DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SOMA-KIRKAĞAÇ FAYININ PALEOSİSMOLOJİSİ VE UZUN/KISA DÖNEM KAYMA HIZININ DEĞERLENDİRİLMESİ, MANİSA, BATI ANADOLU

Büşra YERLİ

Ekim, 2022
İZMİR

SOMA-KIRKAĞAÇ FAYININ PALEOSİSMOLOJİSİ VE UZUN/KISA DÖNEM KAYMA HIZININ DEĞERLENDİRİLMESİ, MANİSA, BATI ANADOLU

Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Uygulamalı Jeoloji Programı

Büşra YERLİ

Ekim, 2022

İZMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

BÜŞRA YERLİ tarafından **PROF. DR. HASAN SÖZBİLİR** yönetiminde hazırlanan "**SOMA-KIRKAĞAÇ FAYININ PALEOSİSMOLOJİSİ VE UZUN/KISA DÖNEM KAYMA HIZININ DEĞERLENDİRİLMESİ, MANİSA, BATI ANADOLU**" başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

……

Prof. Dr. Hasan SÖZBİLİR

Yönetici

Prof. Dr. Ercan AKSOY

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Talip GÜNGÖR

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Okan FISTIKOĞLU

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmalarım sürecinde bilim yolunda bana ışık tutan ve bakış açımı değiştirip beni cesaretlendiren, zorlandığım aşamalarda bilime beni daha çok yaklaştıran ve çalışma gayretimin artmasını sağlayan, yoğun iş temposu arasında, çok değerli vakitlerini ayırarak bilgi, birikim ve yardımlarını esirgemeyen, tez danışmanım saygıdeğer hocam Prof. Dr. Hasan SÖZBİLİR'e çok teşekkür ederim.

Olumlu ve yapıcı eleştirileriyle ilerlememi sağlayan, bilimsel bilgi yönünde her zaman kendisinden çok şey öğrendiğim, desteğini hissettiğim değerli hocam Araş. Gör. Dr. Mustafa SOFTA'ya, eğitim sürecim boyunca tecrübe ve bilgi birikimleriyle kendilerinden çok şey öğrendiğim değerli hocalarım, Doç. Dr. Ökmen SÜMER'e (Dokuz Eylül Üniversitesi) ve Dr. Öğr. Üyesi İsmail IŞINTEK'e, kullanılan GIS programlarında her zaman yardımcı olan saygıdeğer hocam Doç. Dr. Ali GÜL'e teşekkür ederim. Dokuz Eylül Üniversitesi Deprem Araştırma Uygulama Merkezinde çalışmalarından, tecrübelerinden edindiğim bilgiler ve her zaman destekleri için Öğr. Gör. Dr. Özkan Cevdet ÖZDAĞ ve Mehmet Fatih BÜYÜKTOPÇU'ya teşekkür ederim.

Tez çalışmaları MSC Jeoteknik Sondajcılık İnşaat Mühendislik San. Tic. Ltd. Şti.'nin Manisa ili, Kırkağaç ilçesi, 6. Jandarma Komando Eğitim Alay Komutanlığı 437 Ada 84 Parsel 1/5000 Ölçekli J19D-14A, J19D-14D ve 1/1000 Ölçekli J19D-14A-4C, J19D-14A-3D, J19D-14A-3C, J19D-14D-1B, J19D-14D-2A, J19D-14D-2B, J19D-14D-1C, J19D-14D-2D, J19D-14D-2C nolu paftalarda yer alan yaklaşık 150.33 ha. alanın 1/5000 Ölçekli Nazım ve 1/1000 Ölçekli Uygulama İmar Planına Esas Jeolojik – Jeoteknik Mikrobölgeleme Etüt Raporu çalışmaları kapsamında yapıldığı için sağlanan maddi destekten dolayı MSC Jeoteknik Sondajcılık İnşaat Mühendislik San. Tic. Ltd. Şti.'ye teşekkür ederim.

Arazi çalışmalarında ve tez yazım sürecinde olan yardım ve destekleri için değerli arkadaşlarım ve meslektaşlarım Açelya BULGURCU'ya, Birhan AYDIN'a, Hasan Kaan DEMİR'e ve diğer çalışma arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Hayatımın en zorlu dönemlerinde her koşulda yanımda olan, bana benden çok güvenen arkadaşlarım mimar Deren GÜRKAN'a, proje yönetim asistanı Deniz BULUT'a ve jeoloji mühendisi Açelya BULGURCU'ya ayrıca teşekkür ederim, iyi ki varsınız.

Eğitim hayatım boyunca her zaman yanımda olup, her imkânı sağlayan, bana güvenen ve destek olan, gururlandırmaktan gururlandığım annem Sebahat YERLİ'ye, okumak istediğin yere kadar yanındayım kızım sözleriyle desteğini her zaman hissettiğim babam Recep YERLİ'ye, ablam Kübra ÇANKAYA'ya çok teşekkür ederim.

Büşra YERLİ

SOMA-KIRKAĞAÇ FAYININ PALEOSİSMOLOJİSİ VE UZUN/KISA DÖNEM KAYMA HIZININ DEĞERLENDİRİLMESİ, MANİSA, BATI ANADOLU

ÖZ

Bu çalışmanın amacı, Kırkağaç Grabenini denetleyen Kırkağaç Fayı ile ilişkili yapısal ve jeomorfolojik-morfometrik analizlerle paleosismolojik özelliklerin incelenerek güncel aktivitesini tartışmak ve depremselliğini yorumlamaktır.

Türkiye'deki sismik aktivitenin yoğun olduğu Batı Anadolu Graben Sistemi'nde yer alan Soma ve Kırkağaç Grabenleri; KD-GB, D-B, K-G ve KB-GD uzanımlarındaki 3 geometrik segmente sahip Soma-Kırkağaç Fay Zonu (SKFZ) tarafından denetlenmektedir. Zonun Öveçli-Bakır hattı Kırkağaç Fayı (KF) olarak adlandırılmıştır. Fay düzlemlerindeki kinematik veriler ile KF üzerindeki ilk hareketin sağ yanal doğrultu atımlı faylanma şeklinde geliştiği, son hareketin ise eğim/oblik atımlı normal fay şeklinde olduğu saptanmıştır.

KF'nin denetlediği havzaların deformasyon desenini ve göreli aktiflik derecelerini belirleyebilmek ve Kocatepe Horstu'nun yükselim hızına dair yaklaşımda bulunabilmek için morfometrik çalışmalar (Dağ önü cephesi eğriliği-Smf; vadi tabanı genişliği-yüksekliği oranı-Vf; asimetri faktörü-AF; havza şekli geometrisi-Bs; akarsu eğim-uzunluk (Hack) indisi-SL; hipsometrik eğri-HC ve hipsometrik integral-HI ve kaya dayanım parametreleri), gerçekleştirilmiştir. Kırkağaç Fayı'nın Kırkağaç segmenti boyunca kayma/yükselim oranı minimum 0.55 mm/yıl olarak hesaplanmıştır.

