamik Üretim Planlaması

Increasing Block Production Efficiency in Granite Quarries: Dynamic Production Planning

Yasin Aydın (1), Talip Güngör (2), Cüneyt Akal (2), Namık Aysal (3)

(1) Dokuz Eylül Universitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, Türkiye
(2) Dokuz Eylül Universitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İzmir, Türkiye
(3) İstanbul Üniversitesi – Cerrahpaşa Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Büyükçekmece, İstanbul
(yasinaydin@granitas.com)

Öz

Granit doğaltaş işletmeciliği ülkemizin önemli endüstriyel hammadde kaynaklarından biridir. Doğaltaş sektöründe kaynakları verimli değerlendirmek hem ülke ekonomisi hem de çevre duyarlılığı açısından büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışmada Orta Anadolu Kristalen Kompleksinde bulunan granitik kayaçlarda doğaltaş blok üretimi yapılan Ozancık, Ekecik, Yaylak ve Evren ocaklarında blok üretiminde yaşanan ve ticari değerini olumsuz etkileyen jeolojik problemlerin tespiti ve bunun sonucunda üretim verimliliğini etkileyen unsurların çözüm yöntemleri üzerine çalışılmıştır.

Ozancık ve Ekecik sahalarında pirit ve biyotit minerallerinden kaynaklı oksidasyon (paslanma) problemi ticari blok değerini olumsuz etkiler. Saha ve petrografi çalışmaları paslanma probleminin dokanaktan uzaklaştıkça azaldığını göstermiştir.

Yaylak ve Evren sahalarında bulunan granit ocakları K20-40B arası konumlanmış kırıklar tarafından kontrol edilirken bu kırıkların ocak ölçeğinde harita ve modellemeleri gerçekleştirilmiş ve üretim basamaklarının konumları ölçülmüştür. Geçmiş dönemde %20 civarı olan blok üretim verimlilikleri 'Dinamik Üretim Planlamaları' yapılarak %35' e kadar çıkarılmıştır.

Bu çalışmalar kapsamında sahalardan alınan örneklerden zenginleştirilerek Zirkon kristallerinin U-Pb yöntemiyle yaşlandırılması da gerçekleştirilmiştir. Ozancık sahasındaki granitin yaşı 101,7±2,7 My , Ekecik sahasındaki granitin yaşı 82,06±0,78 My ve Yaylak sahasındaki granitin yaşı ise 80,86±0,99 My olarak saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Granit, blok üretimi, yapısal elemanlar, dinamik üretim planlaması.

Abstract

Granite natural stone processing is one of the important industrial raw material resources. Evaluating the resources efficiently in the natural stone sector is of great importance both in terms of the country's economy and environmental awareness.

This study has been carried out to determine the geological problems that negatively affect the commercial value of block production in Ozancık, Ekecik, Yaylak, and Evren quarries, where natural stone blocks are produced in granitic rocks located in the Central Anatolian Crystalline Complex, and the solution methods for the factors that affect production efficiency as a result.

While the oxidation (rust) problem sourced from pyrite and biotite minerals negatively affects the commercial value in Ozancık and Ekecik fields. Field and petrographic studies show that this rust problem decrease away from the contact.

While the granite quarries located in Yaylak and Evren fields are controlled by discontinuities located between N20-40W, maps and models of these discontinuities were carried out at the quarry scale and the locations of the production steps were measured. Block production efficiencies, which were around 20% in the past, were increased to 35% by making 'Dynamic Production Plans'.

Within the scope of these studies, zircon crystals were enriched from samples taken from the fields and dated using the U-Pb method. The age of the granite in the Ozancık field was determined as 101.7±2.7 Ma, the age of the granite in the Ekecik field as 82.06±0.78 Ma and the age of the granite in the Yaylak field as 80.86±0.99 Ma.

Keywords: Granite, block production, structural elements, Dynamic Production Planning

MADEN SAHALARINDAKİ RİSK ANALİZLERİ OTURUMU

Risk Analyses in Mine Sites Session

İsmail CİHAN

Poster Sunumlar/*Poster Presentations*

Metal Madenciliğinde Flotasyon Atıklarının Çimentolu Macunla Geri Doldurulması: Asit Maden Drenajı ve Metal Salınımının Değerlendirilmesi

Backfilling of Flotation Tailings with Cemented Paste in Metal Mining: Evaluation of Acid Mine Drainage and Metal Release

Okan Yüksel (1), Oznur Karaca (1), Tugay Aktaş (2)

(1) Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Çanakkale, Türkiye
(2) Gemar Çevre Ölçüm Ve Analiz Laboratuvarı, Canakkale, Türkiye
(okanyuksel80@gmail.com)

Öz

Düşüncesizce yapılan madencilik faaliyetleri su, toprak, hava kirliliği gibi olumsuz sonuçları doğururken, faaliyetin yapıldığı alan ve yakın coğrafyasında tüm canlıları etkileyecek sorunların ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. Özellikle sülfür minerali bakımından zengin olan madenlerin açılması, işletme ve kapatılması çalışmaları esnasında atmosferik süreçlere maruz kalan bu minerallerin bozulmasından kaynaklanan asit oluşumu, doğal çevrimde kapalı sistemde gerçekleşirken, antropojenik etkilerle açık hale gelmekte ve oluştuğu bölgeyi olumsuz etkilemektedir. Pasa ve atıklarda bulunan sülfürlü mineraller oksijen (hava) ve nem (su) ile temas etmeleri durumunda oksidasyona uğrayarak ortamın asidik karakter kazanmasına ve ağır metal salınımına neden olabilmektedir. Çimentolu Macun Dolgu'nun (ÇMD) sahip olduğu yapısal özelliklerden dolayı pasa ve atığın, nem ve oksijen ile temas etme olanağı kısıtlanmakta, böylece sülfürlü minerallerin oksidasyonu büyük ölçüde yavaşlatılmış olmaktadır.

ÇMD; yeraltı maden ocaklarında cevher üretimi sonucu oluşan boşlukların tavan tahkimatı ve topukların kazanımı amacıyla madencilik faaliyetlerinde zenginleştirme işlemi sonrası açığa çıkan, atığın bir miktar çimento ve benzeri tutucu malzeme ve su ile karıştırılarak yeraltı üretim boşluklarının doldurulması işlemine verilen addır. ÇMD'nin yeraltı üretim boşluklarının tahkimat ve üretim amaçlı kullanılması ile zenginleştirme işlemi sonucu ortaya çıkan atıkların yüzeydeki ayak izinin azaltması da amaçlanmaktadır.

Metaller ve ağır metallerin birçoğu canlıların yaşamı için gerekli karbon, azot ve fosfor kadar önemli nutrientler arasındadır. Ancak, ağır metallerin sucul ortamda yüksek konsantrasyonlarda bulunması, canlılarda oluşturdukları birikicilik, toksisite, kanserojen etkileri nedeni ile en önemli kirleticiler arasında değerlendirilmelerine de sebep olmaktadır. Yeraltı maden ocaklarındaki flotasyon tesisi atıklarından örnek numuneler alınmış ve tüm karışımların asit üretme potansiyeli, metal salınımını belirleyebilmek amacıyla ulusal ve global standartlarda analizlere tabi tutulmuştur.

Faaliyetler sonucunda oluşmuş flotasyon atık numuneleri kullanılarak kabul edilebilir oranlarda reçeteler hazırlanmış olup 28 gün olacak şekilde örneklerin kür süreleri oluşturulmuştur. ÇMD uygulamalarının, asit maden drenajı testleri ve liç testi (metal salınımı) analizleri gerçekleştirilerek karakterize edilmiştir.

Flotasyon atıkları ile gerçekleştirilen "macun dolgu" uygulaması sonrasında, asit maden drenajı test sonuçlarına göre atıkların asit üretmediği, inert sınır değerlerin altında olduğu, fakat liç testi sonuçlarına göre As, Pb, Sb ve Se parametrelerinde inert sınır değerlerinin üzerinde ancak tehlikesiz sınır değerlerin altında olduğu tespit edilmiştir. 28 günlük kürleme süresini tamamlayan örnekler üzerinde gerçekleştirilen liç (çalkalama) testi sonuçlarına göre ÇMD uygulanan örneklerin, işlenmemiş atığa oranla daha az salınım yaptığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ağır metal salınımı, asit maden drenajı, çevresel etki, çimentolu macun dolgu, yeraltı madenciliği

Abstract

Irresponsible mining activities result in consequences such as water, soil, and air pollution, leading to problems that affect all living organisms in and around the area of operation. Especially, the opening, operation, and closure of mines rich in sulfur minerals can cause acid formation due to the degradation of these minerals exposed to atmospheric processes. While this occurs in a closed system in the natural cycle, anthropogenic effects make it an open system, impacting the region where it forms. When exposed to oxygen (air) and moisture (water), sulfurous minerals in waste and tailings undergo oxidation, leading to an acidic environment and the release of heavy metals. Due to the structural properties of Cemented Paste Backfill (CPB), the exposure of wastes and tailings to moisture and oxygen becomes restricted, significantly slowing the oxidation of sulfurous minerals.

CPB refers to filling underground voids created by ore production with a mixture of a certain amount of cement or similar binding material and water, using the waste generated after the enrichment process in mining activities. The use of CPB in underground production voids for reinforcement and production purposes aims to reduce the surface footprint of waste produced from the enrichment process.

Many metals and heavy metals are essential nutrients for living organisms, as important as carbon, nitrogen, and phosphorus. However, heavy metals in high concentrations in aquatic environments, due to their bioaccumulation, toxicity, and carcinogenic effects, make them one of the most important pollutants. Sample specimens were taken from flotation plant tailings in underground mines, and all mixtures were subjected to national and global standard analyses to determine their acid production potential and metal leaching release.

Recipes with acceptable ratios were prepared using flotation waste samples obtained as a result of activities, and the curing times for the samples were set to 28 days. CPB applications were characterized by conducting acid mine drainage tests and leaching tests (metal release) analyses.

After the "paste fill" application performed with flotation tailings, the results of the acid mine drainage test indicated that the tailings did not produce acid and were below inert threshold values. However, according to the leaching test results, it was determined that the values for As, Pb, Sb, and Se were above the inert threshold values but below the hazardous threshold values. Based on the results of the leaching (shaking) test conducted on samples that completed the 28-day curing period, it was found that the samples with the CMD application showed less release compared to the untreated tailings.

Keywords: *Acid mine drainage, cement paste backfill, environmental impact, heavy metal release, underground mining*

METALİK MADEN YATAKLARI OTURUMU

Metallic Ore Deposits Session

Mustafa AKYILDIZ, Nuri CEYHAN, Yılmaz DEMİR, Deniz GÖÇ, Nurullah HANİLÇİ, İlkay KUŞÇU, Tolga OYMAN, Serkan ÖZKÜMÜŞ, Hüseyin ÖZTÜRK, M. Kemal REVAN, Nail YILDIRIM

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

Cevher Petrografisi, Sıvı Kapanım ve In-situ Duraylı Kükürt İzotop Verileri Işığında Söğüt Altın Yatağının Kökeni

Origin of the Söğüt Gold Deposit: Evidence from ore petrography, fluid inclusions, and in-situ stable sulphur isotope data

Ekrem Özcan (1,2), Nurullah Hanilçi (2), Timur Ustaömer (2)

(1) Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi, 06800 Ankara
(2) İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İstanbul
(ekrem.ozcan@mta.gov.tr)

Öz

Türkiye'nin kuzeybatısında yer alan Söğüt (Bilecik) altın yatağı, Geç Triyas döneminde Sakarya Kıtası›nın güney kenarına eklenen ve yüksek basınç metamorfizmasına uğrayan Alt Karakaya Kompleksi içerisinde yer alır. Alt Karakaya Kompleksi okyanusal levha içi türü bazik metatüf, metalav ve bunlar ile arakatkılı metakarbonat ve fillatlardan oluşur. Antik dönemden günümüze kadar farklı dönemlerde madencilik faaliyetlerinin yapıldığı yatak, yaklaşık doğu-batı doğrultulu ve ortalama 70°-80° kuzeye eğimli makaslama zonları içerisinde gelişmiştir. Cevher parajenezi nabit altın, nabit tellür, coloradoit, calaverit, stibnit ve şeelit minerallerinden oluşmaktadır. Cevherleşme zonunda dolomit, ankerit ve siderit mineralleri ile temsil edilen Mg-Fe içeren karbonat alterasyonu görülmektedir.

Ana cevherleşme ile ilişkili karbonat damarlarındaki dolomit minerallerinde yapılan sıvı kapanım çalışmalarında cevherleşmenin oluşumunda etkin olan çözeltilerin CO2 içerdikleri ve 226°C - 342°C arasında değişen homojenleşme sıcaklığı ile %0,42 - %12 NaCl eşdeğeri arasında değişen tuzluluk değerlerine sahip oldukları tespit edilmiştir. Ayrıca, -30°C ile -17,5°C (ortalama -26,5°C) arasındaki ilk buz ergime (Te) değerleri ve CO2 içeren kapanımların -57.3°C Te değeri ile clathrate oluşumu çözelti bileşiminin H2O-NaCl-MgCl2-CO2 olduğuna işaret etmektedir. Mikrotermometrik ve petrografik veriler, Söğüt altın yatağının oluşumunda etkin olan çözeltilerin metamorfik kökenli olduğunu göstermektedir.

Cevher parajenezinde farklı fazlarda pirit oluşumları tespit edilmiş olup bu piritlerden yapılan *in-situ* kararlı kükürt izotop analizlerinde $\delta^{34}S$ değerlerinin; (i) altın kapanımlarını içeren piritlerde ‰-8,64 ile ‰-3,65 arasında, (ii) altın ile ilişkili olmayan geç dönem piritlerinde ise ‰ 11.39 ile ‰ 13.93 arasında olduğu tespit edilmiştir. Kükürt izotop verileri kükürtün tek bir kaynaktan ziyade birkaç kaynaktan (volkanik ve kırıntılı sedimenter kayalar) geldiğine işaret etmektedir. Altın ile ilişkili piritlerde framboidal dokuların bulunmaması ve cevherleşmenin oluştuğu sıcaklık değerleri, termokimyasal kükürt indirgenme işlemlerinin etkin olduğunu göstermektedir.

Karbondioksitçe zengin metamorfik akışkanlar, Alt Karakaya Kompleksi'nde gelişen makaslama zonları boyunca bazik kökenli yankayaç içerisinde hareket etmiş ve önemli mineral reaksiyonlarına neden olmuştur. Yankaya karbonatlaşması sırasında, demir ve magnezyum içeren minerallerin CO2'ce zengin metamorfik-hidrotermal sıvılarla reaksiyonu Fe-Mg içeren karbonatları oluşturmuştur. Bu redoks tepkimeleri gerçekleşirken, metal taşıyan akışkanlarda bulunan H2S gibi kükürt türleri de oksitlenmiş olmalıdır. Bu süreç ile birlikte akışkanların oksidasyon durumu artarken kükürt de izotopik olarak fraksiyonlaşmıştır.

Söğüt altın yatağının tektonik konumu, jeolojik ve mineralojik özellikleri akışkan ve in-situ sülfür izotop verileri, Söğüt altın yatağının orojenik tip altın yatağı olduğunu göstermektedir. Söğüt altın yatağının Sakarya Zonu'nda hangi orojenik süreçte (Kimmeriyen/Alpin) oluştuğu sorusu ise devam etmekte olan jeokronolojik analizler sonucu belirlenebilecektir.

Anahtar Kelimeler: Orojenik tip altın yatağı, Alt-Karakaya Kompleksi, sıvı kapanım, in-situ kükürt izotopu, Söğüt.

Abstract

The Söğüt (Bilecik) gold deposit in northwestern Türkiye is hosted by the Lower Karakaya Complex, which was accreted to the southern margin of the Sakarya Continent during the Late Triassic and underwent high-pressure metamorphism. The Lower Karakaya Complex comprises oceanic, within plate-type, basic metatuffs, metalavas, and intercalated metacarbonates and phyllites. The deposit, mined since antiquity through various historical periods, is developed within east-west trending shear zones that dip approximately 70°–80° to the north. The ore paragenesis includes native gold, native tellurium, coloradoite, calaverite, stibnite, and scheelite. Within the ore zone, Mg-Fe-bearing carbonate alteration is observed, characterized by dolomite, ankerite, and siderite.

Fluid inclusion studies on dolomite minerals from carbonate veins associated with the main mineralization stage reveal that the ore-forming fluids are CO_2-rich, with homogenization temperatures ranging from 226°C to 342°C and salinity values varying between 0.42 and 12 wt.% NaCl equivalent. Furthermore, initial ice melting (Te) temperatures of -30°C to -17.5°C (average -26.5°C) and a Te value of -57.3°C for CO_2-bearing inclusions indicating clathrate formation suggest that the fluid composition is H_2O-NaCl-$MgCl_2$-CO_2. Microthermometric and petrographic data collectively point to a metamorphic origin for the fluids involved in the formation of the Söğüt gold deposit.

Various generations of pyrite have been identified in ore paragenesis, and in-situ sulphur isotope analyses of these pyrites yielded $\delta^{34}S$ values of (i) -8.64‰ to -3.65‰ for pyrites containing gold inclusions and (ii) 11.39‰ to 13.93‰ for late-stage pyrites not associated with gold mineralization. The sulphur isotope data indicate that the sulphur was derived from multiple sources (magmatic and clastic sedimentary rocks). The lack of framboidal textures in gold-associated pyrites and the temperature range of mineralization suggest that thermochemical sulphate reduction processes were the primary mechanisms.

CO_2-rich metamorphic fluids migrated through basic host rocks along shear zones that developed within the Lower Karakaya Complex, triggering significant mineral reactions. During the carbonation of the host rock, Fe- and Mg-bearing minerals reacted with CO_2-rich metamorphic-hydrothermal fluids to form Fe-Mg carbonates. These redox reactions probably led to the oxidation of sulphur species such as H_2S in the metal-bearing fluids. This process increased the oxidation state of the fluids and played a role in the isotopic fractionation of sulphur.

The tectonic setting, geological and mineralogical characteristics, fluid inclusion data, and in-situ sulphur isotope analyses indicate that the Söğüt gold deposit is an orogenic-type gold deposit. Ongoing geochronological studies will clarify whether the Söğüt gold deposit was formed during the Cimmerian or Alpine orogenic event in the Sakarya Zone.

Keywords: *Orogenic type gold deposit, Lower-Karakaya Complex, fluid inclusion, in-situ sulphur isotope, Söğüt.*

Gülkonak Fe-skarn Yatağı ile İlişkili Behrekdağ Granitoyidi'nin Mineral Kimyası (Kırıkkale / Orta Anadolu): Mineralizasyon Sürecine İlişkin Çıkarımlar

Mineral Chemistry of the Behrekdağ Granitoid Associated with the Gülkonak Fe-skarn Deposit (Kırıkkale/ Central Anatolia): Implications for the Mineralization Process

Ayşe Orhan

Nevşehir HBV Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 50300, NEVŞEHİR
(ayse.orhan@nevsehir.edu.tr)

Öz

Demir yatakları ile ilişkili magmatik kayaçlar, manto ergiyiklerince zengin, oksijen fugasitesi yüksek ve epizonal yerleşimli plütonlar olarak tarif edilmiştir. Demir skarn plütonların kimyasal özellikleri kaynak materyalin tanımlaması için yeterli olmasına karşın kabuktaki yüksek ila sığ basınç koşulları altında magma evrimini ortaya çıkarmak için yeterli değildir. Bu nedenle, kıta kabuğunda sığ derinliklerine doğru yerleşmiş plütonların evrimini daha iyi anlamak için bu plütonların fizikokimyasal koşullarının (P–T–*f*O2–H2Osu) bilinmesi gerekir.

Çalışma konusu olan Gülkonak Fe-skarn yatağı Keskin'in yaklaşık 15 km güneyinde yer alır. Demir yatağı Üst Kretase Behrekdağ granitoyidi ile Paleozoik Bozçaldağ mermeri arasındaki dokanakta gelişmiştir. Demir mineralizasyonuna kaynaklık yapan Behrekdağ granitoyidi kuvars-monzonit ve monzonit bileşiminde olup monzonit – monzodiyorit bileşimli bol miktarda mafik mineral anklavlar (MME) içerir. Plüton, skarn dokanağında yoğun albitleşmeye (Ab98) uğramıştır ve demir cevherleşmesi ile arasındaki ilişkiye işaret eder. Gülkonak skarn yatağı piroksen – epidot (Ep68-72) – (granat) endoskarn, manyetitli granat (And72-100) – piroksen (Di60-95) ve sülfit içeren piroksen/epidot (Ep57-60) ekzoskarn zonlama modelini takip eder.

Plütonik kayacın mineral kimyası sonuçlarına göre plajiyoklazlar oligoklaz – andezin, amfiboller magnezyumlu-hastingsit – magnezyumlu-hornblend – aktinolitik hornblend ve biyotitler Fe-Mg-biyotit bileşimindedir. Amfibol bileşimlerine göre, demir mineralizasyonu için iki farklı evre öngörülmüştür. İlk evre, mafik-felsik magmaların karışımı ve Fe'ce zengin ergiyik oluşumudur. İkinci evre ise silikat ergiyikten Fe'ce zengin sıvının çözünmesi ve Fe-liç süreçleri ile Fe'ce zenginleştirme olayları olarak tanımlanabilir. İlk evrede, magma nispeten yüksek-basınç (132–203 MPa) ve sıcaklık (804–860°C), ergiyikte orta-yüksek *f*O2 (-13,60 ila -12,20 bar) ve su içeriği (%3,4–4,6) koşullarını gösterir. İkinci evre nispeten düşük-basınç (44–45 MPa) ve sıcaklıklarda (732–736°C) yükselen *f*O2 (-14,29 ila -14,17 bar) koşullarında gelişmiştir. Fe açısından zengin magmanın sığ seviyeye yerleştiği ve karbonat yan kayasıyla etkileşime girdiği ikinci evre, Gülkonak skarn yatağındaki Fe mineralizasyonu için önemli bir rol oynamıştır. Albitleşmeyle oluşan Na açısından zengin sıvı, minerallerden Fe'in liç edilmesi ve aynı zamanda Fe-Mg içeren fazların uzaklaştırılmasında etkili olmuştur. Ayrıca, yüksek-*f*O2'li cevher oluşturan sıvılar skarn minerallerinin kimyasını etkilemiştir ve yüksek-Fe granat ve düşük-Fe pirokseni oluşturmuştur.

Bu çalışma Nevşehir HBV Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından (NEÜBBAP20F7) desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Behrekdağ granitoyidi, Gülkonak Fe yatağı, Fizikokimyasal koşullar, Mineral kimyası.

Abstract

Magmatic rocks associated with iron deposits are described as plutons rich in mantle melts, with high oxygen fugacity and epizonal-emplacement. Although the chemical properties of iron skarn plutons are sufficient to identify the source material, they are not sufficient to reveal the magma evolution under high to shallow pressure conditions in the crust. Therefore, to better understand the evolution of plutons emplaced at shallow depths in the continental crust, the physicochemical conditions (P–T–ƒO2–H2Owater) of these plutons need to be known.

The Gülkonak Fe-skarn deposit is located approximately 15 km south of Keskin. The skarn deposit is formed at the contact between the Upper Cretaceous Behrekdağ granitoid and the Paleozoic Bozçaldağ marble. The Behrekdağ granitoid, which is the source of iron mineralization, is quartz-monzonite and monzonite in composition and contains abundant mafic mineral enclaves (MME) with monzonite–monzodiorite composition. The pluton has undergone intense albitization (Ab98) at the skarn contact, indicating a relationship with iron mineralization. The Gülkonak skarn deposit follows the zoning pattern of pyroxene – epidote (Ep68-72) – (garnet) endoskarn, magnetite garnet (And72-100) – pyroxene (Di60-95) and sulfide-bearing pyroxene/epidote (Ep57-60) exoskarn.

Results of mineral chemistry of the pluton reveal that plagioclases are oligoclase – andezine, amphiboles are magnesio-hastingsite – magnesio-hornblende – actinolitic hornblende and biotites are Fe-Mg-biotite in compositions. According to the amphibole compositions, two different stages are predicted for iron mineralization. The first stage is the mixture of mafic-felsic magmas and the formation of Fe-rich melt. The second stage can be defined as the dissolution of Fe-rich liquid from silicate melt and Fe enrichment events via Fe-leaching processes. In the first stage, the magma exhibits relatively high-pressure (132–203 MPa) and temperature (804–860°C), moderate-high ƒO2 (-13.60 to -12.20 bars) and water content (3.4–4.6 wt.%) in the melt. The second stage developed at relatively low-pressure (44–45 MPa) and temperatures (732–736°C) with rising ƒO2 (-14.29 to -14.17 bars) conditions. The second stage, which Fe-enriched magma was emplaced at shallow level and interacted with the carbonate wall rock, played an important role for Fe mineralization in the Gülkonak skarn deposit. The Na-rich liquid formed by albitization was effective in leaching Fe from minerals and also in removing Fe-Mg containing phases. Also, high-ƒO2 ore-forming fluids affected the chemistry of skarn minerals and formed high-Fe garnet and low-Fe pyroxene.

This study was supported by the Scientific Research Project Unit of Nevşehir HBV University (NEUBBAP20F7).

Keywords: *Behrekdağ granitoid,* Gülkonak Fe deposit, *Physicochemical conditions, Mineral chemistry.*

Kayrakkeşli (Mersin) Bölgesi Kromititlerinin Petrografisi ve Jeokimyası

Petrography And Geochemistry Of Chromitites In The Kayrakkeşli (Mersin) Region

Hüseyin Çakan (1), Utku Bağcı (2)

(1)Hayri Öğelman Madencilik San. Tic. A.Ş. Bursa Yolu 6. km, 16770 Harmancık/Bursa/Türkiye
(2) Mersin Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Çiftlikköy Kampusu, 33343 Mersin/Türkiye
(huscakan@hotmail.com)

Öz

Silifke O32 b2 paftasında, 20 km²'lik bir alanı kapsayan çalışma alanında Üst Kretase Fındıkpınarı Karışığı, Üst Kretase Mersin Ofiyoliti, Alt-Orta Miyosen Kaplankaya ve Karaisalı Formasyonları gözlenmektedir. Çalışma alanındaki Mersin Ofiyoliti birimleri, manto peridotitleri (dünit, harzburjit, serpantinit) ve bunları kesen diyabaz dayklarla temsil edilmektedir. Jeokimyasal analizler, tektonitlerin yitim zonu kaynaklı tüketilmiş kalıntı peridotit özelliklerini taşıdığını göstermektedir. Kromititler saçınımlı, bantlı ve masif yapıda olup, Cr2O3 tenörü %28,13-56,97 arasında değişmektedir ve Alpin tip kromit yataklarıyla benzerlik göstermektedir. Cevher mikroskobisinde kromitlerin kataklastik ve çek-ayır dokuları sundukları izlenmiş, kesitlerde manyetitleşme ve millerit (Nikel Sülfür) minerali varlığı tespit edilmiştir. Jeolojik veriler, kromititlerin ve tektonitlerin yay önü (fore-arc) tektonik ortamında oluştuğunu işaret etmektedir. Açık ocak madencilik faaliyetlerinde, kromititlerin izole dayklarla kontak halinde olduğu, bu kromititlerin yüksek tenörlü ve ince kristalli olduğu belirlenmiştir. Dayklardaki ana oksitler (SiO2, Al2O3 ve Fe2O3) ile iz elementler (Ba, Sr, Y, Se) içerikleri açısından farklılıklar saptanmıştır. Sondaj verileri sonucunda 250.326 ton %12,52 tenörlü Cr2O3 ölçülmüş maden kaynağı tahmini yapılmıştır.

Bu araştırma (2023-2-TP2-4935) proje kapsamında Mersin Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi tarafından desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ofiyolit, Peridotit, Kromitit, Petrografi, Jeokimya, Mersin

Abstract

In the Silifke O32 b2 sheet, the study area covering 20 km² includes the Upper Cretaceous Fındıkpınarı Mélange, the Upper Cretaceous Mersin Ophiolite, and the Lower-Middle Miocene *Kaplankaya and Karaisalı Formations. The Mersin Ophiolite units in the study area are represented by mantle peridotites (dunite, harzburgite, serpentinite) and diabase dykes cutting through them. Geochemical analyses indicate that the tectonites exhibit characteristics of depleted residual peridotites associated with subduction zones. Chromitites are observed in disseminated, banded, and massive forms, with Cr2O3 grades ranging from 28.13 % to 56.97 %, showing similarities to Alpine-type chromite deposits. Ore microscopy revealed that chromites exhibit cataclastic and pull-apart textures, with magnetization and the presence of millerite (nickel sulfide) identified in the sections. Geological data suggest that the chromitites and tectonites formed in a fore-arc tectonic setting associated with subduction zones. In open-pit mining activities, chromitites were found to be in contact with isolated dykes, characterized by high-grade and fine-crystalline structures. Differences were identified in the major oxides (SiO2, Al2O3 ve Fe2O3) and trace elements (Ba, Sr, Y, Se) in the dykes. As a result of the drilling data, 250,326 tons of 12.52% grade Cr2O3 was estimated as measured mineral resource.*

This research is supported by the Mersin University Scientific Research Project 2023-2-TP2-4935).

Keywords: *Ophiolite, Peridotite, Chromitite, Petrography, Geochemistry, Mersin*

ÇED Yönetmeliklerinde Metalik Madenlerin Yeri ve Önemi

Place and Importance of Metallic Mines in EIA Regulations

Nusret Güngör (1), Ali Koray Özdoğan (2)

(1) Jeoloji Yük. Mühendisi, ETKB(Emekli)
(2) Kütahya Valiliği İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü
(nsrtgungor@hotmail.com)

Öz

Global, bölgesel ve ulusal çevresel hususlarda karşılaşılan problemlerin çözümüne yönelik ulusal ve uluslararası politikalar, mevzuatlar, düzenlenen ortaklık anlaşmaları, sözleşmeler, direktifler ve yönergeler çevrenin korunmasına dair yöntem ve amaçlanan hedefleri belirlemektedir. Tüm çalışmalarda, ekonomik olarak faaliyetlerin yararı ve çevresel etkinliğinin yanında sürdürülebilir ekonomik kalkınma ilkesi ile sürecin uzun dönem etkinliği esas alınmaktadır. Bu değerlendirmelerde, çevre ile ilgili hedeflerin oluşturulmasında katılım hakkı esas alınmakta olup, madencilik ile ilgili tüm faaliyetlerin yapılacağı yöre halkının da önceden görüşleri, konu ile ilgili olarak önerileri faaliyet yürütücüsü tüm paydaşlar tarafından değerlendirmeye alınarak ve nihai kararda göz önünde bulundurulmaktadır. Çevre sorunlarını işletmecilikte faaliyetlere başlanılmadan önce etkin şekilde değerlendiren uygulama Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) Yönetmeliğidir.

ÇED, madencilikte çevre ile ilgili olarak sebep-sonuç ilişkisi dahilinde faaliyetin yapılacağı bölge/alana yönelik genel ve işletilmesi planlanan madenin işleme sürecine göre özel tedbirleri ve çevreyi kirletmeden korumayı öngörür. Faaliyete konu proje ile ilgili yöre halkının görüşlerini öncelikli dikkate alarak demokratik katılımı hakkını esas almaktadır. Henüz faaliyetlere başlanılmadan karşılaşılabilecek sorunlara dair çözüm önerileri getirmekte bu bağlamda önleyici/koruyucu pro-aktif bir yaklaşım sergilenmesine imkân tanımaktadır. Artıklar konusunda döngüsel ekonomi/en az artık üretme/sıfır artık konseptini benimsemektedir. ÇED bir mülkiyet izni veya nihai bir izin değildir. ÇED, bir taahhüttür ve mevcut veri ve bilgiler ışığında bir ön kestirimdir. ÇED muasır medeniyetlere özgü modern bir uygulama ve süreçtir. Bilim ve tekniği esas alarak çevre için yatırımın temel taşlarındandır. ÇED, çevre yönetim sürecinde olası durumlarda önlem alabilmek için en etkin temel dayanak ve işletmeci için bir plan olarak görülmektedir. Maden işletme faaliyetlerinde, alternatif alanın olmadığı göz önünde bulundurulduğunda teknolojik gelişmeler, bilim, teknik ve ilgili mevzuat çerçevesinde alınacak önlemler ve taahhütler önem arz etmektedir.

Çevre mevzuatının özellikle de ÇED yönetmeliklerinin dinamikliği ve 1993 yılından bugüne kadar ağırlıklı ve kısmi olarak yirmi üç kez değişmiş olması metalik madenlerin ÇED yönetmeliklerine göre değerlendirilmesinde yıllara göre bazı farklılıklar yaratmaktadır. Metalik madenlerin cinsine, özniteliğine, üretim yöntemine, tesis kapasitesine, yıllık üretim miktarına ve işletme faaliyetinde bulunduğu konuma göre çevresel değerlendirmenin kriterleri değişmektedir. Ayrıca ÇED değerlendirmesi sürecinde taahhütler ve alınacak tedbirler, cevheri kazanmaya yönelik zenginleştirme süreci önem arz etmektedir. ÇED yönetmeliklerinin nihai karar sonrasında da tartışmalara konu olan madencilik faaliyetlerinin çoğunluğunun metalik madenler ile ilgilidir. Sektör paydaşlarının ÇED konusunda farkındalığının sürekli ve pro-aktif yaklaşımda olması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Çevre, metalik madenler, toplumsal bakış.

Abstract

National and international policies, legislations, partnership agreements, conventions, contracts, directives and guidelines for the solution of problems encountered in global, regional and national environmental issues determine the methods and intended objectives for the protection of the environment. In all activities, in addition to the economic benefit and environmental efficiency of the activities, the principle of sustainable economic development and the long-term efficiency of the process are taken as basis. In these evaluations, the right to participation is taken as a basis in the establishment of environmental targets, and the opinions of the local people where all activities related to mining will be carried out in advance and their suggestions on the subject are taken into consideration by all stakeholders carrying out the activity and taken into consideration in the final decision. The Environmental Impact Assessment (EIA) Regulation is the practice that effectively evaluates environmental issues before the start of operations.

EIA envisages general measures for the region/area where the activity will be carried out within the cause-effect relationship in relation to the environment in mining and special measures according to the processing process of the mine planned to be operated and to protect the environment without polluting it. It is based on the right to democratic participation by prioritizing the opinions of the local people regarding the project subject to the activity. It proposes solutions to the problems that may be encountered before the start of the activities and in this context, it enables a preventive / protective pro-active approach. It adopts the concept of circular economy/least residual production/zero residuals. EIA is not a property permit or a final authorization. EIA is a commitment and a prediction in the light of available data and information. EIA is a modern practice and process specific to contemporary civilizations. It is one of the cornerstones of investment for the environment based on science and technique. EIA is seen as the most effective basis for taking precautions in possible situations in the environmental management process and as a plan for the operator. Considering that there is no alternative area in mining activities, the measures and commitments to be taken within the framework of technological developments, science, technique and relevant legislation are important.

The dynamism of the environmental legislation, especially the EIA regulations, and the fact that they have been changed twenty-three times, mainly and partially, since 1993 creates some differences in the evaluation of metallic mines according to the EIA regulations. The criteria of environmental assessment vary according to the type, attribute, production method, plant capacity, annual production amount and location of metallic mines. In addition, commitments and measures to be taken in the EIA assessment process and the beneficiation process to recover the ore are important. Most of the mining activities that are subject to discussions after the final decision of the EIA regulations are related to metallic mines. Awareness of sector stakeholders on EIA should be continuous and pro-active.

Keywords: *Environment, metallic mines, social view.*

Asir Bölgesindeki (Suudi Arabistan Krallığı) Orojenik Altın ve VMS Yataklarına Genel Bir Bakış

An Overview of Orogenic Gold and VMS Deposits in the Asir Region (Kingdom of Saudi Arabia)

Elif Tekin Alagül (1), Behzat Ersen Şahindur (2), İsmail Çakıcı (3), Recep Yaşar (1), Özcan Dumanlılar (1), Akhil Kumar (1), Regino Alex Carranza (1), Dwight Jether G.Lo (1), Mohammed Hamad Al Numeis (1), Abdullah Al Zahrani (1)

(1) Al Masane Al Kobra Mining Company
(2) Türkerler Holding
(3) Türkiye Maden A.Ş.
(ealagul@amak.com.sa)

Öz

Asir bölgesi, Arabian-Nubian Kalkanı'nın bir parçası olup, Suudi Arabistan'ın güneybatısında ve Yemen'in batısında yer almaktadır. Bu bölge, Proterozoik yaşlı metamorfize olmuş volkanik, sedimenter ve plutonik kayaçlardan oluşan ada yayı ürünlerinden meydana gelmektedir. Bölgedeki başlıca cevher tipleri/türleri, orojenik altın ve volkanojenik masif sülfitler (VMS) olarak sıralanabilir. Altın, bu bölgeden 5,500 yıldan fazla bir süredir çıkarılmaktadır.

Sinjenetik VMS Cu-Zn-(±Au) cevherleri, genellikle bimodal volkanik özellikler gösteren yay ile ilişkili volkano-sedimanter havzalarda yer almaktadır. Bu yatakların mekansal dağılımları, çevre kayaç litolojilerinin yönelim eğilimlerini takip etmektedir.