Kırkağaç Fayı'nda hendek tabanlı paleosismoloji çalışması yapmak için toplam 6 adet hendek açılmıştır. Hendek kazılarından saptanan olaylar birlikte ele alındığında, fayın geçmişte 5 adet depreme kaynaklık ettiği belirlenmiştir. Farklı olaylar olarak saptanan 2 deprem, R programlama ve Oxcal dilinde birlikte istatistiki değerlendirildiğinde; E1: 22.6±10.4 by ve E2: 1.8±0.9 bin yıl olarak tarihlendirilmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre E2 olayı MÖ 680 ile MS 920 tarihleri arasındaki depremleri kapsamakta olup MS 253 depremine karşılık gelebildiği yorumlanmıştır.

Anahtar kelimeler: Soma-Kırkağaç Fay Zonu, Diri Fay, Paleosismoloji, Morfometrik İndis

PALEOSISMOLOGY OF SOMA-KIRKAĞAÇ FAULT AND EVALUATION OF LONG/SHORT-TERM SLIP RATE, MANİSA, WESTERN ANATOLIA

ABSTRACT

The aim of this study is to discuss its current activity and interpret its seismicity by examining the paleoseismological features of the Kırkağaç Fault, which controls the Kırkağaç Graben, with structural and geomorphological-morphometric analyzes.

Soma and Kırkağaç Grabens located in the Western Anatolian Graben System, where seismic activity is intense in Turkey; It is overseen by the Soma-Kırkağaç Fault Zone (SKFZ), which has 3 geometric segments in NE-SW, E-W, N-S and NW-SE extensions. The Öveçli-Bakır line of the zone is named as Kırkağaç Fault (KF). With the kinematic data on the fault planes, it was determined that the first movement on the KF developed as right lateral strike-slip faulting, and the last movement was in the form of dip/oblique slip normal fault.

Morphometric studies in order to determine the deformation pattern and relative activity degrees of the basins controlled by KF and to make an approximation of the uplift rate of Kocatepe Horst. The slip/rise ratio was calculated as a minimum of 0.55 mm/year along the Kırkağaç segment of the Kırkağaç Fault.

A total of 6 trenches were dug in order to carry out paleoseismology studies on the Kırkağaç Fault. When the 2 earthquakes, which were determined as different events, were evaluated statistically together in R programming and Oxcal language; E1: 22.6±10.4 by and E2: 1.8±0.9 thousand years. The results showed the E2 event covers the earthquakes between 680 BC and 920 AD and it has been interpreted that it can correspond to the 253 AD earthquake.

Keywords: Soma-Kırkağaç Fault Zone, Active Fault, Paleoseismology, Morphoometric Index

İÇİNDEKİLER

Sayfa

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU ii

TEŞEKKÜR…… iii

ÖZ……. v

ABSTRACT……. vii

ŞEKİLLER LİSTESİ xi

TABLOLAR LİSTESİ xvii

BÖLÜM 1-GİRİŞ…. 1

1.1 Çalışma Alanı 1

1.2 Amaç 4

1.3 Yöntemler 4

1.3.1 Literatür Çalışmaları 4

1.3.2 Arazi Çalışmaları 5

1.3.3 Ofis Çalışmaları 6

1.4 Önceki Çalışmalar 7

BÖLÜM 2-STRATİGRAFİ 15

2.1 Miyosen Öncesi Kaya Birimleri (İzmir-Ankara Zonu) 15

2.1.1 Kınık Formasyonu 17

2.1.2 Kırkağaç Formasyonu 18

2.1.3 Avgediği Formasyonu 19

2.1.4 Pilavtepe Formasyonu 19

2.2 Neojen Kaya Birimleri 20

2.3 Pliyo-Kuvaterner Birimleri 25

BÖLÜM 3-YAPISAL JEOLOJİ 29

3.1 Bölgesel Tektonik 29
3.2 Kırkağaç Fayı 31
3.2.1 Arazi Verileri 33
3.2.2 Kinematik Analiz 39

BÖLÜM 4-TEKTONİK JEOMORFOLOJİ 47

4.1 Jeomorfolojik Göstergeler 48
4.1.1 Drenaj (Akaçlama) Havzaları 49
4.1.2 Dağ Önü Çizgiselliği ve Eksenel Nehir 50
4.1.3 Alüvyon Yelpazesi (Birikinti Konisi) 52
4.1.4 Üçgen Yüzeyler (Fay Sarplığı-Ütüaltı Yapısı) 52
4.2 Morfometrik İndisler 53
4.2.1 Dağ Önü Sinüslüğ (Smf) 53
4.2.2 Vadi Taban Genişliği-Yüksekliği Oranı (Vf) 56
4.2.3 Asimetri Faktörü (AF) 57
4.2.4 Havza Şekli Analizi (Bs) 57
4.2.5 Akarsu Eğitim-Uzunluk (Hack) İndisi (SL) 58
4.2.6 Hipsometrik Eğri (HC) ve Hipsometrik İntegral (HI) 59
4.2.7 Kaya Dayanım Parametreleri 60
4.3 Kırkağaç Fayı Morfotektoniği 60
4.3.1 Dağ Önü Cephesi Eğriliği İndisi (Smf) 65
4.3.2 Vadi Taban Genişliği-Yüksekliği Oranı İndisi (Vf) 65

4.3.3 Asimetri Faktörü İndisi (AF) 67
4.3.4 Havza Şekli Analizi İndisi (Bs) 68
4.3.5 Akarsu Eğitim-Uzunluk (Hack) İndisi (SL) 68
4.3.6 Hipsometrik Eğri ve İntegral İndisi (HI-HC) 69

BÖLÜM 5-PALEOSİSMOLOJİ 70

5.1 Bölgenin Sismotektoniği 70
5.1.1 Tarihsel Dönem Depremleri 72
5.1.2 Aletsel Dönem Depremleri 75
5.2 Tanım ve Metodoloji 80
5.2.1 Hendek Yeri Seçimi ve Kazı Çalışmaları 80
5.2.2 Hendek Duvarlarının Temizliği ve Karelajlanması 82
5.2.3 Loglama ve Fotomozaik Oluşturma 83
5.2.4 Örnekleme ve Yaşlandırma 84
5.3 Paleosismolojik Hendek Çalışmaları 86
5.3.1 Kovuklu Hendeği 87
5.3.2 Kırkağaç Hendeği 90
5.3.3 Kazan Hendeği 97
5.3.4 Keçeli Hendeği 100
5.3.5 Uzun Hendeği 103
5.3.6 Öndere Hendeği 107
5.4 Faylanma Olaylarının Değerlendirilmesi 111

BÖLÜM 6-SONUÇLAR 113

KAYNAKLAR 115

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 Çalışma alanının yer bulduru haritası. a) Türkiye'deki ana neotektonik dönem yapıları gösterir harita, mor kalın oklar levha hareketlerinin yıllık levha hızını göstermektedir, b) Manisa il sınırları içerisinde çalışma alanının yeri, c) Soma-Kırkağaç Fay Zonu üzerinde çalışma alanının yeri 1

Şekil 1.2 Topografik ögeleri ve Kırkağaç Fayı'nı gösterir 1/25000 ölçekli diri fay haritası 2

Şekil 1.3 J19d2 ve J19d3 paftalarının SYM üzerindeki yerini gösterir harita 7

Şekil 2.1 Çalışma alanının jeoloji haritası 16

Şekil 2.2 Çalışma alanının genelleştirilmiş litostratigrafik kolon kesiti 17

Şekil 2.3 Kırkağaç Formasyonu kireçtaşları 18

Şekil 2.4 Kırkağaç Fayı ön bağlantı fay kolunun kestiği Soma Formasyonu ve Kuvaterner çökeller 23

Şekil 2.5 a. Deniş Formasyonu yeşilimsi çamur kayaları, b. Yol kenarı su kanalı tabanında gözlenen opal düzeyi 24

Şekil 2.6 Pliyo-Kuvaterner Kumköy Formasyonu'nda oluşmuş faylar ve kıvrımlar 27

Şekil 3.1 İzmir- Balıkesir Transfer Zonu (IBTZ)'nun Batı Anadolu içindeki yeri ile çalışma alanının bölgedeki konumu 30

Şekil 3.2 Soma-Kırkağaç Fay Zonu'nun a. Türkiye Diri Fay Haritası'ndaki yeri, b.Kırkağaç Fayı ve çalışma alanının diri fay haritasındaki yeri..... 32

Şekil 3.3 a. Kırkağaç segmenti fay aynası arazi görüntüsü, b. Bakır segmentinin arazi görüntüsü, c. SKFZ'yi ve aktarım rampasında fay kollarını birbirine bağlayan bağlantı faylarının yerlerini gösteren Google Earth görüntüsü, d. Güney kol bağlantı fayı, e. Kuzey kol bağlantı fayı..... 34

Şekil 3.4 Kırkağaç Fayı üzerinde birikmiş kolüvyal çökeller, b. Fay düzlemine paralel oluşmuş açılma çatlağı 35

Şekil 3.5 a. KF Bakır Segmenti b. İki farklı yüzeyin ve hareketin olduğu fay aynası 35

Şekil 3.6 Uzun ve Öndere hendekleri güneyinde gözlenen Kırkağaç Fayı, lokasyonu ve fay düzleminden alınan doğrultu/eğim ve yatım açısı ölçümleri 36

Şekil 3.7 Bakır köyünün güney girişindeki içme suyu arıtma tesisi güneyindeki Kırkağaç Fayı, lokasyonu ve fay düzleminden alınan doğrultu/eğim ve yatım açısı ölçümleri 37

Şekil 3.8 a. Kırkağaç Fayında segmentleri birbirine bağlayan kuzey bağlantı fayı, yüksek açılı fay düzlemi ve kuzeye doğru basamak benzeri morfoloji gösteren sintetik faylar, b-c. Taban bloğunu Kırkağaç Formasyonu oluşturan Bakır segmenti..... 38

Şekil 3.9 Kırkağaç Fayı ilk hareketine ait veriler a. Keçeli hendeği güneyi Kırkağaç segmentinin en kuzeyindeki veri, b. Bakır köyünü güneybatıdan sınırlayan Bakır segmenti fay düzlemi verileri 39

Şekil 3.10 Kırkağaç Fayı'ndan alınan fay düzlem çözümleri, paleostres yönleri ve lokasyonları 45

Şekil 4.1 Ana ve tali normal fay dikliklerini gösteren topografya, faylanma (yükselme) olayları tarafından üretilen tünemiş teraslar (t1 ve t2) ile bir alüvyon yelpazesi 48

Şekil 4.2 Normal faylanmanın oluşturduğu hızlı deformasyon sonucu oluşan jeomorfolojik göstergeleri gösterir blok diyagram..... 49

Şekil 4.3 Taban bloktaki yuvarlak ve uzunlamasına havza geometri şekilleri 50

Şekil 4.4 Farklı dayanım özelliğindeki litolojilerde normal faylanmanın oluşturduğu jeomorfolojik özellikleri gösterir blok diyagramlar; a. Kireçtaşı, b. Şist ve c. Neojen çökelleri..... 51

Şekil 4.5 Tez kapsamında kullanılan morfometrik indisler 55

Şekil 4.6 Çalışma alanının morfotektonik haritası 61

Şekil 4.7 Fay etkisinde oluşan üçgen yüzeyler ve açılacak hendek lokasyonları 62

Şekil 4.8 Her dağ cephelerinden çıkarsanan aktivite sınıfları için Smf-Vf grafiği. Düşey çizgiler, Vf değerleri için standart sapma (σn-1) değerleridir. Üstteki sayı, Rockwell ve diğer. (1984)'den elde edilen yükselme oranlarını U (mm / y) gösterir. VH: Çok Yüksek, H: Yüksek, H-M: Yüksek ila Orta, M: Orta, M-L: Orta ila Düşük. 66

Şekil 4.9 Aktarım rampasında deformasyon nedeni ve drenaj havzası ilişkisi. a) Aktarım bölgesindeki 3 dönme eksenini gösteren üç boyutlu çizim, R′: Dikey eksenin dönüşüne bağlı Riedel kırıkları, b) ve c) aktarım bölgesinde farklı tabaka yönlerine neden olan, eksen 1 ve eksen 2 etrafında iki dönüş kombinasyonunu gösteren iki boyutlu çizimler, d) Aktarım bölgesinde gelişen bir drenaj havzası modeli 67

Şekil 4.10 Çalışma alanında dağ önleri boyunca hesaplanan 35 havzanın hipsometri eğrileri ve sınıflaması 69

Şekil 5.1 Türkiye'nin ana neotektonik dönem yapıları. Yeşil kalın oklar levha hareketlerinin yıllık levha hızını göstermektedir 71

Şekil 5.2 Çalışma alanı çevresinde meydana gelmiş tarihsel dönem depremlerin ve antik yerleşimlerin Google Earth üzerindeki dağılımı 74

Şekil 5.3 Manisa/Kırkağaç merkezli 50 km'lik çapa sahip alanda bulunan faylar ve meydana gelmiş aletsel depremler 76

Şekil 5.4 Ulusal ve uluslararası sismoloji merkezi istasyonlarına göre 22 Ocak 2020 tarihinde meydana gelen Akhisar (Manisa) depremlerinin ana ve artçı şoklar ile deprem odak mekanizma çözümlerini gösteren MTA 1:250.000 ölçekli diri fay haritası..... 79

Şekil 5.5 12 Eylül 2016 Mw 5.0 (mavi daireler) ve 22 Ocak 2020 Mw 5.5 (beyaz daireler) deprem süreçleri..... 79

Şekil 5.6 Hendek açımı sırasında kullanılan ekskavatör ile kazı çalışmaları 81

Şekil 5.7 Hendek duvarlarındaki yapısal unsurların ve litolojinin açığa çıkması için yapılan temizlik aşaması 82