Bölgedeki orojenik altın (Au) mineralizasyonları, özellikle süturlara paralel olarak uzanan NS yönlü yırtılma ve fay zonlarında yer almaktadır. Bu mineralizasyonlar, genellikle yeşil şist fasiyesinin ileri evresinde veya sonrasında meydana gelen hidrotermal akışkanların etkisiyle oluşmuştur. Bu hidrotermal akışkanlar, altını kaynak kayaçlardan yeniden hareket ettirerek altın içeren kuvars-karbonat- (±sülfür) damarlarının oluşumuna yol açmıştır. Arsenopirit, pirit ve pirotin bu bölgedeki baskın sülfür mineralleridir. W, Bi ve Te elementleri, altın ile güçlü olmasa da pozitif bir korelasyon göstermektedir. Alterasyon yoğunluğu, genişliği ve bileşimi, ana kayaç ve tektonizma yoğunluğuna bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Alterasyon mineralleri arasında karbonatlar, muskovit, klorit, kısmen K-feldispat, biyotit, turmalin ve albit yer almaktadır.

VMS Cu-Zn-(±Au) yatakları, oluşumlarının ardından bölgesel metamorfizma ve/veya post-oluşum hidrotermal/metamorfik etkilere maruz kalmıştır. VMS yataklarının oluşumundan sonra gelişen orojenik altın (Au) oluşumları, genellikle VMS yataklara paralel konumda ve aynı litolojik topluluk içerisinde yer almaktadır.

Anahtar Kelimeler: Arap Kalkanı, Asir bölgesi, Metamorfizma, Orejenik Au, VMS.

Abstract

The Asir terrane, part of the Arabian-Nubian Shield, is located in the southwest of Saudi Arabia and the west of Yemen. This terrane consists of island arc products made up of Proterozoic-aged metamorphosed volcanic, sedimentary, and plutonic rocks. The primary ore categories in the region include orogenic gold and volcanogenic massive sulfides (VMS). Gold has been mined from this region for over 5,500 years.

Syngenetic VMS Cu-Zn-(±Au) ores are typically found in arc-related volcano-sedimentary basins that exhibit bimodal volcanic characteristics. The spatial distribution of these deposits follows the orientation trends of the host lithologies.

Orogenic gold (Au) mineralization in the region is primarily located along NS-trending shear and fault zones, especially those parallel to sutures. These orogenic Au mineralization types are generally formed under the influence of hydrothermal fluids during or after metamorphism in the greenschist facies. These hydrothermal fluids mobilize gold from the source rocks, leading to the formation of goldbearing quartz-carbonate-(±sulfide) veins. Arsenopyrite, pyrite, and pyrrhotite are the dominant sulfide minerals in the region. While the elements W, Bi, and Te show a positive correlation with gold, this correlation is not strong. The intensity, width, and composition of alteration vary depending on the host rock and the intensity of tectonism. Alteration minerals include carbonates, muscovite, chlorite, and partially K-feldspar, biotite, tourmaline, and albite.

VMS Cu-Zn-(±Au) deposits have been subjected to regional metamorphism and/or post-formation hydrothermal/metamorphic effects after their formation. Orogenic gold (Au) formations that developed after the VMS deposits are typically located parallel to the VMS deposits and within the same lithological assemblage.

Keywords: *Arabian Shield, Asir terrane, Metamorphism, Orogenic Au, VMS.*

Malatya Pütürge-Kayadere Bakır-Altın Cevherleşmesine Yönelik İlksel Bulgular

Preliminary Findings for Malatya Pütürge-Kayadere Copper-Gold Mineralization

Yusuf Tombaktepe (1), Yılmaz Demir (2), Mehmet Saatçi (1), Avni Taptık (3), Harun Kurt (1), Tanju Karabulut (1), Cüneyt Şen (4)

(1) Assemcorp Elektronik A.Ş., Yukarı Dudullu Miras Sok. No:25, Ümraniye, İstanbul, Türkiye
(2) Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Rize, Türkiye
(3) Anatolian Müh. Tic. Ltd. Şti. Reşatbey Mah.Gazeteci Sinan Tanyıldız Sk.Bağdaş Apt.14/2 Seyhan, Adana, Türkiye
(4) Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Trabzon, Türkiye
(yusuf.tombaktepe@assemcorp.com)

Öz

Malatya-Pütürge çevresinde temel kayaları amfibolit şist, gnays, mikaşit, metapellit, metakuvarsit ve mermerden oluşan Paleozoyik yaşlı Pütürge Napı (metamorfitleri) ve düşük dereceli metamorfitlerden oluşan Geç Devoniyen-Geç Kretase yaşlı Bodrum Napı (Malatya metamorfitleri) oluşturmaktadır. Pütürge Napı yastık yapılı bazaltik lav akıntısı, pelajik kireçtaşı, çört ve çamurtaşından oluşan Orta Triyas-Geç Kretase yaşlı Koçali Karmaşığı üzerine tektonik dokanaklı olarak gelmektedir. Bu birimler Orta Eosen-Miyosen aralığında çökelmiş kırıntılı ve karbonatlı kayalar tarafından açısal uyumsuz olarak örtülmektedir. Bitlis-Zagros Sütur Zonu'nun (BZSZ) güneyinde ise Pütürge Napı, GD Anadolu Otokton kayalarına ait örtü çökellerini tektonik dokanaklı olarak üzerlemektedir.

Koçali Karmaşığında bindirme hattının doğrultusuna paralel olarak bulunan yaklaşık 1000x100m boyutlarındaki cevherli zon pirit ve kalkopirit saçınımlarıyla karakteristiktir. Bu cevherli zon içerisinde ve etrafında bulunan diyabaz dayklarının yakın çevresinde pirit ve kalkopirit yoğunluğu artmaktadır. Sahada bulunan D-B uzanımlı ters faylar, yaklaşık KB-GD gidişli ikincil faylar tarafından kesilmektedir. Bu fayların makaslama zonlarında yapılan sondajlı aramalarda anomali veren Cu-Au-Zn değerleri tespit edilmiştir. Sondajlardan derlenen örneklerde yapılan jeokimyasal analizlerde en yüksek 5,1 ppm Au, 24.100 ppm Cu ile birlikte 9.100 ppm Zn değerleri elde edilmiştir.

Cevher örneklerinde makro olarak saçınımlı, damar tip ve breş dolgusu yapılar yaygındır. Saçınımlı cevherde öz şekilli piritlere yer yer kalkopiritler eşlik etmektedir. Kuvars ve kalsit damarları boyunca yoğun kırılmaya uğramış iri kristalli piritler kataklastik doku göstermektedir. Piritler, kırıkları boyunca kalkopirit ve sfalerit tarafından ornatılmıştır. Breş dolgusu cevher yapısında ise breş parçalarının arasını dolduran cevherde yoğun kırılmaya uğramış iri kristalli piritlerin kırıklar boyunca kalkopirit ve sfalerit tarafından yoğun bir şekilde ornatıldığı gözlenmiştir. Damarlar boyunca gözlenen kalsitlerde bulunan sıvı kapanımların tamamı iki fazlı olup, bir kısmı sıvı, diğer kısmı ise gaz bakımından zengindir. Birinci gruptaki kapanımların homojenleşme sıcaklıkları 118 ile 242 °C, ikinci gruptakilerin ise 304 ile 387 °C arasında ölçülmüştür. Her iki grup kapanımların tuzlulukları benzer olup ağ.% 0,18 ile ağ.% 4,94 NaCl eşdeğeri arasında hesaplanmıştır.

Cevherli zonun yan kayaç ilişkisi ve alterasyon zonunun geometrik yapısı VMS tipi bir cevherleşmeye işaret etmektedir. Ancak cevherleşmelerin makaslama zonları boyunca yoğunlaşması ve bu zonlarda gözlenen breşik ve damar tip cevher yapılarında yoğun kataklastik dokuların gelişmesi tektonik kontrollerin cevher oluşumunda etkili olabileceğini düşündürmektedir. Sıvı kapanımlarda ölçülen 242 °C'nin altındaki düşük homojenleşme sıcaklıkları ve ağ.% 4.94 NaCl'nin altındaki tuzluluk değerleri VMS tipi bir cevherleşmeye işaret ederken, 387 °C'ye ulaşan yüksek homojenleşme sıcaklıkları tektonik kontrollü epijenetik bir oluşumla ilişkilendirilmiştir. Makaslama zonları boyunca gözlenen diyabaz dayklarının cevherleşme ile olan ilişkisi ise henüz netlik kazanmamıştır.

Anahtar Kelimeler: Au-Cu-Zn cevherleşmesi, Malatya Pütürge Kayadere, VMS

Abstract

The basement rocks around the Malatya-Pütürge field are the Paleozoic Pütürge Nappe (metamorphites) consisting of amphibolite schist, gneiss, mica, metapellite, metaquartzite and marble, and the Late Devonian-Late Cretaceous Bodrum Nappe (Malatya metamorphites) consisting of low-grade metamorphites. The Pütürge Nappe overlies the Middle Triassic-Late Cretaceous Koçali Complex, which consists of pillow-structured basaltic lava flows, pelagic limestone, chert and mudstone, with tectonic contact. These units are overlain with an angular unconformity by clastic and carbonate rocks deposited in the Middle Eocene-Miocene interval. In the south of the Bitlis-Zagros Suture Zone (BZSZ), the Pütürge Nappe overlies the cover sediments of the SE Anatolian autochthonous rocks with tectonic contact.

The approximately 1000x100m ore zone developed parallel to the thrust fault in the Koçali Complex is characterized by pyrite and chalcopyrite disseminations. Pyrite and chalcopyrite concentrations increase in and around the diabase dykes in the mineralized zone. The EW trending reverse faults in the area are cut by NW-SE trending secondary faults. Anomalous Cu-Au-Zn values were detected in holes drilled in the shear zones of these faults. The samples from the drill holes were assayed for geochemical analysis. The highest values were 5,1 ppm Au, 24.100 ppm Cu and 9.100 ppm Zn.

Disseminated, vein-like and breccia-filling structures are widespread in the ore samples. The chalcopyrites in the disseminated ores are accompanied by euhedral pyrites. Coarsely crystalline pyrites, which are strongly fractured along quartz and calcite veins, have a cataclastic texture. Along the fractures, the pyrites are replaced by chalcopyrite and sphalerite. In the breccia-filling ore structure, it was observed that the ore filling between the breccia fragments is strongly fractured and the coarse crystalline pyrites are intensely replaced by chalcopyrite and sphalerite along the fractures. All of the fluid inclusions in the calcite observed along the veins are two-phase, some of them are liquid and the others are gas-rich. The homogenization temperatures of the fluid inclusions in the first group were measured between 118 and 242 °C and those in the second group between 304 and 387 °C. The salinities of both groups of inclusions are similar and range between 0.18 wt. % and 4.94 wt. % NaCl equivalent.

The relationship between the ore-bearing zone and the host rock, and the geometric structure of the alteration zone indicate a VMS-type mineralization. However, the increase in ore minerals along the shear zones and the development of intense cataclastic textures in breccia and vein type ore structures observed in these zones suggest that tectonic controls may be effective in ore formation. Low homogenization temperatures below 242 °C and salinity values below 4.94 wt.% NaCl equ. measured in fluid inclusions indicate VMS-type mineralization, while high homogenization temperatures reaching up to 387 °C are associated with tectonically controlled epigenetic formation. The link between the diabase dykes observed along the shear zones and mineralization is still unclear.

Keywords: *Au-Cu-Zn mineralization, Malatya Pütürge Kayadere, VMS*

Derin Oluşumlu Cevherleşmeler İçin Yeni Bölgesel Arama Stratejileri: Fındıklı Au-Cu Porfiri Cevherleşmesi Örneği (İvrindi, Balıkesir)

New Methods of Regional Exploration for Deep-Seated Mineralizations: A Case Study of Fındıklı Au-Cu Porphyry Mineralization (İvrindi, Balıkesir)

Soner Batuhan Morca (1), Hakan Eğri (1), Ramazan Sarı (1)

(1) Türkiye Maden Ankara Ofisi Beştepe Mah. 32. Cadde No:1 Ankara, Türkiye (sonerbatuhan.morca@tvf.com.tr)

Öz

Çalışma alanı, Türkiye'nin en önemli metalojenik provenslerinden olan Biga Yarımadası güneydoğusunda Sakarya Zonu içerisinde Balıkesir ili İvrindi ilçesinin 10 km doğusunda yer almaktadır. Fındıklı bölgesi, Permiyen yaşlı hafif metamorfizma geçirmiş metamorfik temel üzerinde gelişmiş Tersiyer (Geç Oligosen) yaşlı karmaşık volkanik kayaçlardan oluşmaktadır. Bölgedeki porfiri Au-Cu cevherleşmesi granodiyoritten, diyorit porfiri ve monzodiyorite değişen bileşimdeki kayaçlar içerisinde stok ve dayklar şeklinde ağsı damarcıklar ve saçınım şeklinde gelişmiştir. Cevherleşmenin çoğunlukla fillik ve potassik altere zon içerisinde ağsal damarlar ve saçınım halde olduğu belirlenmiştir. Ana cevher mineralleri, bolluk sırasına göre pirit, manyetit, kalkopirit, kalkozin-kovellin, bornit, sfalerit ve molibdenitten oluşmaktadır. Saha gözlemleri ile XRD ve el spektrometresi ile desteklenen analiz sonuçlarına göre cevherleşmeye ev sahipliği yapan hidrotermal alterasyonlar dıştan içe doğru şu şekilde tanımlanmıştır: klorit, epidot, aktinolit ve smektit içeren propilitik alterasyon; kaolinit, illit ve montmorillonit içeren arjilik alterasyon; dikit, alünit-profillit içeren ileri arjilik alterasyon ve muskovit-fengit ve paragonit ile ilişkili fillik alterasyon. En iç zonunda ise potasyum feldspat, manyetit ve ikincil biyotit açısından zengin potasik alterasyon bulunmaktadır. Bu çalışmada kapsamında, derin mineralizasyonları gösterebilecek spektral Na-Alunit değerleri ve yüksek sıcaklık ortamlarını temsil eden serizit ve kaolinit kristalleşme dereceleri incelenmiş ve bu anomalilerin Au-Cu porfiri mineralizasyonlarıyla ilişkili olduğu belirlenmiştir. Cevherleşme yakınındaki epidot jeokimyasında artan Cu, Mo ve Sn konsantrasyonları ile azalan As, Sb ve Pb konsantrasyonları porfiri mineralizasyonunun verimliliğini değerlendirmek ve merkezlerini belirlemek için etkili araçlar olarak kullanılmıştır. Epidot ve kloritçe yoğun zonlarda Ti/Sr oranının 50 ve üzeri olduğu ve bu zonlarla birlikte Cu, Mo ve Au değerlerinin de korele olduğu belirlenmiştir. Uzak zonları temsil eden iz sürücü elementler olarak As, Sb, Pb, Zn ve Mn önemli anomali değerleri göstermektedir. Manyetik anomaliler, intrüzif ve skarn/porfiri altın anomalileriyle de örtüşmektedir. Benzer yöntemlerin metalojenik provensler içerisinde uygulanabilmesi birçok gömülü türde epitermal/porfiri vb. cevherleşmelerin gelecekte bulunabilmesine imkan sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Arama stratejileri, derin oluşumlu cevherleşme, epidot jeokimyası, manyetik, na-alunit, terraspec.

Abstract

The study area is located 10 km east of Ivrindi district of Balıkesir province, within Sakarya Zone, in the southeast of the Biga Peninsula, one of the most important metallogenic provinces of Turkey. The Fındıklı *area consists of a complex Tertiary (Late Oligocene) volcanic structure on a slighltly metamophosed basement of Permian Age. Porphyry Au-Cu mineralization at Fındıklı consists of stockwork veinlets and disseminations hosted in stocks and dikes ranging in composition from granodiorite to diorite porphyry and monzodiorite. The mineralization is associated with the potassic and phyllic alteration assemblages. The main ore minerals, in order of abundance, are pyrite, chalcopyrite, chalcocite-covellite, bornite, sphalerite and molybdenite. Field observations supported by XRD and Terraspec results indicate zoned hydrothermal alteration hosts the mineralization are distributed from periphery to core as follows: propylitic alteration consisting of chlorite, epidote, actinolite, and smectite; argillic alteration including kaolinite, illite, and montmorillonite; advanced argillic alteration with dickite, alunite-prophyllite; and phyllic alteration associated with muscovite-phengite and paragonite. In the innermost zone, potassic alteration rich in potassium feldspar and secondary biotite has been defined. Within the scope of this study, Na-Alunite spectral peak values represents deeper zones and the degree of the crystallization of white mica and kaolinite indicates high temperature environments are correlated with Au-Cu porphyry mineralization. The systematic increasing concentrations of Cu, Mo and Sn and decreasing of As, Sb and Pb in epidote near mineralization are utilized to evaluate the fertility of porphyry mineralization and determined to center of the mineralization. Epidote and chlorite rich zones with Ti/Sr ≥ 50 ratio are correlated with Cu, Mo and Au anomalies. As, Sb, Pb and Zn are the distal pathfinder elements forming crucial anomalies in the outer zones. Magnetic anomalies overlap with intrusion and skarn/porphyry type Au anomalies. It is possible to discover deeper epithermal or porphyry mineralizations in the future in case of applying similar methods on metallogenic provinces.*

Keywords: *Deep-seated mineralization, exploration strategies, epidote geochemistry, magnetic, na-alunite, terraspec .*

Pelitik-Mafik Tip Karaburun Cu-Zn±Co Cevherleşmesinin Petrojenezi, Jeokronolojisi ve İzotop Sistematikleri, Orta Pontidler (Boyabat/Sinop)

Petrogenesis, Geochronology and Isotope Systematics of the Pelitic-Mafic Type Cu-Zn±Co Karaburun Mineralization, Central Pontides (Boyabat/Sinop)

Buğra Çavdar (1), Kurtuluş Günay (2), Halim Mutlu (3), Cahit Dönmez (1)

(1) Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığı, 06530, Ankara, Türkiye
(2) Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Marmara Bölge Müdürlüğü, 41780, Kocaeli, Türkiye
(3) Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, 06830, Ankara, Türkiye
(bugra.cavdar@mta.gov.tr)

Öz

Anadolu, Doğu Pontidler, Bitlis-Zagros Kenet Kuşağı ve Orta Pontidler'de yer alan volkanojenik masif sülfid (VMS) yataklarına ev sahipliği yapmaktadır. Bunlar arasında, Orta Pontidler'de yeni keşfedilen Karaburun Cu-Zn±Co cevherleşmesi, ortalama %1,16 Cu, %0,25 Zn, %0,05 Co içeriği ve yaklaşık 125 milyon tonluk çıkarsanmış kaynağı ile Türkiye›deki en büyük VMS cevherleşmesi olarak öne çıkmaktadır. Cevherleşme, Orta Pontidler Orojenik Kuşağı'nın tektonik bir parçası olan Çangaldağ Metamorfik Kompleksi'nin düşük dereceli yeşilşist metamorfik kayaçları içinde yer almakta ve volkanoklastik, klastik detrital sedimanter kayaçlar ve derin deniz sedimanları ile bunları kesen deniz tabanı altı mafik daykları ve/veya sillerle ilişkilidir. Cevherli seviyeler saçınımlı, bantlı, piritli klastik, yarı-masif ve masif sülfid dokulara sahiptir. Birincil cevher mineralleri pirit, kalkopirit, sfalerit, manyetit ve eser miktarda galendir.