Şekil 5.8 Hendeklerin duvarlarının 1x1 metre olacak şekilde karelajlanmaları 83

Şekil 5.9 Loglama aşaması ve log örneği, birleştirilmiş hendek fotoğrafları ve gerekli düzeltmeler yapılmış hendek duvarı fotomozaik örneği 84

Şekil 5.10 OSL örnek alım aşamaları a. Yıllık doz örneği alımı, b. Kırmızı ışıkta tüp örneği alımı, c. Alınan örneklerin paketlenmesi ve ilgili loga ve deftere işaretlenmesi 86

Şekil 5.11 Paleosismoloji çalışması yapılan hendeklerin Kırkağaç Fayı üzerindeki yerleri 88

Şekil 5.12 Kovuklu hendeği yeri 88

Şekil 5.13 Kovuklu hendeği iki duvarının fotomozaik ve bilgisayar ortamına aktarılmış hendek logu 90

Şekil 5.14 Fay düzlemi önünde açılması planlanan hendek lokasyonu ve açılmış Kırkağaç hendeği 91

Şekil 5.15 Kırkağaç hendeği iki duvarının fotomozaik ve bilgisayar ortamına aktarılmış hendek logu 93

Şekil 5.16 Kırkağaç hendeği kuzey duvarının deformasyon öncesi istif yorumlaması 95

Şekil 5.17 Kırkağaç hendeği güney duvarının deformasyon öncesi istif yorumlaması 96

Şekil 5.18 Kazan hendeği iki duvarının fotomozaik ve bilgisayar ortamına aktarılmış hendek logu 98

Şekil 5.19 Kazan hendeği kuzey duvarı deformasyon öncesi istif yorumu 99

Şekil 5.20 Kazan hendeği güney duvarı deformasyon öncesi istif yorumu 99

Şekil 5.21 Keçeli hendeği iki duvarının fotomozaik ve bilgisayar ortamına aktarılmış hendek logu 102

Şekil 5.22 Uzun hendeği iki duvarının fotomozaik ve bilgisayar ortamına aktarılmış hendek logu 105

Şekil 5.23 Uzun hendeğinin güney duvarı deformasyon öncesine ilerleyen istifin yorumu 106

Şekil 5.24 Uzun hendeğinin kuzey duvarı deformasyon öncesine ilerleyen istifin yorumu 107

Şekil 5.25 Öndere hendek logu 109

Şekil 5.26 Öndere hendeğinin güney duvarı deformasyon öncesine ilerleyen istifin yorumu 110

Şekil 5.27 Öndere hendeğinin kuzey duvarı deformasyon öncesine ilerleyen istifin yorumu 111

Şekil 5.28 Kırkağaç Segmentinde gerçekleştirilen Kırkağaç hendek kazısından elde edilen verilerin Oxcal ve R programlamasıdna fayın kaynaklık ettiği deprem olaylarını gösteren istatiksel değerlendirme..... 112

TABLOLAR LİSTESİ

Sayfa

Tablo 3.1 Kırkağaç Fayından alınan fay düzlemi kayma ölçümleri ve lokasyonları 40

Tablo 4.1 Kırkağaç Fayı ile denetlenen drenaj havzalarının genel özellikleri 63

Tablo 4.2 Tez kapsamında hesaplanan morfometrik indis sonuçları 64

Tablo 5.1 Kırkağaç Fayı ve segmentlerinin uzunluğuna bağlı olarak üretebileceği maksimum deprem büyüklüğü 72

Tablo 5.2 Çalışma alanı ve çevresinde meydana gelmiş tarihsel dönem depremleri. 73

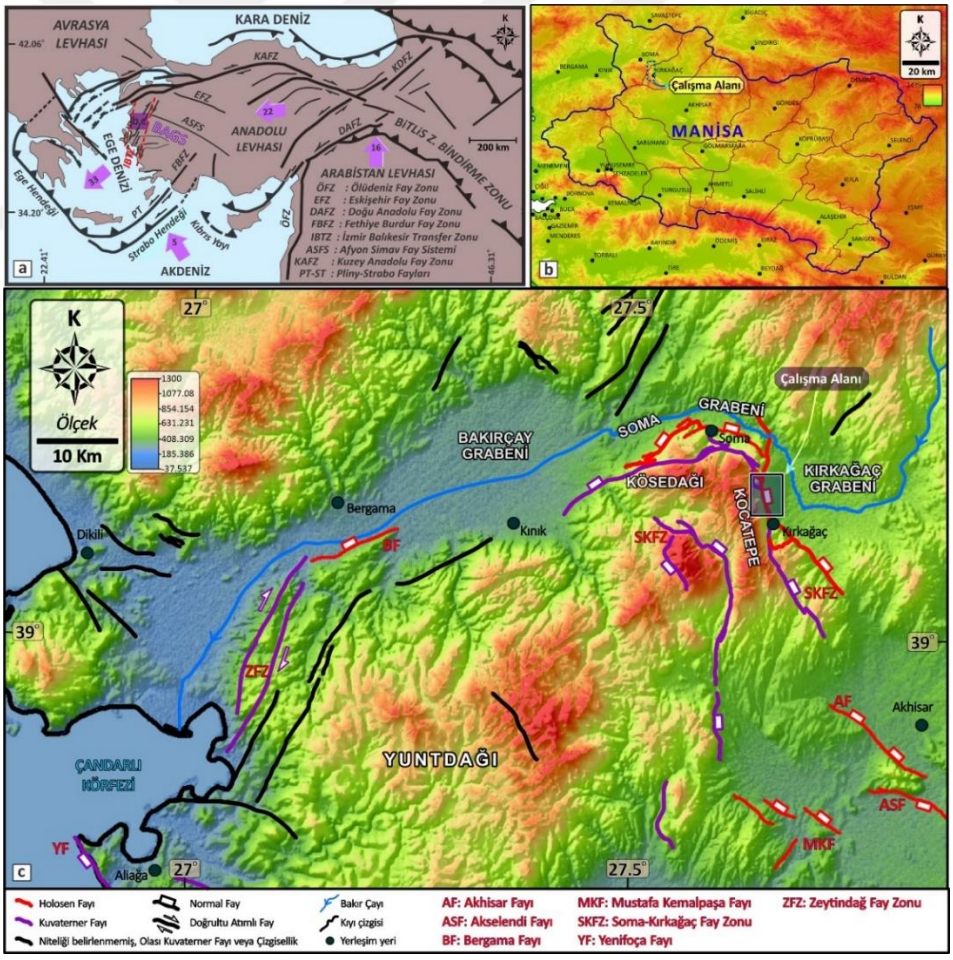
Tablo 5.3 Kırkağaç merkezli 25 km yarıçaplı alan içerisinden geçen fayların parametreleri..... 77

Tablo 5.4 Kırkağaç Fayı için çalışılan hendeklere ait bilgiler 87

BÖLÜM 1
GİRİŞ

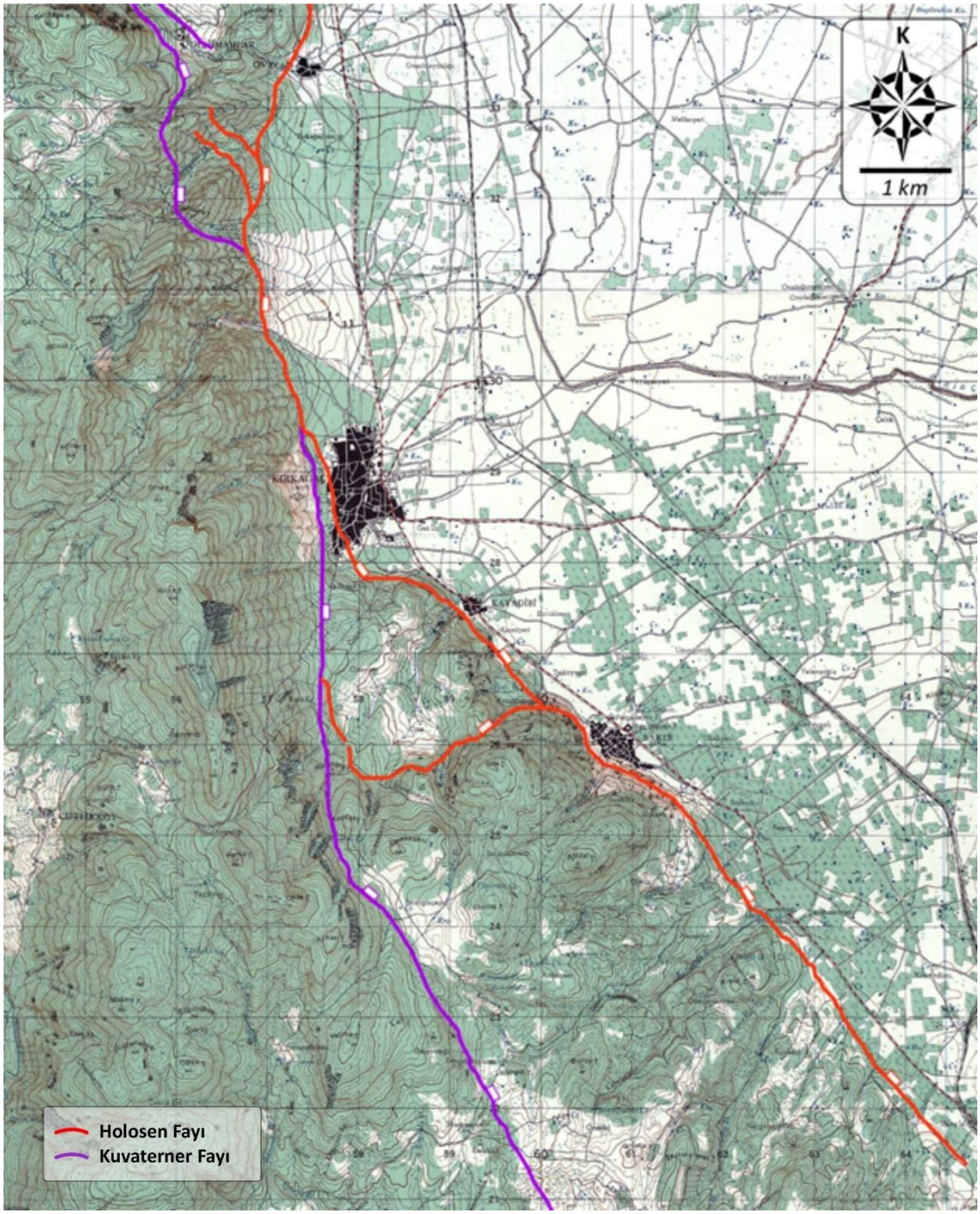
1.1 Çalışma Alanı

Tez alanı Türkiye'nin batısında, 38°05' ve 39°24' kuzey enlemleri ile 27°05' ve 29°07' doğu boylamları arasında yer alan Manisa ilinin Kırkağaç ilçe sınırları içerisinde bulunmaktadır. Kırkağaç ilçe merkezinin 2,5 km batısındaki çalışma alanının güneydoğusunda Akhisar, kuzeybatısında Soma, kuzeyinde Balıkesir'in Savaştepe, Merkez ve Sındırgı ilçeleri bulunmaktadır (Şekil 1.1). Bakır ve Öveçli mahalleleri Kırkağaç ilçe merkezine en yakın yerleşimler olup 6. Jandarma Komando Eğitim Alay Komutanlığı çalışma alanı içerisinde yer almaktadır.



Şekil 1.1 Çalışma alanının yer bulduru haritası. a) Türkiye'deki ana neotektonik dönem yapıları gösterir harita, mor kalın oklar levha hareketlerinin yıllık levha hızını göstermektedir (Okay ve diğer., 2000;

Gürer ve diğer., 2004; Uzel ve Sözbilir, 2008; Özkaymak ve diğer., 2019'dan değiştirilerek; GPS vektör hızları Reilinger ve diğer., 2006'dan alınmıştır), b) Manisa il sınırları içerisinde çalışma alanının yeri (mülki idare sınırları Harita Genel Müdürlüğü internet sayfasından alınmıştır), c) Soma-Kırkağaç Fay Zonu üzerinde çalışma alanının yeri (faylar Emre ve diğer., 2011 ve 2018'den alınmıştır.)



Şekil 1.2 Topografik ögeleri ve Kırkağaç Fayı'nı gösterir 1/25000 ölçekli diri fay haritası (faylar Emre ve diğer., 2011'den alınmıştır)

Volkanik dağ oluşumlarından Yunt Dağı (1076 m.)'nın kuzeydoğusundaki Kösedağı ve Kocatepe yükseltilerinin doğusunda bulunan tez alanı 1/25000 ölçekli Balıkesir J19-d2 ve J19-d3 paftalarında yaklaşık 45 km^2 bir alanı kapsar. Çalışma alanının batısında topoğrafik eğim %20-40 iken; doğuya gidildikçe %0-20 arasında değişmektedir. Çalışma alanı ile paralel uzanan Kocatepe horstunun sarplık topoğrafyasındaki önemli yükseltiler kuzeyden güneye doğru Deveboynu Tepe (600 m.), Kazan Tepe (590 m.), Sivrikaya Tepe (500 m.), Orta Tepe (942 m.), Koca Tepe (1056 m.), Kocakaya Tepe (1073 m.), Küfrah Tepe (865 m.), Devekaşanı Tepe (656 m.), Orta Tepe (635 m.) ve Abide Tepe (576 m.) olarak gözlenebilmektedir (Şekil 1.2). Bu yükseltiler genelde su bölümü çizgisini oluşturan zirve noktaları olup alanın bugünkü jeomorfolojik özelliklerinin kazandırılmasında, farklı zamanlarda gerçekleşen tektonik hareketler ile akarsu aşındırma ve biriktirme mekanizmaları etkin rol oynamıştır.