Cevherleşme ile ilişkili volkanik kayaçlar, yay gerisi ortamda, dalma-batma bileşeniyle zenginleşmiş, tükenmiş MORB manto kökenli toleyitik ve sub-alkalin bazaltlardır. Karaburun cevherleşmesine ait piritlerin Re-Os izokron yaşı 163,6±7,1 My (Orta ve Geç Jura) olarak tespit edilmiş olup cevherleşmenin bu oluşum yaşı Orta Pontidler'deki okyanus içi ortamın volkanik aktiviteleriyle uyumluluğuna işaret etmektedir. Pirit örneklerinin δ34S değerleri ‰3,07 ile ‰5,10 (n= 20; Ort. ‰4,42) arasında dar bir aralıkta olup homojen bir kükürt kaynağını ve hidrotermal aktivite sürecinde fizikokimyasal koşulların pek değişmediğini göstermektedir. Kükürtün izotopik bileşimleri, kükürtün muhtemelen hem bazaltlardan hem de deniz suyu sülfatından termokimyasal sülfür indirgenme (TSR) işlemleriyle indirgenmiş olduğunu göstermektedir. Saçınımlı, bantlı, piritli klastik ve masif cevherlerden alınan kuvars örneklerinin δ18O değerleri ‰11,8 ile ‰14,4 arasında (n= 10; Ort. ‰12,9;) değişmekte olup magmatik ve/veya metamorfik çözeltilerin katkısını vurgulamaktadır. Masif sülfidlerde yapılan kurşun izotop analizleri (n= 4), kurşunun büyük oranda manto kökenli olduğuna işaret etmektedir.

İzotop jeokimyası, jeokronolojik ve jeokimyasal veriler değerlendirildiğinde, Karaburun Cu-Zn±Co cevherleşemsinin Jura döneminde ensimatik yay-yay gerisi-rift sisteminin yay gerisi havzası ortamında oluşmuş pelitik-mafik tip bir VMS cevherleşmesi olduğu sonucuna varılmıştır. Orta Jura dönemi, Orta Pontidler'de mafik, bimodal-mafik ve pelitik-mafik gibi farklı VMS yataklarının oluşumu açısından son derece aktif ve verimli bir jeolojik dönem olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Bakır, Karaburun, Orta Pontidler, Sinop, VMS

Abstract

Anatolia hosts volcanic-hosted massive sulfide (VMS) deposits in the Eastern Pontides, Bitlis-Zagros Suture Zone, and the Central Pontides. Among these, the recently discovered Karaburun Cu-Zn±Co mineralization in the Central Pontides stands out as the largest VMS deposit in Turkey, with an average content of 1.16% Cu, 0.25% Zn, and 0.05% Co, and an inferred resource of approximately 125 million tons. The mineralization occurs within the low-grade greenschist metamorphic rocks of the Çangaldağ Metamorphic Complex, which is a tectonic unit of the Central Pontides Orogenic Belt, and is associated with volcaniclastic, clastic detrital sedimentary rocks, deep-sea sediments, and mafic dykes and/or sills that intrude these rocks. The mineralized zones are mostly identified with disseminated, banded, pyrite-rich clastic, semi-massive, and massive sulfide textures. Primary ore minerals include pyrite, chalcopyrite, sphalerite, magnetite, and trace amounts of galena.

The volcanic rocks associated with the mineralization are depleted MORB (Mid-Ocean Ridge Basalt) mantle-derived tholeiitic and sub-alkaline basalts, enriched in a subduction-related component, and formed in a back-arc environment. The Re-Os isochron age of pyrites from the Karaburun mineralization yielded 163.6±7.1 Ma (Middle to Late Jurassic), indicating that the formation age of the mineralization is consistent with volcanic activity in the oceanic setting within the Central Pontides. The δ34S values of pyrite samples range narrowly between ‰3.07 and ‰5.10 (n= 20; mean= ‰4,42)*, suggesting a homogeneous sulfur source and indicating stable physicochemical conditions during the hydrothermal activity. The isotopic composition of sulfur implies that the sulfur was likely derived from both basaltic rocks and seawater sulfate through thermochemical sulfate reduction (TSR) processes. The δ18O values of quartz samples (n=10) from disseminated, banded, pyrite-rich clastic, and massive ores range from ‰11.8 to ‰14.4, averaging ‰12.9, highlighting the contribution of magmatic and/or metamorphic fluids. Lead isotope analyses (n=4) from the massive sulfides suggest that the lead is predominantly of mantle origin.*

Isotope geochemistry, geochronological and geochemical data suggest that the Karaburun Cu-Zn±Co mineralization is a pelitic-mafic type VMS deposit formed during the Jurassic period in a back-arc basin setting within an ensimatic arc-back arc-rift system. The Middle Jurassic period was a highly active and fertile geological time for the formation of various VMS deposits, including mafic, bimodal-mafic, and pelitic-mafic types, within the Central Pontides.

Keywords: *Copper, Karaburun, Central Pontides, Sinop, VMS*

Örhen VMS Cu-Zn±Au Yatağının (Orta Pontidler, Türkiye) Keşfi: İlksel Jeolojik ve Jeokimyasal Bulgular

Discovery of the Buried Örhen VMS Cu-Zn±Au Deposit (Central Pontides, Türkiye): Preliminary Geological and Geochemical Findings

Bayram Özkan (1), Ramazan Sarı (1) Yavuz Terzioğlu (1), Okay Çimen (2)

(1) Türkiye Maden Sanayi ve Ticaret A.Ş., Yenimahalle, Ankara, Türkiye
(2) Munzur Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, Tunceli, Türkiye
(bayram.ozkan@tvf.com.tr)

Öz

Orta Pontidler, Karadeniz Bölgesinin jeolojik evriminin çözümlenmesinde kritik bir rol oynamaktadır. Çangaldağ Metamorfik Kompleksi (ÇMK) Orta Jura dönemi esnasında Pontid-içi okyanusunun içerisinde yay ve yay-ardı tektonik ortamda oluşmuştur. Son yıllarda ÇMK içerisinde birkaç volkanojenik masif sülfit (VMS) yatağı keşfedildiğinden, Orta Pontidler maden arama faaliyetleri açısından önemli bir potansiyel hedef alanı haline gelmiştir.

ÇMK, silisiklastik-mafik (Cu-Zn) tip Zeybek cevherleşmesi, bimodal-mafik (Cu-Zn-Au) tip Sayyayla ve Cünür cevherleşmesi gibi farklı tip VMS yataklarına ev sahipliği yapmaktadır. Zeybek cevherleşmesi, şeyllerin düşük dereceli metamorfizmasını yansıtan fillit litolojileri ve bu kayaçlarla ara katkılı mafik sil ve/veya lavlar içinde bulunur. Buna karşın, Sayyayla ve Cünür cevherleşmeleri bazaltik, bazaltik-andezit ve dasit gibi farklı bileşimlere sahip metavolkanik kayaçlar içerisinde yer almaktadır.

Örhen cevherleşmesi ÇMK içerisinde yürütülen detaylı arama süreçleri sonrasında keşfedilmiştir. Cevherleşme bölgede önemli kılavuz bir seviyeyi temsil eden alt ve üst bazalt birimlerinin kontaklarında, felsik volkanik kayaçların içerisinde ve felsik-bazaltik birimlerin dokanaklarında gözlenmektedir. Mineral parajenezi pirit, kalkopirit, sfalerit, bornit, kalkozit ve altın içerikli tetrahedritten oluşmaktadır. Yan kayaçlarda silisleşme, kloritleşme, epidotlaşma ve arjilik alterasyon gelişmiştir.

Kayaç ve toprak jeokimyasına göre; Au ile Ag toprak örneklerinde As, Bi, In, Mo, Pb, Sb, S, Te elementleri pozitif korelasyon gösterirken, kayaç örneklerinde Fe, In, Mo, Pb, Sb ile pozitif korelasyon göstermektedir. Ayrıca Cu ile Fe, toprak örneklerinde In, Sb, Se, Sn ve Zn ile pozitif korelasyon gösterirken, kayaç örneklerinde In, Zn, Cd ve Co ile pozitif korelasyon göstermektedir. Genel olarak, ÇMK içerisinde yer alan cevherleşmeler esas olarak VMS yataklarının pirit-kalkopirit birlikteliğine uymakta ve ana element Cu-Zn birlikteliği ile eser miktarda Co, Bi, Te, Sn ve Mo içermektedir.

Bu çalışma kapsamında ilk defa sunulan verilere göre Örhen Cu-Zn±Au yatağı son dönemde Orta Pontidlerde keşfedilen önemli cevherleşmelerden birini temsil etmektedir. Bu gömülü cevherleşmenin keşfi ayrıca ÇMK'nın değerli metaller için de Orta Pontidlerde önemli bir potansiyel hedef zonu olduğuna işaret etmektedir. Ayrıca, cevherleşmenin jeolojik, petrografik ve jeokimyasal karakteristikleri, Orta Pontidlerdeki Sayyayla cevherleşmesine benzemektedir.

Anahtar Kelimeler: Bimodal mafik-tip VMS, Çangaldağ Metamorfik Kompleksi, Örhen Cu-Zn±Au yatağı, Orta Pontidler

Abstract

The Central Pontides play a critical role in unraveling the geological evolution of the Black Sea Region. The Çangaldağ Metamorphic Complex (ÇMK) formed within an intra-Pontide oceanic setting during the Middle Jurassic, in an arc to back-arc tectonic environment. In recent years, several volcanogenic massive sulfide (VMS) deposits have been discovered within the ÇMK, making the Central Pontides an important prospective area for mineral exploration.

The ÇMK hosts various types of VMS deposits, such as the siliciclastic-mafic (Cu-Zn) type Zeybek mineralization, and the bimodal-mafic (Cu-Zn-Au) type Sayyayla and Cünür mineralizations. The Zeybek mineralization occurs within phyllite lithologies reflecting low-grade metamorphism of shales, intercalated with mafic sills and/or lavas. In contrast, the Sayyayla and Cünür mineralizations are hosted by metavolcanic rocks with varying compositions, including basaltic, basaltic-andesitic, and dacitic lithologies.

The Örhen mineralization was discovered through detailed exploration efforts within the ÇMK. It is observed at the contacts of lower and upper basalt units—considered a key stratigraphic marker in the region—as well as within felsic volcanic rocks and at felsic-basaltic lithologic contacts. The mineral paragenesis consists of pyrite, chalcopyrite, sphalerite, bornite, chalcocite, and gold-bearing tetrahedrite. Host rocks exhibit silicification, chloritization, epidotization, and argillic alteration.

According to rock and soil geochemistry, Au and Ag in soil samples show positive correlations with As, Bi, In, Mo, Pb, Sb, S, and Te, while in rock samples they correlate positively with Fe, In, Mo, Pb, and Sb. Furthermore, Cu correlates positively with Fe, In, Sb, Se, Sn, and Zn in soils, and with In, Zn, Cd, and Co in rocks. Overall, the mineralizations within the ÇMK primarily conform to the pyrite-chalcopyrite assemblage of VMS-type deposits, with a main Cu-Zn elemental association and trace amounts of Co, Bi, Te, Sn, and Mo.

Based on data presented for the first time in this study, the Örhen Cu-Zn±Au deposit represents one of the recently discovered significant mineralizations in the Central Pontides. The discovery of this blind deposit also suggests that the ÇMK is a promising target zone for precious metals in the Central Pontides. Additionally, the geological, petrographic, and geochemical characteristics of the mineralization are similar to those of the Sayyayla deposit in the region.

Keywords: *Bimodal mafic-type VMS, Çangaldağ Metamorphic Complex, Örhen Cu-Zn±Au deposit, Central Pontides,*

Tien-Shan Orojenik Kuşağındaki Sarıtau (Batı Özbekistan) Tungsten (W)-Molibden (Mo) Yatağının Jeolojisi ve Mineralojisi

Geology and Mineralogy of the Saritau (Western Uzbekistan) Tungsten (W)-Molybdenum (Mo) Deposit in the Tien-Shan Orogenic Belt

Nail Yıldırım (1), Ramazan Sarı (1), Mustafa Tokoğlu (2), Zehra Deveci Aral (2), Furkan Erdem (3), Cahit Dönmez (2), Esra Yıldırım (4), Yunus Sönmez (1)

(1) MTA Uluslararası Madencilik A.Ş. (MTAIC), Ankara, Türkiye
(2) MTA Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye
(3) MTA Tashkent Mining, Taşkent, Özbekistan
(4) Fırat Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Elazığ, Türkiye
(nailyildirim@mtaic.gov.tr)

Öz

Tien-Shan içerdiği dünya çapında cevher zenginleşmeleri nedeniyle önemli bir metalojenik kuşaktır. Bu kuşakta orojenik altın cevherleşmeleri (sokulumlarla ilişkili veya değil) ve önemli Au-Cu-Mo porfiri ve ilişkili Au-Ag epitermal yataklar gözlenmektedir. Ayrıca skarn tipte volfram (W) yatakları da tanımlanmıştır. Kazakistan mikrokıtası, Tarım ve Kuzey Çin bloğu ile Sibirya kratonu arasında kalan okyanusal havzanın kapanması Orta Asya Orojenik Kuşağı'nı (OAOK) oluşturmuştur. İnceleme alanının içinde yer aldığı Tien-Shan kuşağı, OAOK'nin bir bölümünü temsil eder. Bu kuşak, Paleozoyik döneminde yitimden çarpışmaya kadar bir dizi jeolojik olaya maruz kalmıştır.

Sarıtau cevherleşmesi, Erken Permiyen yaşlı çok fazlı bir granitoyid ile ilişkilidir. İlmenit serisi, orta-yüksek potasyumlu kalk-alkali seriden şoşonitik seriye kadar değişen I-tipi granitoyidlerdir. Bu kayaçlar geç-orojenikten çarpışma-sonrası evreye kadar değişiklik gösteren magmatik süreçler ile ilişkilidir. Magmatik kayaçlar dayk, sil ve stok şeklinde olup adamellit, granit, kuvars-diyorit ve mikrodiyorit porfir bileşimindedir. Granitoyidlerin sokulum yaptığı yan kayaçlar metamorfik özellikte olup Orta-Paleozoyik yaşlıdır.

OAOK boyunca W-Mo, W-Sn, W-Au, Cu-Au ve Au-Bi gibi sokulum-ilişkili yataklar bilinmektedir. Güney Tien-Shan kuşağında orta büyüklükteki Sarıtau W-Mo yatağındaki sondaj verilerinden oluşturulan blok modellere göre cevher gövdelerinin, kalınlıkları birkaç metre ile birkaç on metre arasında değişir. Uzunlukları 500m'ye kadar, düşey uzanımları ise yüzeyden en az 400-500 m kadar devam etmektedir. WO3 tenörleri %0,05 ile %3 arasında, Mo tenörleri ise %0,04 ile %0,8 arasında değişir. Cevher gövdeleri merceksi ve tabular şeklindedir.

Sarıtau W-Mo yatağı, doğrudan sokulum ile ilişkili hidrotermal mineral parajenezi sergiler. Cevher minerallerinin üzerleme ve kesme-kesilme ilişkileri, çok aşamalı mineral parajenezini işaret etmektedir. İlksel metamorfizma hornfels ile başlamış ve prograd evre ile devam etmiş gibi görünmektedir. Prograd evrede çoğunlukla granat-piroksen mineralleri izlenmektedir. Hidrosilikat (propilitik) alterasyonu (amfibol, klorit, epidot, kalsit ve pirotin ile az miktarda kalkopirit içeren kuvars) skarn oluşumunu üzerler. Sokulum kayaçlarda gelişen fillik alterasyona ait kuvars, serizit, albit, şeelit ve sülfürler (bizmut ve altın mineralleri) tüm sistemi üzerler. İlk olarak az miktarda pirotin, molibdenit ve kalkopirit oluşurken, fillik alterasyon zonunda pirit, şeelit, arsenopirit ve florit mineralleri görünmektedir. Son evrede ise altın ve bizmut-sülfitler gelişmiştir.

Sonuç olarak, Sarıtau W-Mo yatağı zamansal ve kökensel olarak sokulum kayalarıyla ilişkili skarn tipi cevherleşme için uygun bir örnektir. Bu yatak Güney Tien-Shan kuşağının kritik mineraller (W-Mo) açısından önemini tekrar ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Özbekistan, Tien-Shan Orojenik Kuşağı, Tungsten, Skarn

Abstract

Tien-Shan is an important metallogenic belt due to its world-class ore endowments. This belt is characterized by orogenic gold mineralizations (intrusions related or not), as well as significant Au-Cu-Mo porphyry and associated Au-Ag epithermal deposits. Skarn-type tungsten (W) deposits have also been identified. The closure of the oceanic basin between the Kazakhstan microcontinent, the Tarim and North China block, and the Siberian craton formed the Central Asian Orogenic Belt (CAOB). The Tian Shan belt, which includes the study area, represents a part of the CAOB. This belt has been subjected to a series of geological events, from subduction to collision, during the Paleozoic era.

Saritau mineralization at Tien-Shan is associated with an Early Permian multi-stage granitic complex. The ilmenite series consists of I-type granitoids ranging from medium-high potassium calc-alkaline series to shoshonitic series. These rocks are related to magmatic processes that vary from post-collision to late-orogenic stages. The magmatic rocks occur as dykes, sills, and stocks, and are composed of adamellite, granite, quartz-diorite, and microdiorite porphyry. The country rocks intruded by the granitoids are metamorphic and of Middle Paleozoic age.

Intrusion-related deposits such as W-Mo, W-Sn, W-Au, Cu-Au, and Au-Bi are known along the CAOB. According to block models based on drilling data from the medium-sized Saritau W-Mo deposit in the Southern Tien-Shan belt, the ore bodies have thicknesses ranging from a few meters to several tens of meters. The ore bodies have a strike length of up to 500 meters, while their vertical extent continues at least 400-500 meters from the surface. Ore grades vary from 0.05% to 3% WO3 and 0.04% to 0.8% Mo. The ore bodies are lenticular and tabular in shape.

Saritau W-Mo deposit exhibits hydrothermal mineral paragenesis directly associated with the intrusion. Overprinting and crosscutting relationship indicate a multi-stage mineral paragenesis. Primary metamorphism appears to have initiated with hornfels and continued with a prograde stage. Garnet-pyroxene minerals are predominantly observed in the prograde stage. Hydrosilicate (propylitic) alteration (quartz containing amphibole, chlorite, epidote, calcite, pyrite, and minor chalcopyrite) overprints the skarn paragenesis. Quartz, sericite, albite, scheelite, and sulfides (including bismuth and gold minerals) related to phyllic alteration developed in the intrusion rocks overprint the whole system. Minor pyrite, molybdenite, and chalcopyrite initially form, while pyrite, scheelite, arsenopyrite, and fluorite minerals are observed in the phyllic alteration zone. In the final stage, gold and bismuth-sulfides have developed.