Batı Anadolu Graben Sistemi içerisinde yer alan çalışma alanı, bölgesel ölçekte Kırkağaç Grabeninin batı sınırı üzerindedir. Kırkağaç Grabeni kuzeyden Soma Grabeniyle (Şekil 1.1c) sınırlanan, K-G doğrultusundaki bakışımsız aktif bir çöküntü alanıdır. Alanın doğusunda sarp bir topografya ile birçok D-B gidişli akarsu sistemi görülür ve Kovuklu Dere ile Deveboynu Dere en derin vadileri ve sarplık topografyayı oluşturan derelerdir (Şekil 1.2). Yazları sıcak ve kurak, kışları da ılık ve yağışlı olup Akdeniz iklimi görülen bölgedeki bu akarsular, kışın yağış ile Kırkağaç Grabeninden geçen Bakırçay Nehri'ne akarlar. Kırkağaç Grabenine kuzeydoğudan akan nehir, Kırkağaç ilçe merkezini batısında bırakarak daha dar olan Soma Grabeninden ve ardından Bakırçay Grabeninden geçerek Çandarlı'dan denize dökülür (Şekil 1.1c).

Çalışma alanında Bakırçay Nehri ana drenaj sistemini oluşturmaktadır ve bu nehir sayesinde verimli tarım alanlarına sahip olan Kırkağaç ilçesinin en önemli geçim kaynağı tarımdır. Başlıca tarım ürünü kavun olan ilçe merkezinin doğusundan çalışma alanına paralel olarak, Manisa ve Balıkesir illerini bağlayan karayolları ve demiryolu güneydoğu-kuzeybatı yönünde geçmektedir.

1.2 Amaç

Yüksek lisans çalışmasının amacı; (i) Soma-Kırkağaç Fay Zonu'nun bir parçası olan Kırkağaç Fayı (KF) boyunca gelişen jeomorfolojik ögelerin deformasyon desenini ve morfometrik parametreler ile bölgenin göreli aktiflik derecesini belirleyebilmek ve Kocatepe Horstu'nun yükselim hızına dair yaklaşımda bulunarak bölgesel ölçekte Batı Anadolu tektoniği ile karşılaştırmak, (ii) bölgenin sismotektoniğini tartışarak günümüz morfolojisini denetleyen fay için hendek tabanlı paleosismoloji çalışmaları ile tarihsel/tarih öncesi deprem sayısını bulabilmek ve KF'nin uzun/kısa dönem kayma hızını saptayabilmek şeklindedir.

1.3 Yöntemler

Bu bölümde, toplanan ve incelenen verilerin değerlendirilmesi ve sunulması için yöntemler açıklanarak aktarılmıştır. Yüksek lisans çalışması kapsamında Batı Anadolu'da ve dünyada yapılmış önceki çalışmalar incelenmiş, sonrasında Kırkağaç ve çevresinde bugüne kadar yapılan jeolojik çalışmalar değerlendirilmiştir.

1.3.1 Literatür Çalışmaları

Literatür çalışmalarıyla Kırkağaç ve Soma çevresi özelinde önceden yapılmış jeolojik, jeomorfolojik, sismotektonik ve paleosismolojik çalışmalar araştırılmış, Batı Anadolu'da yapılmış olan çalışmalar ile değerlendirilmiştir. Literatür çalışmalarıyla, öncelikle bölgenin jeolojisi hakkında bir fikir sahibi olunmuş, çalışmanın ana yapısal unsuru olan Soma-Kırkağaç Fay Zonu (SKFZ) ve bu zonun segmentasyonu, aktarım rampası oluşturması ve sınırladığı havzalar (Soma ve Kırkağaç Grabenleri), önceden yapılmış çalışmalar bazında araştırılmıştır.

20.yy'ın başlarından günümüze kadar Kırkağaç Grabeni ve yakın çevresinde yapılan çalışmalar çoğunlukla bölgenin evrimsel süreci, jeolojisi, SKFZ segmentlerinin kinematik özelliklerinin tanımlanması üzerinedir. Tarihsel ve aletsel

dönemlerde bölgede yıkımla sonuçlanmış depremler, deprem kataloglarında yer almasına rağmen bu depremlerin sismik kaynağı literatürde henüz araştırılmamıştır. Bu yüksek lisans tezi kapsamında SKFZ'nin 2 parçasını oluşturan KF için ilk kez morfometrik indis çalışmaları ve paleosismolojik çalışmalar gerçekleştirilmiştir.

1.3.2 Arazi Çalışmaları

Kırkağaç Fayı boyunca yüzeyleyen birimlerin ve yapısal ögelerin haritalanması için Öveçli ile Bakır yerleşimleri arasında arazi çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Harita Genel Komutanlığı tarafından temin edilen 1/25000 ölçekli topografik haritaların J19d2 ve J19d3 paftalarına birimler, fay düzlemlerinin doğrultu-eğimi ölçümleri ve fay düzlemlerindeki rake (yatım) açılarının ölçümleri işaretlenmiştir. Fay düzlemi üzerinde breşik malzeme, ondülasyon yapıları, fay olukları, fayın doğrultusuna paralel açılma çatlakları, makaslama kırıkları gibi kinematik göstergeler saptanarak kinematik analiz çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

Arazi çalışmalarında normal faylanma mekanizmalarıyla oluşan yeryüzü şekilleri saptanmış, net bir çizgisellik sunan KF'nin sınırladığı Kocatepe Horstu'nun ani yükselimi, temel kayalardan oluşan fay şevi olarak gözlenmiş olup dağ önü cephesinde Kuvaterner çökeller ayırtlanmıştır. Arazi çalışmaları sırasında Kuvaterner çökeller için yapılan tortul doku tanımlamaları ve sınıflamaları, Powers, Udden ve Wentworth tane boyu sınıflamasına (Powers, 1953; Pettijohn ve diğer., 1972; Wentworth, 1922) göre yapılmış, Dokuz Eylül Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nden temin edilen Brunton marka jeolog pusulası kullanılarak faya ait yapısal ölçümler alınmıştır.

26.08.2020 – 10.09.2020 tarihleri arasında, SKFZ'nin Öveçli ile Kırkağaç arasında Holosen yaşlı kabul edilen parçasında (KF) 6 adet hendek tabanlı paleosismoloji çalışmaları uygulanmıştır. Hendek açılması ardından çapa, kürek ve nejiri gama kullanarak hendek temizliği yapılmıştır. İp, çivi, çekiç, kurdele ve 100 cm'lik su terazileri ile karelajlama işlemleri yapılarak A3 boyutundaki milimetrik kağıtlara hendek duvarlarındaki stratigrafik seviyeler ve yapısal ögeler 1/25 ölçekte loglanmıştır. Hendek duvarlarının fotomozaiğini oluşturmak için belli zaman

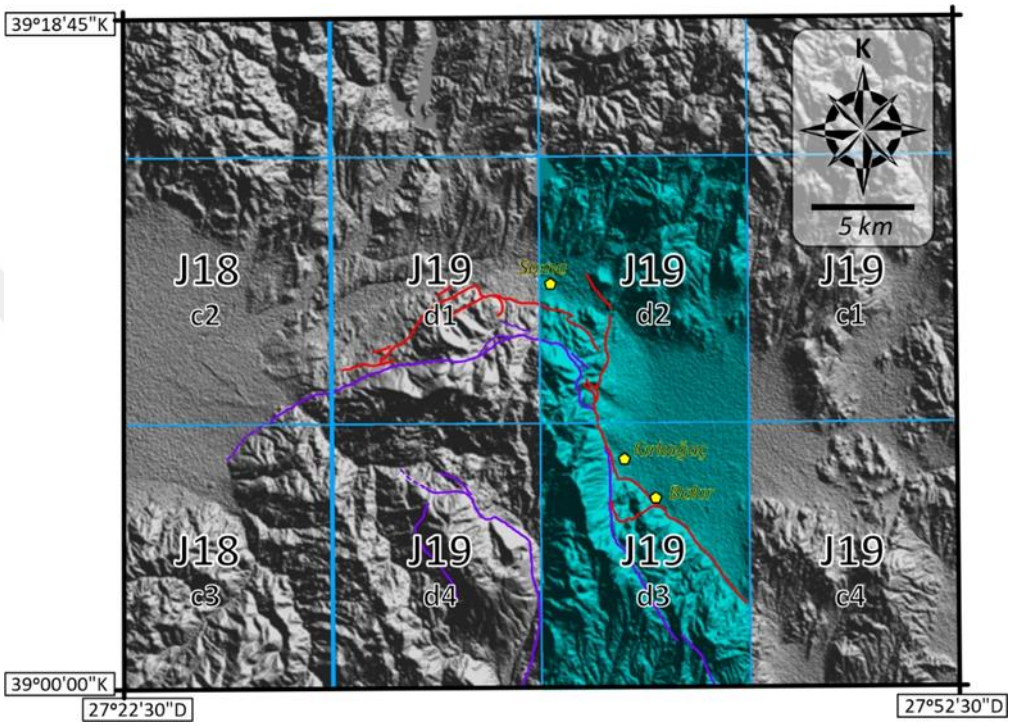
dilimlerinde hendek duvarlarının fotoğrafları çekilmiştir. Jeolojik tanımlamalar yapılmış, hendek içindeki faylanmayla ilişkili deprem izleri saptanmış ve OSL (Optik Uyarmalı Lüminesans) ve C14 (Radyokarbon) örneklerinin alınacağı düzeyler belirlenmiştir. Bu kapsamda birimlerden, kolüvyal malzemelerden ve paleotopraklardan toplamda 18 adet OSL, 3 adet C14 örnekleri alınmıştır.

1.3.3 Ofis Çalışmaları

Ofis çalışmalarında, arazi ve literatür çalışmalarının harmanlanmasıyla elde edilen veriler bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Arazi ve hendek çalışmalarında çizilen enine kesit ve hendek logları raster ve vektör verisi olarak sayısallaştırılmıştır. Önceden yapılan çalışmalarda oluşturulan jeoloji ve jeomorfoloji haritaları, uzaktan algılama teknolojisi kullanılarak elde edilen uydu görüntülerine bindirilmiş ve önceki çalışmalardaki stratigrafik kolon kesitler deneştirilmiştir.

Uzaktan algılama teknolojisinden üretilen sayısal yüzey modelleri kullanılarak eğim, bakı, görünürlük, havza alanı, akarsu drenajları eğimi ve uzunluğu gibi arazilere ait temel özellikler kolaylıkla elde edilebilmektedir (Kavzoğlu ve Çölkesen, 2011). Bu çalışma kapsamında uydu görüntüleri ve sayısal yükseklik modelleri (SYM) kullanılmış, 2000 yılına ait 1/25 000 ölçekli topografik haritalar ArcMap, ArcGIS Pro ve Global Mapper programları kullanılarak sayısallaştırılmıştır. Sayısallaştırılan topografik haritaların yerleri SYM üzerindeki yerleri Şekil 1.3'te gösterilmiştir. SYM'lerin alansal kayıplarını en aza indirgemek için UTM (Universal Transverse Mercator) koordinat sistemi kullanılmıştır. Çalışmalar süresince yüksek çözünürlüklü Google Earth uydu görüntüleri kullanılmış, daha yüksek tutarlılık ve daha az artık topografya gösteren, hava şartlarından bağımsız, 12,5 m piksel çözünürlüklü Sentinel-1 C-bandı sentetik diyafram radar uydu görüntüsünden (SRTM; Shuttle Radar Topography Mission haritalarından) morfometri işlemleri yapılmıştır. En uygun indis setinin seçilmesine ve indis hesaplamasında yardımcı olan ve ortalama, minimum ve maksimum gibi istatistiksel parametrelerin saptanmasında kullanılan swath topografik profilleri, karmaşık yer şekillerini incelemek için kullanılmıştır (Zimmermann ve diğer., 2016). Morfometri analizleri, MATLAB® programında

Topotoolbox 2 kodları (Schwanghart ve Kuhn, 2010) ve ArcGIS 10.8 programı, kinematik analizler için FaultKin 8.1 yazılımı kullanılmıştır. Fotoğraflanan hendek duvarlarının, Adobe Photoshop® programı ile fotomozaiği oluşturulmuştur. Elde edilen tüm şekillerin düzenlenmesinde ve görselleştirilmesinde CorelDraw® x5 ve 2021 programları kullanılmıştır.



Şekil 1.3 J19d2 ve J19d3 paftalarının SYM üzerindeki yerini gösterir harita (faylar Emre ve diğer., 2011 ve 2018'den alınmıştır)

1.4 Önceki Çalışmalar

Bölgede yapılmış olan ilk çalışmaya göre (Pınar ve Lahn, 1952), Türkiye deprem bölgelerinin tektonik durumunu gösterir harita oluşturmuşlar ve Bakırçay ve Kırkağaç Grabenlerini deprem bakımından faal olan tektonik çukurlar olarak belirlemişlerdir. Çalışmada Soma ve Kırkağaç, hafif veya derecesi bilinmeyen hasar görmüş şehir ve kasabalar olarak tanımlanmış ve bu yerleşimlerden geçen fay ve kırık sistemleri de gösterilmiştir.

Brinkmann ve diğer. (1970), Soma dağlarında önemli linyit kömürü bölgesinin yeni stratigrafik sınıflandırılması için bölgenin jeolojisini, stratigrafisi ve yapısal özelliklerini çalışmışlardır. Fosil bulgularıyla formasyonlara yaşlar atanmış ve bölgedeki alpidik dağ oluşumunun ana aşamalarının Neojen öncesi zamanda oluştuğu belirlenmiştir.