Consequently, the Saritau W-Mo deposit is a good example of skarn-type mineralization associated with intrusion rocks, both temporally and genetically. This deposit highlights once again the importance of the Southern Tien Shan belt in terms of critical minerals (W-Mo).

Keywords: *Uzbekistan, Tien-Shan Orogenic Belt, Tungsten, Skarn*

Karbonatlar İçinde Oluşmuş Şirvandağı (Pınarbaşı/Kayseri) Zn-Pb-(Ag) Cevherleşmesinin Jeolojisi ve Jeokimyası

Geology and Geochemistry of Carbonate-hosted Şirvandağı (Pınarbaşı/Kayseri) Zn-Pb-(Ag) Mineralization

Sercan Bozan, Aytaç Engin, Arif Oğuzhan Maviş, Mehmet Çevik, Gökhan Çevik

CVK Madencilik A.Ş.Kuruçeşme Mah. Muallim Naci Cad. No:105B Beşiktaş/İstanbul
(sercan.bozan@cvkmadencilik.com)

Öz

Şirvandağı Zn-Pb-(Ag) cevherleşmesi Pınarbaşı (Kayseri) ilçesinin 4 km güneyinde K36c2 paftasında yer alır. Çalışma alanı Aladağ Birliği içerisinde yer almakta olup kuzeyden güneye doğru; Yahyalı napı (Devoniyen-Triyas), Aladağ napı (Üst Devoniyen-Jura), Çataloturan napı (Alt Karbonifer-Permiyen), Minaretepeler napı (Üst Triyas), Aladağ ofiyolitli melanj (Üst Kretase) ve Aladağ Ofiyolit Napı'ndan oluşan tektonik birlikler bulunmaktadır.

Çalışma alanında Şirvadağı, Göze, Roma Ocakları ve irili ufaklı diğer zuhurlar bulunmaktadır. Şirvandağı ocakları, bölgenin en çok bilinen Zn-Pb-(Ag) cevherleşmesi konumundadır. Daha önceki dönemlerde açık ocak madenciliği yapılmış daha sonrasında 1835 ve 1638 kotlarından GB istikametinde galeriler yapılarak 2000 ton kurşun-çinko cevheri üretimi yapılmıştır. Günümüzde değişik kotlardan sürülen galerilerle üretim yapılmaktadır.

Saha içindeki ana cevherli zon, KD'da Pınarbaşı-Göksun fay zonundan itibaren başlamakta ve Aladağ Birliği'ne ait Jura yaşlı masif kireçtaşları içerisinde ağsal damar ve karstik boşluklarda GB yönünde, saha sınırına kadar yaklaşık 1.350 m devam etmektedir. Cevherleşme, yaklaşık K50-55°D doğrultulu ve 30-52°- 90° arasında değişen açılarla GD'ya doğru eğimlidir. Yatak aynı zamanda 8-10° GB'ya doğru bir dalıma sahiptir. Cevher zonunun yaklaşık 1000 metrelik kesiminde üretim yapılmış olup zonun kalınlığı 2–15 m arasında değişmekte, yer altında kalınlıklar daha da fazla olabilmektedir. Çalışma alanının 1850 m kotlarında gözlenen cevherleşmeler oksitli-karbobatlı çinko ve demiroksitten oluşurken, sfalerit içeren sülfidli cevherleşmelerin ise eğim yönü boyunca 1575 m kotlarında itibaren gözlenmeketdir. Oksitli-karbonatlı cevher simitsonit, serüsit, galen, hemimorfit, kalkofanit, hidrozinkit, anglezit, götit ve limonitten oluşmaktadır. Cevher zonunun yan kayaçlara doğru demir oksit ve/veya hidroksit ve kil bakımından zenginleştiği görülmektedir. Oksidasyon zonunda mika/illit grubu mineraller ve kil gibi alterasyon mineralleri XRD ile saptanmıştır. Kaolinit veya mika/illitten oluşan birçok kil tabakası mevcuttur. Kalsit ve dolomit parajenezin gang minerallerini oluşturmaktadır. Oksitli-karbonatlı cevher 128-900 gr/t, ilksel sülfürlü (hipojen) cevher ise 2 gr/t Ag içermektedir. Cevher % 0,71-29 Zn, % 00.9- 6.6 Pb, 26-700 ppm As, 9.8-768.8 ppm ve 5-28 ppm Sb içermektedir.

Saha ve analitik veriler, Şirvandağı Zn-Pb-(Ag) cevherleşmesinin, Aladağ Birliği'ne ait Jura yaşlı karbonatlar içinde oluştuğunu, cevherleşmenin hem ilksel sülfürlü (hipojen) hem de superjen zenginleşme sonucunda yan kaya replasmanı ve karstik-dolgu tipi cevherleşmeleri (İkincil cevherleşme) içerdiği tespit edilmiştir. Şirvandağ Zn-Pb-(Ag) cevherleşmesi, Orta ve Doğu Toroslarda, Aladağ Birliği ve eşleniği tektonik birliklerde gözlenen MVT Pb-Zn yataklarla benzer mineralojik ve yan kayaç özellikleri sergilemektedir.

Anahtar Kelimeler: Şirvandağı Zn-Pb-(Ag), kalkofanit, MVT, Aladağ Birliği

Abstract

The Şirvandağı *Zn-Pb-Ag ore deposit is located 4 km south of Pınarbaşı (Kayseri) in the K36c2 map sheet. The study area is part of the Aladağ Unit and consists of several tectonic units, from north to south: Yahyalı nappe (Devonian-Triassic), Aladağ nappe (Late Devonian-Jurassic),* Çataloturan *nappe (Early Carboniferous-Permian), Minaretepeler nappe (Upper Triassic), Aladağ ophiolitic mélange (Late Cretaceous), and Aladağ Ophiolite Nappe.*

In the study area, there are several ore occurrences such as Şirvandağı*, Göze, Roman mines, and various other small ore occurrences. The* Şirvandağı *mines are the most well-known Zn-Pb-(Ag) ore deposit in the region. In earlier periods, open-pit mining was carried out and later, galleries opened in the SW direction from the 1835 m and 1638 m elevations and 2,000 tons of lead-zinc ore were produced. Currently, production is carried out through galleries driven from different elevations.*

The main ore zone in the area begins from the Pınarbaşı-Göksun fault zone in the northeast and extends approximately 1,350 m to the boundary of the area within the massive limestone of Jurassic age belonging to the Aladağ Unit, in the form of banded veins and karstic cavities in the SW direction. The ore is inclined towards the SE direction with an angle ranging from 30° to 52°, with a strike direction of about N50-55E. The bed also has a dip of 8-10° towards the SW. Ore production has been carried out over a 1000-meter-long segment of the zone, with the thickness of the zone varying between 2 and 15 m, and thicker intervals can be found at greater depths. Ore bodies observed at 1850 m elevations in the area consist of oxidized-carbonate zinc and iron oxide, while sulfide ores containing sphalerite are observed at elevations around 1575 m along the dip direction. The oxidized-carbonate ores consist of smithsonite, cerussite, galena, hemimorphite, chalcophanite, hydrozincite, anglesite, goethite, and limonite. It is observed that the ore zone is enriched in terms of iron oxide and/or hydroxide and clay minerals towards the surrounding rocks. Alteration minerals such as mica/illite group minerals and clays in the oxidation zone have been detected using XRD. Numerous clay layers formed of kaolinite or mica/illite are present. Calcite and dolomite are the gangue minerals in the paragenesis. Oxidized-carbonated ore contains 128-900 gr/t, primary sulfur (hypogene) ore contains 2 gr/t Ag. The ore contains 0.71-29% Zn, 0.9-6.6% Pb, 26-700 ppm As, 9.8-768.8 ppm and 5-28 ppm Sb.

Field and analytical data show that Şirvandağı *Zn-Pb-(Ag) mineralization was formed within the Jurassic carbonates of the Aladağ Unit, and that the mineralization included both primary sulphide (hypogene) and supergene enrichment, resulting in wall rock replacement and karstic-filling type mineralization (secondary mineralization). The* Şirvandağ *Zn-Pb-(Ag) mineralization exhibits similar mineralogical and wall rock characteristics to the MVT Pb-Zn deposits observed in the Aladağ Unit and its equivalent tectonic units in the Central and Eastern Taurus Mountains.*

Keywords: Şirvandağı *Zn-Pb-(Ag), chalcophanite, MVT, Aladağ Unit.*

Karacalar-Mumcu (Sındırgı-Balıkesir) Pb-Zn-Cu-Au-Ag Cevherleşmesinin Jeolojisi ve Jeokimyası

Geology and Geochemistry of the Karacalar-Mumcu (Sındırgı-Balıkesir) Pb-Zn-Cu-Au-Ag Mineralization

Cihan Yalçın (1), Furkan Öztürk (2), Ahmet Fazlı Ay (3), Cihangir Caymaz (2)

(1) SRG Mühendislik Danışmanlık Ltd. Şti. Denizli, Türkiye
(2) Ağa Maden İşletmeciliği Ltd. Şti. İstanbul, Türkiye
(3) Koza Altın İşletmeleri Batıkent-ANKARA
(furkan.ozturk@agamaden.net)

Öz

Karacalar-Mumcu Pb-Zn-Cu-Au-Ag cevherleşmesi, Simav grabeninin batı ucunda, kuzey-güney yönünde uzanan faylar boyunca yapısal kontrollü olarak gözlenir. İnceleme alanının temelini, Menderes Masifi'ne ait gnaysların üzerine tektonik dokanakla gelen şistler ve mermerler oluşturur. Temel birimlerin üzerine uyumsuz olarak Mesozoyik yaşlı kireçtaşları gelmektedir. Tüm bu birimler bir ofiyolitik melanj tarafından tektonik olarak üzerlenmiştir. Senozoyik dönemde ise granitoidler ve piroklastikler geniş alanlara yayılmıştır.

Cevherleşme, metamorfitler içerisindeki fay zonları boyunca damar tipi ve yer yer metamorfitler içerisindeki mermer bloklarında ise saçınımlı olarak gözlenmektedir. Bu zonlarda alterasyon, yaklaşık 100 metre genişliğinde ve ortalama 5 m kalınlığında gözlenir. Silisleşme, limonitleşme ve killeşme yaygındır. Alterasyon mineralleri ise kaolinit, montmorillonit, kristobalit, tridimit ve höylandit olarak belirlenmiştir. Bu mineral parajenezine dayanarak, sahada ağırlıklı olarak ileri evre arjilik alterasyon ve filik alterasyon geliştiği tespit edilmiştir.

Cevher parajenezi pirit, galenit, kalkopirit, sfalerit ve arsenopirit minerallerinden oluşmaktadır. Bu mineraller hem saçınımlı cevherleşmede hem de yapısal hatlar boyunca gelişmiş kuvars damarlarında gözlenmektedir. Kuvars damarlarında özellikle pirit ve arsenopirit yoğun olup, altın zenginleşmesi bu mineraller ile ilişkilidir. Jeokimyasal analizler, cevher örneklerinde 1-10 ppm Au, 300-1600 ppm Ag ve %2-11 arasında Pb+Zn+Cu içerdiğini göstermektedir.

Yapılan bu çalışma, hidrotermal sistemlerin mineralizasyon süreçlerini anlamak için önemli veriler sunmaktadır. Gelecekte yapılacak sıvı kapanımı ve mineral kimyası araştırmaları, bu cevherleşmenin genetik modeline dair daha fazla detay sağlayabilecektir. Bulgular, inceleme alanında fay zonları boyunca gelişen iki farklı tipte cevherleşme modelinin varlığına işaret etmektedir. Elde edilen bu veriler, hidrotermal mineralizasyon sistemleri üzerine yapılacak gelecekteki çalışmalar için yol gösterici niteliğindedir.

Anahtar Kelimeler: Yapısal kontrollü cevherleşme, Alterasyon, Altın, Polimetalik cevherleşme

Abstract

The Karacalar-Mumcu Pb-Zn-Cu-Au-Ag mineralization is structurally governed and identified along north-south oriented faults at the western terminus of the Simav Graben. The basement of the study region comprises gneisses from the Menderes Massif, overlain by schists and marbles exhibiting tectonic connections. Mesozoic limestones unconformably cover the basement units. An ophiolitic mélange tectonically overlays all these units. Throughout the Cenozoic era, granitoids and pyroclastic rocks were extensively disseminated throughout the region.

Mineralization transpires along fault zones inside the metamorphic rocks as vein-type deposits and, in certain areas, as dispersed minerals within marble blocks in the metamorphic units. Alteration is noted throughout a corridor roughly 100 meters in width and an average thickness of 5 meters. Silicification, limonitization, and clay modification are prevalent. The alteration minerals include kaolinite, montmorillonite, cristobalite, tridymite, and heulandite. The predominant alteration types in the area, as shown by this mineral paragenesis, are advanced argillic alteration and phyllic alteration.

The ore paragenesis includes pyrite, galena, chalcopyrite, sphalerite, and arsenopyrite. These minerals are found in scattered mineralization and quartz veins formed along structural lines. Quartz veins have a notable abundance of pyrite and arsenopyrite, with gold enrichment correlated to these minerals. Geochemical investigations reveal that ore samples include 1-10 ppm Au, 300-1600 ppm Ag, and Pb, Zn, and Cu values varying from 2% to 11%.

This research offers substantial insights into hydrothermal mineralization mechanisms. Subsequent research on fluid inclusions and mineral chemistry may provide additional insights into the genetic model of this mineralization. The results indicate the existence of two separate mineralization models formed along fault zones in the research area. These findings provide a framework for subsequent investigations into hydrothermal mineralization systems.

Keywords: *Alteration, Epigenetic Mineralization, Gold, Polymetallic Mineralization*

METALİK MADEN YATAKLARI OTURUMU

Metallic Ore Deposits Session

Mustafa AKYILDIZ, Nuri CEYHAN, Yılmaz DEMİR, Deniz GÖÇ, Nurullah HANİLÇİ, İlkay KUŞÇU, Tolga OYMAN, Serkan ÖZKÜMÜŞ, Hüseyin ÖZTÜRK, M. Kemal REVAN, Nail YILDIRIM

Poster Sunumlar/*Poster Presentations*

Erzurum- Aşkale Yöresindeki Yüksek Tenörlü Kromit Yataklarına Bir Örnek– Tenör, Tonaj ve 3 Boyutlu Model

An Example of High-Grade Chromite Deposits in the Erzurum-Aşkale Region – Grade, Tonnage, and 3D Model

Serdar Keskin (1), Sefa Güzeldal (2)

(1) MTA Doğu Karadeniz Bölge Müdürlüğü, Trabzon, Türkiye
(2) MTAIC, Ankara, Türkiye
(serdarkeskin34@gmail.com)

Öz

Bu çalışma, Sakarya Zonu ile Anatolid-Torid Bloku arasındaki kenet kuşağının Türkiye'nin en doğusundaki temsilcilerinden biri olan, Aşkale-Bayburt arasında konumlanan Üst Kretase yaşlı Kop Ofiyolitleri içerisinde yeralmaktadır. Çalışma alanında hakim kayaç türleri; harzburjit ve dunitlerden oluşan manto tektonitleri, verlit ve dunitlerden oluşan ultramafik kümülatlar ve diyabaz-gabro birliktelikleridir. Kop ofiyolitlerinde kümülat kesimde saçınımlı ve bantlı düşük tenörlü kromit cevherleşmelerinin yanı sıra, tektonitler içerisinde böyle yüksek tenörlü ancak küçük -orta ölçekli rezervler sunan cevherleşmeler de bulunmaktadır. kümülat kesimde saçınımlı ve batlı olup düşük tenörlü kromit cevherleşmeleri o Bu ofiyolitik kayaları örten Geç Jura-Erken Kretase serileri daha çok kuzeydeki Sakarya Zonu ile benzer özellikler gösterir. Erken Kretase-sonrası stratigrafi ise hem kuzeydeki Sakarya Zonu ve hem de güneydeki Anatolid-Torid Bloku'na ait kaya dizilimleri ile benzerlikler taşır.

Çalışma sahanını olduğu Erzurum ili Aşkale ilçesi bölgesindeki kromit cevherleşmesi Kop Ofiyoliti birimleri içindeki dunitik kayaçlarda yer almakta olup, yüksek tenörlü cevher (%35-44 Cr2O3) olarak karşımıza çıkmaktadır. Sahada KD-GB doğrultulu ve KD'ya yüksek açılarla eğimli (650-870) yüzlekler veren kromit cevherleşmesi 30 m doğrultu devamlılığı yaklaşık 2.90 m kalınlık vermektedir. Yüzeyde bu kromit cevherleşmelerin devamlıklıklarını ortaya koymak için 28 farklı lokasyonda toplam 3854,60 m karotlu sondaj çalışması yapılmıştır. Sondaj çalışmaları sonucunda yüzeydeki cevherleşmenin derinlik devamında maksimum 6.60 m kalınlığa ulaşan cevher zonları kesilmiştir.

Erzurum-Aşkale bölgesindeki bu masif kromit cevherleşmesinin üç boyutlu modelini ortaya koymak için; Aşkale bölgesindeki sondajlar ile tespit edilen cevherleşme doğrultusuna dik kesitler atılarak, cevher mercek yapılı olduğu için sık aralıklı (5 metre aralıkla), cevherli alanla ve cevher sınır çizgileri belirlenmiştir. Daha sonra bu çizgiler ilgili programda Build Wireframe sekmesi ile birleştirilmiş ve katı model oluşturulmuştur. Bu oluşturulan katı modeller ile ilgili programda gerekli sekmeler seçilir ve hesaplama yapılır. Sondaj verileri ve jeokimyasal analiz sonuçları birlikte değerlendirildiğinde, alternatif tenör-tonaj dağılımlarına göre kapalı işletme ile (Tonaj-Ortalama Tenörlü rezerv sonucu çıkarılarak) ekonomik görünür rezervi %42 Cr2O3 tenörlü yaklaşık 21.845 ton olarak hesaplanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Ofiyolit, Krom, 3-boyutlu, tenör, kapalı işletme

Abstract

This study is located within the Upper Cretaceous Kop Ophiolites, situated between Aşkale *and Bayburt, which represent one of the easternmost segments of the suture zone between the Sakarya Zone and the Anatolide-Tauride Block in Turkey. The dominant rock types in the study area include mantle tectonites composed of harzburgites and dunites, ultramafic cumulates consisting of wehrlite and dunites, and diabasic-gabbroic associations. In the cumulative section of the Kop Ophiolites, disseminated and banded low-grade chromite mineralization is observed, while the tectonites host high-grade but small to medium-scale chromite deposits. The Late Jurassic-Early Cretaceous sequences overlying these ophiolitic rocks exhibit similarities with the Sakarya Zone to the north. The post-Early Cretaceous stratigraphy shares characteristics with both the Sakarya Zone to the north and the Anatolide-Tauride Block to the south.*

The chromite mineralization in the Aşkale *district of Erzurum province, where the study area is located, occurs within dunite rocks of the Kop Ophiolite, presenting as high-grade ore (35-44% Cr_2O_3). The chromite mineralization, which outcrops in the field with a NE-SW orientation and steep dips (65°-87°) to the northeast, has a strike continuity of approximately 30 meters with an average thickness of about 2.90 meters. To determine the continuity of these chromite deposits at depth, a total of 3,854.60 meters of core drilling was conducted at 28 different locations. Drilling results indicate that the mineralized zones extend at depth, reaching a maximum thickness of 6.60 meters.*

To develop a three-dimensional model of this massive chromite mineralization in the Erzurum-Aşkale region, cross-sections perpendicular to the identified ore body were created based on drill data. Due to the lens-shaped nature of the mineralization, closely spaced sections (at 5-meter intervals) were used to delineate the ore-bearing zones and mineralization boundaries. These lines were then integrated in the relevant software using the "Build Wireframe" function to create a solid model. By selecting the necessary options within the software, calculations were performed. Based on drill data and geochemical analysis results, the economic proven reserve was estimated as approximately 21,845 tons with an average grade of 42% Cr_2O_3, considering alternative grade-tonnage distributions for underground mining operations.

Keywords: *Ophiolite, Chromite, 3D Modeling, Grade, Underground Mining*

YAPI MALZEMELERİ VE DOĞAL YAPI TAŞLARI OTURUMU

Building Materials and Natural Building Stones Session

Murat YILMAZ , A. Bahadır YAVUZ, Serkan ANGI, Fahrettin ÇAĞDAŞ

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

Agrega Madenciliğinin Çevresel Etkilerinin Yeni Bir Yaklaşımla Değerlendirilmesi: Yaşam Döngü Analizi

Evaluation of the Environmental Impacts of Aggregate Mining with a New Approach: Life Cycle Assessment

Nil Vural (1), Murat Yılmaz (1), Burcu Onat (2), Atiye Tuğrul (1)

(1)İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34320 Büyükçekmece/İstanbul
(2)İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 34320 Avcılar/İstanbul
(nilkucukkus@gmail.com)

Öz

Agrega, inşaat sektörünün temel bileşenlerinden biri olup, farklı jeolojik süreçler sonucunda oluşan kayaçlardan elde edilen kritik bir malzemedir. Yapı ve altyapı projelerinde geniş bir kullanım alanına sahip olması, onu modern inşaat teknolojilerinin vazgeçilmez unsurlarından biri haline getirmektedir. İstanbul'da agrega ihtiyacı, hızla artan nüfus, genişleyen kentleşme alanları ve sürekli gelişen altyapı projeleri nedeniyle giderek daha kritik bir konu haline gelmiştir. Ancak, bu ihtiyacın karşılanmasında kullanılan agrega ocaklarının şehir içinde işletilmesi, çevresel sorunları da beraberinde getirmektedir. Özellikle kentsel alanlara yakın konumlanan agrega ocakları, arazi bozulması, ekosistem tahribatı, hava ve su kirliliği ile gürültü kirliliği gibi olumsuz etkiler yaratmakta ve bu durum hem doğal çevre hem de insan sağlığı açısından önemli riskler taşımaktadır. Bu nedenle, İstanbul'un agrega ihtiyacının karşılanması sırasında çevresel etkileri en aza indiren yöntemlerin benimsenmesi, sürdürülebilir kentleşme açısından kritik bir gereklilik haline gelmiştir.

Bu çalışma, İstanbul, Türkiye'deki Cebeci agrega ocağı faaliyetlerinin enerji ve hammadde tüketimine bağlı olarak yaşam döngüsü değerlendirmesini (YDD) içermektedir. Kumtaşı ve kireçtaşı agregalarının üretildiği Cebeci Taş Ocakları bölgesi, İstanbul için agrega üretiminde önemli bir rol oynayarak, ekonomik kalkınmaya ve altyapı projelerine katkı sağlamaktadır. Çalışmada, YDD analizleri için GaBi Education yazılımı kullanılmış ve sistem sınırı "beşikten kapıya" olarak belirlenmiştir.

Elde edilen bulgulara göre iklim değişikliği üzerindeki etkiler değerlendirildiğinde, kumtaşı agrega faaliyetlerinin ton başına 2,24 kg CO_2 eşdeğeri, kireçtaşı agrega faaliyetlerinin ise ton başına 1,98 kg CO_2 eşdeğeri sera gazı emisyonuna yol açtığı belirlenmiştir. Bu farkın temel nedenlerinden biri, kumtaşı içeriğindeki ince kil fraksiyonunun yıkama işlemleri sırasında daha fazla enerji tüketmesine yol açmasıdır. Bunun yanı sıra, kumtaşında bulunan silis minerallerinin insan sağlığı üzerindeki olası olumsuz etkilerinin daha belirgin olabileceği ifade edilmektedir. İnsan sağlığı üzerindeki toksisite etki potansiyeli, kumtaşı için 0,421 kg DCB-eşdeğeri, kireçtaşı için ise 0,303 kg DCB-eşdeğeri olarak hesaplanmıştır. Bu YDD çalışması, agrega üretim sürecinin çevresel ayak izine dair kritik bilgiler sunmakta ve sektörde daha sürdürülebilir üretim uygulamalarının geliştirilmesine katkıda bulunabilecek önemli bir rehber niteliği taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Agrega madenciliği, kireçtaşı, kumtaşı, yaşam döngü değerlendirmesi.

Abstract

Aggregate is one of the fundamental components of the construction sector, a critical material obtained from rocks formed through various geological processes. Its widespread use in structural and infrastructure projects makes it an indispensable element of modern construction technologies. In Istanbul, the demand for aggregate has become an increasingly critical issue due to the rapidly growing population, expanding urban areas, and continuously developing infrastructure projects. However, operating aggregate quarries within the city to meet this demand brings about environmental challenges. In particular, quarries located near urban areas contribute to land degradation, ecosystem destruction, air and water pollution, and noise pollution, posing significant risks to both the natural environment and human health. Therefore, adopting methods that minimize environmental impacts while meeting Istanbul's aggregate demand has become a crucial necessity for sustainable urban development.

This study includes the life cycle assessment (LCA) of Cebeci aggregate quarry activities in Istanbul, Turkey based on energy and raw material consumption. The Cebeci Quarry region, where sandstone and limestone aggregates are produced, plays a significant role in aggregate production for Istanbul, contributing to economic development and infrastructure projects. In the study, GaBi Education software was used for LCA analyses and the system boundary was determined as "cradle to gate".

According to the findings, when evaluating the impacts on climate change, sandstone aggregate activities result in greenhouse gas emissions of 2.24 kg CO_2-equivalent per ton, whereas limestone aggregate operations produce 1.98 kg CO_2-equivalent per ton. One of the main reasons for this difference is that the fine clay fraction in the sandstone content causes more energy consumption during washing processes. In addition, it is stated that the possible negative effects of silica minerals in sandstone on human health may be more pronounced. Human health toxicity potential was calculated as 0.421 kg DCB-equivalent for sandstone and 0.303 kg DCB-equivalent for limestone. This LCA study provides critical information on the environmental footprint of the aggregate production process and is an important guide that can contribute to the development of more sustainable production practices in the sector.

Keywords: *Aggregate mining, life cycle assessment, limestone, sandstone.*

YAPI MALZEMELERİ VE DOĞAL YAPI TAŞLARI OTURUMU

Building Materials and Natural Building Stones Session

Murat YILMAZ , A. Bahadır YAVUZ, Serkan ANGI, Fahrettin ÇAĞDAŞ

Poster Sunumlar/*Poster Presentations*

Izgara Taşı Olarak Kullanılan Mescitli Formasyonu Kumtaşlarının (Gümüşhane, KD Türkiye) Petrografik, Jeokimyasal ve Jeoteknik Özellikleri

Petrographic, Geochemical and Geotechnical Properties of Sandstones of the Mescitli Formation (Gümüşhane, NE Türkiye) Used as a Grill Stone

Ferkan Sipahi (1), Abdurrahman Dokuz (1), Halil İbrahim Zeybek (2), Serhat Dağ (1), Mehmet Ali Gücer (1), İbrahim Çavuşoğlu (3), Şener Aliyazıcıoğlu (3)

(1) Gümüşhane Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Gümüşhane, Türkiye
(2) Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, Samsun, Türkiye
(3) Gümüşhane Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Gümüşhane, Türkiye
(ferkansipahi@gmail.com)

Öz

Doğal zenginliklerin ortaya çıkarılmasının önemi her geçen gün artmakta olup yöresel kayaçların ekonomiye katkı sağlayacak şekilde değerlendirilmesi ve endüstriyel kullanım alanlarının tespit edilmesi çalışmaları bu bağlamda hız kazanmıştır. Bu çalışmada Mescitli (Gümüşhane) Formasyonu olarak adlandırılan volkan-tortul istifin önemli bir kısmını oluşturan kumtaşlarının ızgara taşı olarak kullanımının uygunluğu araştırılmıştır.

Kumtaşları başlıca monokristalin ve polikristalin kuvars, feldispat (K-feldispat ve plajiyoklas), volkanik ve sedimanter kayaç parçası, opak mineral, matriks (kil) ve az oranda çimento (karbonat/silis minerali) içermektedir. Petrografik ve jeokimyasal özelliklerine göre kumtaşları grovak (psammit) olarak sınıflandırılmıştır. CIA, CIW, PIA ve Al/Na gibi farklı alterasyon parametleri örneklerin alterasyondan çok fazla etkilenmediğini göstermektedir. TiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3*, MgO, CaO, K_2O, Na_2O gibi ana oksit değerleri de kumtaşlarının ortaç magmatik bir kaynaktan türemiş olabileceğini işaret etmektedir. Ana ve iz element içerikleri tektonik ortam olarak kumtaşlarının çoğunlukla ada yayı ve az oranda aktif kıta kenarı tektonik ortamlarına işaret etmektedir. Benzer şekilde, çoklu iz ve nadir toprak element (NTE) dağılımları da kumtaşlarının yitim-ilişkili kayaçların aynı element dağılımları ile benzerlik taşıdığını, dolayısıyla kumtaşlarını oluşturan sedimanların yitimle ilişkili bir kaynaktan itibaren türemiş olabileceğini düşündürmektedir.

Jeoteknik çalışmalar neticesinde, ortalama değerler dikkate alındığında, kumtaşlarının kuru yoğunluğu 2.48 gr/cm3, doygun yoğunluğu 2.54 gr/cm3, gözenekliliği %6.63, boşluk oranı %7.11, ultrasonik P-dalga hızı 4793 m/sn ve tek eksenli basınç dayanımı 103.09 MPa olarak belirlenmiştir. Donma çözünme deneyleri neticesinde numunelerin ortalama don kaybı %1.19 olarak hesaplanmıştır. 600-800ºC sıcaklıklara kadar ısıtılan kumtaşı numunelerinde ortalama 9.8 gr ve 17.9 gr kütle kaybı yaşanmıştır. Aynı sıcaklık koşullarında kumtaşlarının dayanımının sıra ile %7.64 ve %15.17 oranında azaldığı görülmüştür.

Izgara taşı olarak kullanılmış kumtaşlarında canlı hücreler kullanılarak yapılan toksik etki analizlerinde herhangi bir sitotoksisite tespit edilmemiştir. Deneysel çalışmalar ızgara taşı olarak kullanılan kumtaşlarının jeokimyasal özelliklerinin değişmediğini göstermiştir. Bununla birlikte donma çözülme ve sıcaklık koşulları göz önüne alınarak kumtaşlarının fiziksel ve dayanım özellikleri değerlendirildiğinde günlenmeye maruz kalacak alanlarda kullanım için uygun olmadığı, bina içyapı ve dekoratif amaçlı kaplamalarda kullanılabileceği görülmüştür. Sıcaklık dayanımı ve hücre sitotoksisite analizleri ise kumtaşlarının ızgara taşı olarak kullanılabileceğini ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: Gümüşhane, Izgara taşı, Jeokimya, Jeoteknik, Mescitli Formasyonu.

Abstract

The importance of uncovering natural resources is increasing day by day, and studies to utilize local rocks in ways that contribute to the economy and identify their industrial use areas have gained momentum. In this study, the suitability of sandstones, constituting a significant part of the volcano-sedimentary succession known as the Mescitli (Gümüşhane) Formation, for use as grill stone was investigated.

Sandstones mainly contain monocrystalline and polycrystalline quartz, feldspar (K-feldspar and plagioclase), volcanic and sedimentary rock fragments, opaque minerals, matrix (clay) and a small amount of cement (carbonate/silica mineral). The sandstones are generally classified as graywacke (psammite) according to their petrographic and geochemical properties. Different alteration parameters such as CIA, CIW, PIA and Al/Na indicate that the samples are not significantly affected by alteration. The major oxide contents such as TiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, MgO, CaO, K_2O, Na_2O indicate that the sandstones may be derived from an intermediate igneous source. The major and trace element contents indicate that the sandstones predominantly correspond to an island arc tectonic setting, with a minor contribution from active continental margin tectonic environments. Similar to this, the distribution of multi-trace and rare earth elements (NTE) in sandstone shows similarities with the distribution of the same elements in subduction-related rocks, suggesting that the sediments forming the sandstone may have originated from a source related to subduction-related source.*

As a result of geotechnical studies, when the average values are taken into consideration, the dry density of the sandstones was determined as 2.48 gr/cm3, the saturated density as 2.54 gr/cm3, the porosity as 6.63%, the void ratio as 7.11%, the ultrasonic P-wave velocity as 4793 m/sec and the uniaxial compressive strength as 103.09 MPa. As a result of freeze-thaw experiments, the average frost loss of the samples was calculated as 1.19%. In the sandstone samples heated to temperatures of 600-800ºC, an average mass loss of 9.8 gr and 17.9 gr occurred. It was observed that the strength of the sandstones decreased by 7.64% and 15.17%, respectively, under the same temperature conditions.

No cytotoxicity was observed in studies to determine the rate of toxic effect on living cells in sandstones used as stone grill plates. Experimental studies have shown that the geochemical characteristics of the sandstones used as stone grill plates did not change. However, when the physical and strength properties of sandstones were evaluated by taking into account the freezing-thawing and temperature conditions, it was seen that they were not suitable for use in areas exposed to sunlight, but could be used in building interiors and decorative coatings. Temperature resistance and cell cytotoxicity analyses revealed that sandstones could be used as grill stones.

Keywords: *Gümüşhane, Geochemistry, Geotechnical, Grill stone, Mescitli Formation.*

Yazar Dizini

A

A. 148
Abadi, Sultan 408
Abanuz, Gülten Yaylalı 445
Acar, Dursun 84, 166, 355, 446
Acar, İpek 446
Acil, Emircan 333
Açıkgöz, Cem 212
Acır, Özgür 542
Ackerman, Lukáš 243
Adalı, Emine Sökmen 274
Affolter, Stéphane 12
Ağırgöçer, Elif 328
Ağrılı, Haşim 491
Akal, Cüneyt 491, 547
Akar, Murat 214, 216
Akay, Erhan 62, 275
Akay, Semih Sami 342
Akbaş, Abdullah 94, 257
Akbaş, Faruk Tolga 411, 504
Akbudak, İlkay Kaydu 535
Akbulut, Kübra 308, 541
Akbulut, Mehmet 25
Akçar, Naki 239, 249, 260, 261
Akçay, Gizemnur Koca 282
Akçiz, Sinan 355
Akçiz, Sinan O. 354
Akgöz, Murat 475
Akgün, Aykut 94, 117
Akgün, Elif 147, 256, 464
Akgün, Funda 50
Akıllı, Hafize 347
Akın, Ali 354
Akıncı, Görkem 421
Akın, Özgenç 451
Akıska, Sinan 507
Akkaş, Efe 184, 439, 440, 441, 442
Akkoyunlu, Mehveş Feyza 123
Ak, Özge 526
Aksarı, Doğan 123
Ak, Sebahattin 187
Aksel, Derya 449
Aksoy, Ercan 356, 357, 358
Aksoy, M. Ersen 265, 355
Aktağ, Alican 483, 492
Aktan, Mustafa 91
Aktaş, Tugay 71, 72, 551
Aktuğ, Bahadır 338, 339
Aktürk, Koray 39, 143
Akyıldız, Mustafa 71
Akyol, Zeycan 79
Akyüz, H. Serdar 355
Alagül, Elif Tekin 559
Al-Bardi, Wail A. 408
Albayrak, Ayşen 412
Albayrak, Ebru 141
Alçiçek, Mehmet Cihat 394
Algan, Banu 73
Aliyazıcıoğlu, Şener 577
Alkaç, Onur 269, 277, 393
Alkan, Anıl 217
Alkan, Türkan 421
Alp, Baran 213
Al-Sehli, Turki 462, 470
Al-Sheli, Turki 469
Altıner, Demir 57, 134
Altıntaş, Damla 373
Altıntaş, Yalın 373
Altunel, Erhan 342
Altunkaynak, Şafak 241, 242, 243
Angın, Zekai 451
Anselmetti, Flavio 387
Aral, Zehra Deveci 564
Arca, Deniz 118
Ardahanlıoğlu, Anıl 488, 490, 511
Ardahanlıoğlu, Tuğçe 511
Arıanpour, Aslı Çakır 75
Arslan, Yasin 55
Ashi, Waheeb A. Al 408
Aşıkkutlu, Hüseyin Samet 78
Aşık, Yasin 78
Aşkay, Nükte 215
Aslan, Çağlar 44, 276, 280, 287, 509
Aslan, Göknur 446
Aslan, Naim 493
Aslan, Nazlıcan 272, 276, 280
Aslan, Sonay Boyraz 16, 25, 29, 280
Ata, Ebru 71
Atakay, Evren 519, 520
Atakul-Özdemir, Ayşe 134
Atalan, Öznur 513
Atalay, Cüneyt 479
Ateş, Jale Şakıyan 539
Atıcı, Gökhan 56, 117, 124, 214
Avcı, Hasret Ozan 344
Avcı, H. Ozan 343
Avdan, Uğur 349
Avşar, Ulaş 352
Avşar, Ümit 353
Ay, Ahmet Fazlı 566
Aydar, Erkan 479
Aydın, Arif 411, 432
Aydın, Faruk 181, 182, 193, 240
Aydın, Gamze 92, 102, 103
Aydınkırlangıç, İrem 421
Aydın, Naz Sıla 56
Aydın, Yasin 547
Aydoğan, Hakan 343, 344
Aydoğdu, Hacı Mehmet 493
Ayhan, Nagihan Karaaslan 493
Aymutlu, Deniz Anıl 155, 156
Ayrancı, Aydın 79
Aysal, Namık 300, 304, 312, 547
Ayush, Dolgoon 354
Azaz, Direnç 279

B

Baba, Alper 211, 421
Babacan, Ali Erden 451
Bachmann, Olivier 439
Bağcı, Metin 353, 489
Bağcı, Utku 298, 557
Bağ, Utku 187
Bahtiyar, İsmail 28
Baka, Çağdaş Mert 331
Bakak, Özde 118, 434
Bakhshizad, Farzaneh 193
Bakırman, Tolga 250
Bak, Tülay 245
Balcı, Nurgul 165
Balcı, Nurgül Çelik 161
Balcıoğlu, Yasin 76, 78, 79
Balcı, Uğur 180, 214
Baldes, Matthew J. 165
Balkaya, Musa 332, 333
Baltacı, Dorukhan 359
Baran, H. Alim 530
Barrat, Jean-Alix 180
Başaran, Can 348, 438
Başibüyük, Zeynel 535
Başokur, Ahmet Tuğrul 463
Baştan, Erdal 83
Baştürk, Ahmet 302, 545
Battogtokh, Davaasambuu 354
Bayrak, Ahmet 337, 340
Bayrakdar, Cihan 255, 258, 259, 261, 262, 263
Bayram, Gökçenur 242
Bayram, Levent 349
Bayram, Tolunay 283
Bay, Şevval Yalçınkaya 245
Bedi, Yavuz 56
Bekaroğlu, Aslı Güldağ 544
Bektaş, Özcan 348
Beren, Murat 221, 222
Berkin, Ekrem 214
Bettemir, İlhan 72
Beyazpirinç, Metin 398
Beyaz, Turgay 149
Bilir, Mustafa Erde 441
Billor, Mehmet Zeki 59
Biltekin, Demet 355
Bindeman, Ilya 60
Birdal, Anıl Can 464
Bıldırcın, Nisa 518, 524
Bodur, Ömer 159

Boğaz, Reşat 3
Bolós, Xavier 439
Bosak, Tanja 165
Bostancı, Kamail 421
Bostan, Serenay 182
Bozan, Sercan 565
Bozdoğan, Mahsum 255, 259
Bozkurt, Alper 67, 130, 390, 394
Bozkurt, Banu Türkmen 389
Bozkurt, Erdin 171, 308, 341, 352
Bozkurt, Orhan 402
Bozkurt, Şengül 412
Bozkurt, Vakkas 102
Bozkurt, Yasin 55
Bülbül, Engin 216
Bulut, Yılmaz 499
Buraşoğlu, Süleyman Fatih 150, 156
Bursalı, Fatih 428
Büyükdemirci, Burak 323
Büyükdeniz, Yusuf 261
Büyükmeriç, Yeşim 33

C

Çağlayan, Osman Cengizhan 225
Çakan, Hüseyin 557
Çakanşimşek, Ece Bengünaz 338, 339
Çakici, İsmail 559
Çakıcı, Esat Faruk 544
Çakıcı, İsmail 559
Çakın, Eray 489
Çakır, Korhan 44, 56, 272, 276, 278, 280, 287, 509
Çakır, Recep 117, 118, 346
Çakmakoğlu, Berk 478
Çal, Çağatay 337, 340
Çalık, Ayten 527, 528
Cambaz, Musavver Didem 123
Canbaz, Hakan 212, 486
Candan, Osman 313
Candansayar, Mehmet Emin 438
Candar, Mine 101
Caner, Hülya 263
Canik, Neslihan Kıray 354
Canpolat, Ergin 255, 258, 259
Can, Rasim 448
Cansu, Zeynep 185
Çan, Tolga 427, 431, 432
Çapanoğlu, Umut Taha 210, 416
Capezzuoli, Enrico 385
Carranza, Regino Alex 559
Çavaş, Hakan 466
Çavdar, Buğra 562
Çavuşoğlu, İbrahim 577
Caymaz, Cihangir 566
Cebeloğlu, F. Sümeyye 200
Çelik, Cengiz 160, 467, 468
Çelikci, Burak Can 156
Çelikel, Ezgi 73, 76
Çelik, Mehmet Fatih 423
Çelik, Nejat 34
Çelik, Ömer Faruk 59, 299, 309, 367
Çelik, Şule 509
Çelik, Yakup 392, 498
Çelmen, Oktay 205
Cengiz, Ahmet Mesut 276
Çetiner, Açelya Ballı 159
Çetin, Ferhat Emre 79
Çetinkaplan, Mete 312, 313
Çetinkaya, Asena 93
Çetinkaya, Sinem 429
Çetin, Raziye Şengün 212, 486
Çeti̇n, Zeynep 230
Çevik, Gökhan 565
Çevik, Mehmet 565
Chandrasekharam, Dornadula 211
Chatterjee, Nilanjan 308
Cheng, Hai 12
Chen, Guohui 312
Chiaradia, Massimo 301
Çiçek, Aydın 214, 347
Çiçek, İhsan 264
Çifci, Günay 345
Çiftçi, Elif 160, 467, 468
Çiftçi, Yahya 271, 288
Cihangir, Salih 493
Çimen, Okay 111, 483, 491, 492, 493, 563
Cindioğlu, İshak 117
Çiner, Attila 244, 251, 389, 394
Çılğın, Zeynel 255, 258, 259, 261
Clahan, Kevin 342
Çobankaya, Mehmet 56
Çolak, Turgut 491
Çömert, Resul 349
Çörekçioğlu, Erdem 411
Çörtük, Rahmi Melih 59, 299
Çörtürk, Rahmi Melih 309, 367
Coşanay, Pelin 192
Çoşkun, Suat 94
Costa, Antonio 439
Çubukçu, Hüseyin Evren 282, 479
Çulha, Gönül 130

D

Dağlıoğlu, Serkan 413
Dağ, Serhat 445, 577
D'Alessandro, Walter 347
Danacı, Füsun 55
Darbaş, Güldemin 174, 420
Davies, Joshua H. F. L. 299
Değirmenci, Ahmet 530
Değirmen, Gözde 56
Delikan, Arif 18
Demiralp, Fatma Duygu Özel 421
Demiraran, Orkun 161
Demirbağ, Hünkâr 54
Demir, Bahattin Murat 91
Demirbugan, Alper 78, 79
Demirci, Cengiz 341
Demirci, Elvan 129
Demirci, İsmail 438
Demircioğlu, Öncü 212
Demirel, Fatma Arzu 131
Demirelli, Ertuğrul 338, 339
Demirel, Mert 225
Demirhan, İlke 276
Demirhan, Mahmut 478
Demirkaya, İnal 58
Demi̇ rkiran, Güvenç 187
Demirkol, Mert 56, 398
Demirtaş, Aslı 347
Demir, Tutku 111
Demir, Yılmaz 240, 298, 560
Deng, Yangfan 353
Destur, Mustafa 214
Dikbaş, Aynur 332, 333
Diker, Caner 440
Diktepe, Şölen 234
Dilek, Yıldırım 438
Dindaroğlu, Turgay 451
Doğan, Adil 398
Doğan, Gözde Güney 121, 122
Doğangül, Cengiz 197
Doğan-Külahcı, Güllü Deniz 437
Doğru, Esma Nur 359
Doğru, Mustafa Berk 147
Doğu, Mehmet Mert 225
Döker, Mehmet Fatih 255
Dokuz, Abdurrahman 577
Dokuz, Hilal 21
Dölek, İskender 26
Dönmez, Cahit 491, 562, 564
Dönmez, Ergin 338, 339
Dönmezoğlu, Tamer 341
Doru, Okay Tuncay 151
Drahor, Mahmut Göktuğ 30
Duman, Ali 359
Dumanlılar, Özcan 559
Duman, Muhammet 229, 231
Durak, Hülya 108
Duran, Yunus 214
Durmuş, Hüseyin 123
Dursun, Felat 273
Duygulu, Tuba 210

E

Eğri, Hakan 561
Eğri, Mustafa 433
Ekberzade, Bikem 257
Ekici, Gamze 18
Ekinci, Nazif 117
Ekincioğlu, Gökhan 535
Ekmen, F. Gülden 512
Elçi, Gürcan 321

Elhisso, Abdulrahman 333
Elibol, Hasan 56, 73, 76
Elidemir, Sanem 205
Elmacı, Hasan 337, 340, 343, 344, 347
Elma, İsmet 334, 335
Emiralioğlu, Birol 73, 76
Emiroğlu, Emre Cem 212
Emre, Maral Can 544
Emre, Tahir 33, 63
Engin, Aytaç 565
Erbaşlı, Çağrı 200
Ercan, Sami 91
Erdal, Yılmaz Selim 282
Erdem, Babür 293
Erdem, Emrah 319
Erdem, Furkan 564
Erdem, Nazire Özgen 24, 50, 284, 285, 289
Erdoğan, Ebru 186
Erdoğan, Naim 214
Erduran, Barbaros 407
Erenoğlu, R. Cüneyt 428
Ergen, Ali 67, 130, 390, 394
Ergin, Mustafa 234
Ergin, Sadi 117
Ergün, Tuğçe 123
Erik, Dursun 327
Erik, Nazan Yalçın 371, 375
Eriş, K. Kadir 355
Eriş, Kürşad Kadir 232, 233
Erkman, Ahmet Cem 278
Eroğlu, Hikmet 117
Erol, Ayla Sevim 127
Erol, Serap Çolak 356, 357, 358
Eronat, Atilla Hüsnü 229
Erşangil, Salih 412
Er, Selman 508
Erşen, Devrim 44, 276, 280, 287, 509
Ersoy, Arzu Fırat 431, 451
Ersoy, Emrah Yalçın 50
Ersoy, Hakan 317, 322, 431, 451
Ersoy, Orkun 442, 476, 477, 479
Ersoy, Yalçın 298, 491
Erten, Aytekin 23
Erten, Gültekin 44, 200, 276, 280
Erturaç, Mehmet Korhan 19, 22, 245, 246, 249, 352, 391
Erturaç, M. Korhan 354
Ertürk, Mehmet Ali 183
Erüst, Ceren 494
Esen, Müberra 123
Esim, Nahide Kardelen 381
Esirtgen, Tolga 67, 130, 389
Eski, Semih 359
Evans, Ian S. 258, 259
Eytemiz, Can 118
Eyübagil, Eda Esma 338, 339
Eyüboğlu, Yener 308

F

Fakı, Bahadır 150
Fazlıoğlu, Sibel 452
Fidan, Ferzan 493
Fidan, Seçkin 94, 257
Fischer, Stefan 167
Fırat, Çağdaş 465
Fleitmann, Dominik 12
Fu, Ching-Chou 347
Füzün, Sevinç 421
Füzün, Sevinç Özel 118

G

Ganbaatar, Boldbaatar 354
Gazioğlu, Cem 246
Gedik, Melike Karataş 331
Gedik, Yusuf 331, 342
Genç, S. Can 446
Genç, Ş. Can 300, 304
Gerçek, Yusuf Can 230
Gerdan, Serpil 87
Geze, Öznur 411, 504
Geze, Yasemin 20
Gezgin, Cemil 338, 339
Ghifari, Syahronidavi Al 375
Gildir, Semih 111
G.Lo, Dwight Jether 559
Göçer, Dilber 141
Göçmengil, Gönenç 304, 514
Godard, Marguerite 298
Göğebakan, Yüksel 286
Göğüş, Oğuz H. 60
Göğüş, Oğuz Hakan 61, 159
Göğüş, Özge Dinç 159
Gökçeoğlu, Candan 323, 429
Gökdere, Ayşegül Feray 109, 386, 387
Gökgöz, Dila Doğa 355, 446
Göktaş, Fikret 131
Gönülalan, A. Uğur 466
Görbil, Burcu 452
Görgülü, İnci Selcen 212
Görmüş, Esra Tunç 451
Görmüş, Nihal 497
Görüm, Tolga 93, 94, 257
Göz, Ersel 209, 457
Grima, Antoniette G. 180
Guan, Xutong 60
Gücer, Mehmet Ali 75, 483, 491, 492, 577
Guillong, Marcel 58
Gülbay, Ahmet H. 347
Gülen, Levent 117
Güler, Cüneyt 414, 415
Güler, Gülşah 127
Gülmez, Fatma 177, 300
Gül, Murat 230, 273
Gül, Muzaffer 123
Gültekin, Fatma 74
Gültekin, Kübra 484
Gülyüz, Erhan 108, 109, 113
Gülyüz, Nilay 108, 109, 112
Gümrük, Mesut Gökhan 78, 79
Gümrük, Oğuzhan 545
Günaydın, Esra 250
Günaydın, Seda Okay 345
Günay, Kurtuluş 562
Gündüzalp, Hayri Taner 76, 78, 79
Gündüz, Orhan 421
Günel, Handan 517
Güner, İsmail Noyan 407
Güneş, Yagmur 165
Güneş, Yavuz 123
Güngör, Gülan 263
Güngör, Nusret 206, 532, 558
Güngör, Talip 62, 547
Güngör, Yıldırım 31, 271, 288, 289
Güraslan, Işıl Nur 243
Gürboğa, Şule 343, 347
Gürbüz, Alper 9, 15, 17, 23
Gürbüz, Esra 23
Gürbüz, Meltem 526
Gürsoy, Halil 337, 340
Gürsoy, Müjde 130, 141, 293
Gürtekin, Gökçe 497
Gürün, Hakan 89
Güven, Onur 430
Güzeldal, Sefa 569
G., Yüce 148

H

Hacıoğlu, Özlem 160, 467, 468
Haklıdır, Füsun Servin Tut 212, 486
Hakyemez, Aynur 57, 389, 394
Halaçlar, Kazım 131
Halis, Onur 259, 261
Hanilçi, Nurullah 555
Hanyalı, Özge Boso 281
Harputlugil, Furkan H. 200
Harris, Chris 184
Hasözbek, Altuğ 275
Haytoğlu, Ercan 290
Heiningen, Pieter van 107
Helvacı, Cahit 478
Helvacı, Engin 213
Helvacıkara, Fidan Tonza 75
Hemming, Sidney R. 301
Hidy, Alan 251
Hisarlı, Pınar Deniz 123
Horasan, Bilgehan Yabgu 530
Horvath, Laszlo Attila 166
Hoşgörmez, Hakan 221, 222

I

İbrahimTiryakioğlu 348
İçhedef, Mutlu 347, 421
İkizler, S. Banu 451

İleri, Özden 73, 76
Ilgar, Ayhan 67, 130, 389, 390, 394
İlhan, Alp 523, 546
İlhan, Rıfat 132
İmer, Ali 302
İnaner, Hülya 25
İnan, Nurdan 133, 136
İnan, Selim 133
İnce, Meryem Dilan 108, 113
Ionescu, Corina 312
İpek, Bahunur 200
Irfan, Mohammad 256
İşintek, İsmail 62, 275
Işıkdoğan, Suatcan 377
Işıktaş, İmre Deniz 75
İskenderoğlu, Levent 286
İslamoğlu, Tunç 79
Italiano, Francesco 347
Ivy-Ochs, Susan 261

J

Jessell, Mark 541
Joshi, Prachi 167

K

Kadirioğlu, Tuba Filiz 519
Kadıoğlu, Musa 132
Kadıoğlu, Yusuf Kağan 149
Kafalı, Candan 450
Kahraman, Burcu 347
Kahraman, Muhammet Mustafa 199
Kahvecioğlu, Asude Ayşe 150
Kalenderli, Özcan 446
Kamacı, Ömer 303
Kanar, Fatih 56
Kandemir, Özgür 56
Kandemir, Raif 22, 240, 245, 246, 249, 388
Kangal, Özgen 129
Kanık, Mustafa 322, 333
Kapan, Sevinç 39, 143
Kaplan, Can 151
Kappler, Andreas 167
Karabacak, Banu 76
Karabacak, Banu Algan 73
Karabacak, Furkan 94
Karabacak, Volkan 334, 335, 336, 351, 356, 357, 358, 359
Karabaşoğlu, Aslı 128, 142
Karabulut, Fahri 249
Karabulut, M. Fahri 250
Karabulut, Tanju 560
Karaca, Cenk 276
Karacahan, Mehmet Kayra 484
Karaca, Oznur 551
Karacık, Zekiye 300, 304
Karadağlar, Macit 205, 210
Karadaş, Aylin 132
Karademir, Refahat 17
Karagöz, Oğuzcan 159
Karahan, Caner 207
Karahan, Çetin 207
Karahan, Murat 317, 431, 451
Karahan, Servet 323
Karakaş, Gizem 429
Karakaş, Melike 342
Karakuş, Erhan 56, 398
Karakuş, Hüseyin 409
Karakütük, Bilge 121, 122
Karamanderesi, İsmail Hakkı 208
Karaman, Sibel Esma 278
Kara, Mehmet 123
Kara, Meryem 343
Karaoğlan, Fatih 108, 109, 110, 111, 448
Karaoğlu, Özgür 120, 186, 301, 438
Karapınar, Nuray 77
Karapunar, Baran 293
Karatak, Atalay 507
Karayiğit, Ali İhsan 498, 499
Karcıoğlu, Gökhan 353
Karslı, Orhan 181, 182, 193, 240, 245, 249
Karslı, Şenol 55
Kartal, Pir Çağatay 234
Karul, Necmi 30
Kaskatı, Mustafa Tuna 545
Katsuki, Kota 44
Kayabalı, Kamil 320
Kayabaşı, Ali 328, 465
Kayacan, Serkan 216
Kaya, Elanur 132
Kaya, Latif Gürkan 78
Kaya, Mert 247
Kaya, Tuğçe Nagihan Arslan 230
Kaya, Tümel Tanju 131
Kayğılı, Sibel 356, 357, 358
Kaygısız, Uğur 212
Kayhan, Deniz Yağmur 234
Kaymakci, Nuretdin 107, 108, 109, 113
Kaymakcı, Nuretdin 352
Kaypak, Bülent 120
Kayseri-Özer, Mine Sezgül 11, 45, 49, 50
Kazancı, Nizamettin 7, 14, 15, 17, 21, 23, 29
Kekovalı, Kıvanç 123
Keleş, Sinan 214
Keloğlu, Betül 273, 274
Kerim, Muhammed Mahmud 221, 222
Keserci, Ferhat 258, 259, 261, 262
Keser, Muzaffer 545
Keskin, Hakkı Levent 507
Keskin, Serdar 483, 492, 569
Keskin, Veli 414
Kinoshita, Kan 44
Kılıç, Ali Rıza 214
Kılıcaslan, Hakan 94
Kılıç, Elif 520
Kılıç, Emirhan 155, 156
Kılıç, Nurgül Karlıoğlu 263
Kılıç, Zeynep 15
Kılınçarslan, Sanem 212, 486
Kılınç, Orhan 214
Kınacı, Eyyüp H. 530
Kıran, Ekin 96
Kıranşan, Kübra 123
Kırkan, Erdem 232, 355
Kızılırmak, Candan 374
Kızıltaş, Fatih 198
Kızıltaş, Merve 73, 76
Klanten, Yohanna 244
K., O. 148
Koçak, Ali 333
Kocaman, Sultan 429
Koca, Tümay Kadakçı 97
Koçbay, Ayhan 318, 319
Koçbulut, Fikret 464
Koç, Hayati 138
Koç, Koray 12
Koehler, Rich 342
Köksal, Teoman Selçuk 449
Köküm, Mehmet 232, 333, 355
Kömürlü, Eren 324
Konak, Ayşin 283
Köprübaşı, Nezihi 191
Koralay, O. Ersin 313
Korkmaz, Gülin Gençoğlu 32, 270
Korkmaz, Mecit 110
Köroğlu, Fatih 269, 277, 393
Köroğlu, Gülgün 281
Koşaroğlu, Sinan 464
Köse, Harun 476, 479
Köseoğlu, Ayşegül 123
Koyuncu, Atilla 265
Kozacı, Özgür 342
Kriel, Gert 542
Krijgsman, Wout 108
Küçükarslan, Nurcan 44
Küçük, Halil İbrahim 102
Küçükuysal, Ceren 50
Kumar, Akhil 559
Kumsar, Halil 321
Kürçer, Akın 117, 337, 340
Kürkçüoğlu, Biltan 347
Kurt, Harun 560
Kurt, Orhan 467, 468
Kurtuluş, Fatoş 234
Kuşcu, Gonca 441
Kuşcu, Gonca Gençalioğlu 119, 124
Kuş, Serdar 133
Kuterdem, Kerem 449
Kylander-Clark, Andrew R.C. 310

L

Langereis, Cor 113
Leroy, Suzanne A.G. 7
Leventeli, Yasemin 424
Li, Qiu-Li 313
Lı, Xin 353
Lüle, Çiğdem 520, 522, 531
Lustrino, Michele 301

M

Mackaman-Lofland, Chelsea 60
Mansoob, Tariq 462, 469, 470
Mansor, Muammar 167
Marmara, Harika 39, 143
Marzoli, Andrea 299, 309, 367
Maviş, Arif Oğuzhan 565
Mayda, Serdar 131
Mehmood, Qaiser 427
Meydan, Harun 318, 319
Miggins, Daniel P. 439
Moduk, Hacer 448
Moghadam, Hadi Shafaii 182, 240, 245
Mollo, Silvio 439
Morca, Soner Batuhan 561
Moritz, Robert 181
Morkoç, Adnan 412
Moussa, Ali 409
Mülayim, Oğuz 269, 277, 393
Mülazımoğlu, Necip Sabri 25
Mumcu, Yalçın 117
Munkhuu, Ulziibat 354
Müntener, Othmar 304
Muratçay, Elif Varol 302
Muşkara, Üftade 283
Mutlu, Halim 192, 562
Myburgh, Iaan 542

N

Nacak, E. Miraç 507
Nakov, Radoslav 8
Nazik, Atike 135, 284, 285, 448
Nazzari, Manuela 439
Necdet, Mehmet 510
Nemec, Wojciech 389, 394
Numeis, Mohammed Hamad Al 559
Nurlu, Murat 449

O

Oberhänsli, Roland 313
Oflaz, Mücahit 493
Öğütçü, İ. Zafer 123
Okay, Aral I. 57, 58, 310, 311
Okay, Hakan Bora 121
Okay, Nilgün 53, 90, 172
Ökeler, Ahmet 212
Oktar, Özgün 250
Okur, Hilal 249, 391
Olgun, Nur 421
Oliva, Marc 244
Önal, Zeynep 234
Onat, Burcu 573
Öncü, Umut 356, 357, 358
Öner, Ertuğ 132
Öngen, Ali Samet 209, 409
Onmaz, Bilal 179
Örgün, Yüksel 300
Orhan, Ayşe 556
Orhan, Hükmü 18
Oskay, Rıza Görkem 498, 499
Oyal, Neşe 278
Özacar, Arda 121, 122, 352
Özacar, Vehbi 404
Özalp, Selim 117, 343, 344
Özaslan, Setenay Pakize 121, 122
Özata, Adem 17, 276
Özay 148
Özbek, Mustafa Yasin 213
Özben, Özlem 217
Özcan, Doğacan 221, 222
Özcan, Doğukan Mert 336, 348
Özcan, Ekrem 555
Özcan, Ercan 57
Özcan, Nazlı Tunar 151
Özcan, Orkan 156, 246, 331, 342
Özcan, Şeyma 151
Özcan, Tuğba 539, 543
Özçelik, Abdullah 117
Özçelik, Mehmet 503
Özdağ, Özkan Cevdet 118, 356, 357, 358
Özdemir 148
Özdemir, Ahmet 347
Özdemir, Ceren Sıla 415
Özdoğan, Ali Koray 206, 532, 558
Özdoğan, Eylem 30
Özdoğan, Gizem 532
Özege, Selin 150
Özek, Serap Bedel 75
Özel, Nurcan Meral 117, 123
Özel, Sevda 95
Özel, Sevinç 345, 346
Özener, Haluk 117
Özerk, Orhan Cem 17
Öz, Fatma 424
Özgen-Erdem, Nazire 28, 129
Özgen, Kaan 545
Özgül, Fatih 503
Özgür, Cahit 407
Özkan-Altıner, Sevinç 134
Özkan, Bayram 563
Özkan, Mustafa Furkan 430
Ozkan, Mustafa Kemal 398
Özkan, Mutlu 59, 299, 309, 367
Özkan, Nur Cihan 92, 103
Özkaptan, Murat 247, 387
Özkara, Ayşe 73, 76
Özkaymak, Çağlar 334, 335, 336, 348, 356, 357, 358, 359
Özkul, Mehmet 10, 285, 454
Özmen, Bülent 87
Özpolat, Emrah 265
Özsayın, Erman 349
Özşeker, Koray 179
Özsoy, Burcu 248, 250
Özsoy, Rengin 439
Özsöz, İlkin 461
Öztaşkın, Harun 91
Öztaş, Turgut 2
Öztemur, Muhammet 156
Öztoprak, Sadık 235
Öztürk, Alican 530
Öztürk, Cengiz 278
Öztürker, Ahmet Rasimcan 344
Öztürker, A. Rasimcan 343
Öztürk, Erol 319
Öztürk, Esra 420
Öztürk, Furkan 566
Öztürk, Hüseyin 185
Öztürk, Özdeyiş 55
Öztürk, Uğur 257
Özyalçın, Cem 60
Öz, Yiğit 133
Özyıldırım, Özcan 348, 353, 438
Özyol, Feride 404
Özyurt, Merve 388

P

Palas, Serkan 78, 79
Pan, Qi-Qi 298
Parlak, Oktay 475
Parlak, Osman 307, 312
Patel, Daniel 197
Pehlivan, Ecenur Bulur 78, 79
Peiffer, Stefan 167
Pires, Lawrence 201
Pirot, Guillaume 541
Pirpir, Tanzer 83
Pişkin, Emin 448
Pınarcı, Emre 320
Polat, Remzi 123
Poşluk, Evren 323
Poyraz, Selda Altuncu 123

R

Rajjoub, Mohammad Anas 367
Rezaeian, Mahnaz 108
Rizeli, Mustafa Eren 183
Robertson, Alastair 312
Robertson, Stuart 521
Rojay, Bora 341
Rostm, Renas Ali 387

S

Saatçi, Mehmet 560
Sabatier, Pierre 7
Sabuncu, Asen 233

Saç, Murat 421
Safarov, Mirza Agha 334, 335
Sağın, Özlem Toygar 301
Şahindur, Behzat Ersen 559
Şahiner, Eren 19, 249, 352
Şahiner, Furkan 336, 338, 339
Şahin, Kerem 56
Şahin, Melisa 45, 49, 50
Şahin, Sabah Yılmaz 281, 518, 524
Şahin, T. Elif Özel 302
Saka, Simge Oğuz 181
Şalcı, Recep 117, 124
Salman, İrem 249, 391
Sançar, Taylan 350, 351
Sanjuan, Josep 129
Şans, Gökhan 166
Santos, Jose F. 240
Sapancı, Özgür 191
Sar, Abdullah 183
Saraç, Elif Haskılıç 453
Saraç, Gerçek 278, 390
Sari, Erol 230
Sarı, Enver 117
Sarıgül, Volkan 137
Sarıkaya, Ahmet 487
Sarıkaya, M. Akif 244
Sarıkaya, Mehmet Akif 251, 342, 349, 350, 351
Sarı, Ramazan 561, 563, 564
Sarış, Faize 261
Şaroğlu, Fuat 9, 26
Şaşmaz, Ahmet 232
Savaşçın, Mehmet Yılmaz 508
Sayılı, İ. Sönmez 35, 447
Sayılı, Sönmez 519, 520, 525
Sayın, Ülkü 18
Sayıt, Kaan 363
Saylan, Kemal 513
Saylor, Joel 61
Saylor, Joel E. 60
Scarlato, Piergiorgio 439
Seçen, Bahadır 349, 350, 351
Şekerci, Fatih 167
Şeker, Kadir 518, 524
Şekeryapan, Ceran 43
Selbesoğlu, M. Oğuz 250
Selbesoğlu, Oğuz 249
Selby, David 302
Semiz, Barış 321, 454
Şen, Ahmet Dündar 298
Şenalp, Muhittin 381
Şen, Cüneyt 245, 249, 560
Sendir, Hüseyin 216
Şen, Erdal 440
Şener, Mehmet 208
Şener, Mehmet Furkan 211
Şengün, Fırat 181
Şenöz, Gürtuğ 270
Seong, Yeong Bae 244
Sevgi, Mehmet Ali 278
Sevim, Fatih 212
Sevim, İsmail 410, 412, 413
Sezer, Narin 230
Sherlock, Sarah 310
Şimşek, Barbaros 78, 234
Şimşek, Celalettin 404, 410, 413, 421
Şimşek, Elif 221, 222
Şimşek, Emrah 141, 278, 312
Sinanoğlu, Derya 28
Sipahi, Ferkan 75, 445, 513, 577
Softa, Mustafa 63, 118, 147, 256, 346, 356, 357, 358, 464
Sökmen, Emine 273
Solak, Cemile 138
Solak, Halil İbrahim 338, 339
Sönemz, Kerem Meftun 280
Songören, O. Taner 517
Sönmez, Egemen 161
Sönmez, Meftun Kerem 276
Sönmez, Yunus 564
Soycan, Havva 55
Sözbilir, Hasan 117, 118, 215, 345, 346, 356, 357, 358, 421, 464
Sözeri, Koray 278, 517, 519, 520, 523, 525, 529
Stefano, Agata Di 108
Stigter, Tibor 416
Stoica, Marius 113
Stuart, Finlay 109
Stuart, Finlay M. 180
Su, Ben-Xun 298
Süha, Deniz Varıl 348
Sülükçü, Selma 407
Sülünoğlu, Nihat 397
Sümer, Ökmen 30, 113, 334, 335, 336, 359
Sunal, Gürsel 354
Sundell, Kurt 60
Sünnetci, M. Oğuz 317, 431, 451
Sunyé-Puchol, Ivan 439
Sütcü, Emine Cicioğlu 497
Suzuki, Kenta 44

T

Tada, Ryuji 44
Tada, Toshihiro 44
Tagliasacchi, Ezher 11, 50, 392
Talas, Ezgi 229, 231
Tanyaş, Hakan 94
Tapırdamaz, M. Cengiz 212
Taptık, Avni 560
Tarancıoğlu, Adil 212
Tarhan, Saffet 546
Taş, Ali Osman 149
Taşkın, Nurcihan 404, 421
Taşkıran, Lütfi 214, 347
Taşköprü, Caner 421
Taslı, Kemal 138
Taş, Zehra 200
Tatar, Mehmet 448
Tatar, Orhan 94, 117, 124
Tavazzani, Lorenzo 439
Tavlan, Metin 63
Teker, Yeliz 101
Tekin, Bekir 449
Tekin, Çiğdem Samancı 92, 103
Tekin, Senem 427
Tekin, Taner 341, 351
Tekin, Uğur Kağan 363
Temizel, Esra Hatipoğlu 74
Teoman, Uğur Mustafa 123
Tepe, Çiğdem 359
Tepekıran, Gürkan 117
Terzioğlu, Yavuz 563
Tetiker, Sema 381, 423
Tezcan, Abdulkadir 117
Tezcan, Devrim 355
Tezel, Ahmet 123
Tezel, Büşra 142
Tezel, Seray Işık 212, 486
Tezer, Azime 90
Ti rï nga, Deniz 187
Tiryakioğlu, İbrahim 338, 339
Tokcaer, Murat 421
Toklu, Mert 347
Toklu, M. Mert 413
Tokoğlu, Mustafa 564
Tok, Turgut 55
Tombaktepe, Yusuf 560
Topak, Yusuf 110
Topal, Savaş 147, 256
Toprak, İbrahim 198
Toprak, Özlem 464
Toprak, Selami 525
Toprak, Vedat 27, 272, 273, 341
Topuz, Gültekin 55, 58, 311
Törk, A. Koray 407
Törk, Koray 411
Tosuner, Serdar 200
Tsend-Ayush, Nyambayar 354
Tuğrul, Atiye 543, 573
Tükel, Fatma Şişman 177, 524
Tuncay, Anıl Levent 260
Tuncay, Ercan 67, 130, 390, 394
Tunçdemir, Vahdet 55
Tuncer, Alaettin 50, 349
Tunoğlu, Cemal 129, 278
Turco, Elena 108
Türesin, Fevzi Mert 372
Turhan, Fatih 123
Turhan, Nurdan 83
Türkistanlı, Ali 546
Türkmen, Sedat 414
Türkoğlu, Meltem 117, 449
Türkseven, Hüseyin 527
Türkseven, Nagehan 527

Tutay, Yüksel Örgün 419

U

Uçar, Gökhan 318
Uçarkuş, Gülsen 232, 355
Uçar, Tuğçe 94, 311
Üçüncü, Osman 451
Uğural, Güliz 198
Uğurlu, İbrahim Olgun 376, 377
Uğur, Mehmet Ali 338
Ulaş, Abdulsamet 155
Ulaş, Enes 155
Ulianov, Alexey 304
Ulusay, Reşat 317
Ulusoy, İnan 124, 440
Ünal, Alp 241, 242
Ünal, Burak Can 477, 479
Ünal, Ceren Erüst 493
Ünal, Erdoğan 528
Ündül, Ömer 225
Üner, Burcu 523, 524
Üner, Serkan 349
Üner, Tijen 178
Ural, Melek 363, 433
Uras, Yusuf 420
Ürün, Şule 24
Üsdün, Hasan Çağlar 376, 377
Uslular, Göksu 23, 119, 184, 248, 250, 441
Usta, Doğan 56
Usta, Engin 198
Ustaömer, Timur 555
Üstün, Ayla Bulut 17
Utku, Mehmet 118, 346
Utmanoğulları, Mahmut 110
Uysal, İbrahim 245, 298, 301, 491
Uysal, Tuğba 517
Uzel, Bora 50, 108, 113, 352
Uzelli, Taygun 421
Uzumer, Ali 187
Uzun, Fulya 58

V

Vadilli, Oğuz 412
Vardar, Denizhan 246, 249
Vardar, Serdar 132
Varılsüha, Deniz 353
Varol, Elif 186, 301
Varol, Nehir 87
Varol, Umut Mert 44, 141
Vassilev, Oleg 249, 250
Vassılev, Oleg 246
Vaydoğan, Emrah 213
VeselinaNakova 8
Viyan, Almahmada 134
Vockenhuber, Christof 261
Vural, Nil 573

W

Walecki, Rafal 201
Wilcken, Klaus 350, 351

Y

Yağan, Yüksel 117
Yağcıoğlu, Kıymet Deniz 149, 312
Yağmur, Mustafa 88, 401
Yakuopoğlu, Nurettin 232, 233
Yakupoğlu, Cerennaz 232, 233
Yakupoğlu, Türker 397
Yalçın, Ayyüce 540
Yalçın, Burcu 89
Yalçın, Cihan 485, 566
Yalçıner, Ahmet Cevdet 117, 121, 122
Yalçın, Mustafa Gürhan 422
Yalvaç, Oğuzhan 337, 340
Yalvaç, Sefa 339
Yamada, Katsura 44
Yaman, H. Eray 404
Yamantaş, Ahmet Yaşar 539, 543
Yapıcı, Nil 448
Yaşar, Recep 559
Yaşar, Taliye 1
Yasin, Didem 216, 347
Yavaş, Fatma 278, 280
Yavaşoğlu, Hasan Hakan 248, 338
Yavaşoğlu, H. Hakan 250
Yavaş, Ömer Murat 101
Yavuz, Nurdan 44, 280, 387, 390
Yavuzoğlu, Ayhan 343
Yavuz, Sultan 407
Yedek, Özgür 15, 541
Yelken, Emre 123
Yenitepe, Zeynep 419
Yerli, Büşra 356, 357, 358
Yeşilova, Çetin 397
Yeşilyurt, Serdar 260, 261
Yetim, Suzan Müge 374
Yiğit, Banu Bitlis 50
Yiğit, Cemal Özer 339
Yıldırım, Cengiz 156, 244, 251, 331, 342, 344
Yıldırım, Cenk 318, 319
Yıldırım, Ece 217
Yıldırım, Esra 564
Yıldırım, Muhiddin Can 338, 339
Yıldırım, Nail 312, 564
Yıldırım, Ümit 430
Yıldız, Ahmet 348, 353, 438, 489
Yıldız, Fulay 234
Yıldız, Hasan 214
Yıldız, Mehmet Şafi 235
Yıldızoğlu, Selim 388
Yıldız, Seray Çınar 336
Yılmaz, Abdüssamet 94
Yılmaz, Erhan 372
Yılmaz, Erkan 260, 264
Yılmazer, Sinan 58
Yılmaz, İsmail Ömer 13
Yılmaz, Mehmet 173
Yılmaz, Mehtap 410
Yılmaz, Murat 573
Yolcubal, İrfan 412
Yousef, Khalid 462, 469, 470
Youssof, Mohammad 462, 469, 470
Yu, Byung Yong 244
Yüce, Ali Atalay 343, 344
Yüceer, Cem Sacit 539
Yüce, Galip 216, 347
Yücel, Çiğdem 410, 412, 413
Yücel, Tahsin Onur 15
Yücesan, Berker 156
Yüksek, Ömer 451
Yüksel, Okan 551
Yulu, Adem 278
Yurtoğlu, Gökhan Murat 71
Yürür, M. Tekin 54

Z

Zabcı, Cengiz 150, 354, 355
Zahrani, Abdullah Al 559
Zaman, Semih 403
Zeybek, Halil İbrahim 577
Zhang, Zhou 353
Zhou, Mei-Fu 297
Zhu, Di-Cheng 308
Zor, Ekrem 212
Zorlu, Kenan 280
Zwan, Froukje M. van der 180

 tmmobjmo  tmmobjmo

 jeolojimuhendisleriodasi

 tmmob-jeoloji-mühendisleri-odası

 www.youtube.com/c/JeolojiMühendisleriOdası