Nebert (1978), Bakırçay'ın kuzeyinde kalan bölgeyi Kuzey Soma Neojen bölgesi, güneyinde kalan bölgeyi Güney Soma Neojen bölgesi olarak isimlendirmiştir. Neojenin Üst Miyosen Soma Formasyonu ile Alt Pliyosen Deniş Formasyonu'ndan meydana geldiğini ve her iki formasyonunda iki sedimenter devirle ilgili olduğunu açıklamıştır. Güney Soma Neojen bölgesinde görülen litostratigrafik serinin (Soma ve Deniş Formasyonları) Kuzey Soma Neojen bölgesi için de aynen geçerli olduğunu vurgulamıştır. Pleyistosen sedimentlerin üçüncü bir devirle birikmiş olduğu ve bölgenin yapısal jeolojisinin iki tektonik evrede tamamlandığı ifade edilmiştir. Birinci tektonik evre sırasında, KB-GD doğrultulu yatay hareketler Neojen öncesi taban ve Neojen sedimanter örtüde kopmalar meydana gelirken, alanın horst-graben yapısının ikinci tektonik evrede oluştuğu belirtilmiştir.

Şaroğlu ve diğer. (1987), bölgede KKD-GGB doğrultularında birbirine paralel olan fayların genelini Soma-Kırkağaç-Gölcük yöresi diri fayları olarak adlandırmışlardır. Bu fayları iki yörede, Soma-Kırkağaç ve Gölcük-Gelenbe olarak zon şeklinde gruplandırmışlardır. Çalışmacılar, Miyosen öncesi temel kayaların yüzeylediği bölgelerde iyi izlenen ve jeomorfolojiyi denetleyen bu fayların sınırlı verilerle doğrultu atımlı ve normal bileşenli olabileceklerini ifade etmişlerdir. Olasılı diri olarak haritalanan Soma-Kırkağaç-Gölcük fayları için, aynı doğrultudaki Bergama-Menemen arasındaki faylardan ve bölge jeomorfolojisinden yola çıkarak, sağ yönlü doğrultu atımlı fay tanımlamasını yapmışlardır.

Şaroğlu ve diğer. (1992), 1975 yılından itibaren MTA Genel Müdürlük bünyesinde neotektonik araştırmalar ve deprem kaynakları olan diri (aktif) faylar ve bunların deprem potansiyelinin belirlenmesine yönelik Türkiye Diri Fayları ve Depremsellikleri Projesi kapsamında sürdürdükleri çalışmada 1987 yılında, ülke

düzeyinde belirlenebilen deprem kaynaklarını tanıtan rapor ekinde, Soma-Kırkağaç Fay Zonu'nu (SKFZ) adlandırmışlar ve olasılı diri normal fay olarak haritalamışlardır.

Arpalıyiğit (1996), yüksek lisans tezinde Bakır ile Öveçli arasında uzanan ve Soma yükseltisi ile Bakırçay çöküntüsünü ayıran Soma-Kırkağaç Fay Zonu için jeomorfolojik bir sınıflama yaparak zon içerisindeki fayların birlikte çalıştığını ifade etmiştir. Kuvaterner çökellerinin kapladığı fay zonu bölgesinde en karakteristik özelliğin breşleşme olduğunu ve fay sarplıklarının bozulması nedeniyle morfolojik varyasyonların geliştiğini ifade etmiştir. Kırkağaç yakınlarında fay sarplıklarının eğimleri 65^{o} ile 80^{o} arasında olup degradasyon nedeniyle 40^{o}-45^{o} olarak gözlendiğini belirtmiştir. Üst kırıntılı birimin fay zonundaki yelpaze konumu, sığ odaklı depremlerin verileri ve fay zonundaki sedimentolojik ve jeomorfolojik özelliklere göre bu fay zonunun aktif olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Aktif faylanma veya tektonizmanın en önemli kanıtlarından biri olarak Kuvaterner çökellerindeki deformasyonlar incelenerek Kuvaterner alt kırıntılı birimde eğim atımlı normal fayın yaklaşık 1,5 m kaydığı ve fay zonunun toplam kayma miktarının yaklaşık 3,5 m olduğu saptanmıştır.

Arpalıyiğit ve İnci (2000), Soma ve Kırkağaç arasında yaklaşık K-G gidişli, birbirine paralel-yarı paralel, küçük yatay bileşenli oblik atımlı, yüksek eğimli fayların bulunduğu yaklaşık 10 km uzunlukta ve 1-1,5 km genişlikteki faylanmış alana Kırkağaç Diri Fay Zonu adlandırması yapmışlardır. Bölgede değişik morfoloji yükseltilerinde taraça oluşumları ve fay zonundaki aşınma tabanlı devirsel yelpaze istifleri ile (Geç?) Kuvaterner süresince farklı aşınma ve birikim evreleri olduğu sonucuna varan çalışmacılar, yelpaze birikiminin aktif tektonizma ile denetlendiğini ifade etmişlerdir.

İnci (2002), Miyosen yaşlı Soma kömür istifini incelediği çalışmada, KD-GB, KB-GD ve K-G yönlü genişlemenin kömür birikimi sırasında, Miyosen'den beri, özellikle Pliyo-Kuvaterner'de aktif olduğunu ortaya koymuştur. KD-GB, KB-GD, K-G ve D-B doğrultularına sahip az yanal bileşenli yüksek açılı oblik atımlı normal fayların, kömür sahasındaki ana tektonik yapılar olduğunu vurgulamıştır. Temel kayalar ile Miyosen yaşlı kömürlü istif arasında gelişen fay diklikleri, Kuvaterner konsolide olmayan

çökeller tarafından örtüldüğü için fayların Geç Kuvaterner dönemde yeniden aktifleştiği ifade edilmiştir. Soma kömür havzasının başlıca KD gidişli karstik ve muhtemelen fayla sınırlı topografik çöküntüler ve senklinal oluklar üzerinde oluştuğu düşünülmektedir. Bu yapının, Erken Miyosen-Erken Pliyosen dönemi boyunca 'Sakarya Kıtası' ve 'Anadolu Kıtası'nın arasındaki çarpışmanın doruk noktasından sonra oluştuğu ifade edilmiştir.

İnci ve diğer. (2003), Soma ve Kırkağaç grabenleri ile yakın çevresinin jeoloji haritasını çizmiş ve bölgedeki alüvyon yelpazelerinin fasiyes özelliklerini incelemişlerdir. Grabenlerin tortul dolgusunu Kuvaterner-güncel alüvyon yelpazesi, kolüvyal apron ve kaba/ince taneli akarsu tortullarının oluşturduğu ifade edilmiştir. Kırkağaç grabenini sınırlayan Kırkağaç ve Bakır Faylarından bahsedilerek özelliklerine değinilmiş, faylar sağ ve sol doğrultu atım bileşenli verev atımlı normal faylar olarak tanımlanmıştır. Grabenlerin oluşumu, bir kıvrımlanma fazı ile kesikliğe uğrayan iki genişleme evresinde gerçekleştiği; birinci evrenin Miyosen, ikinci evrenin ise Geç Pliyosen ya da Kuvaterner olduğu sonucuna varılmıştır. Soma grabeninin güney, Kırkağaç grabeninin ise batı kenarını denetleyen faylar boyunca, Kuvaterner sırasında gerçekleşmiş olan toplam düşey atım miktarları sırayla 575 m ve 420 m olup, bu değerler yine sırayla 0.36 mm/yıl ve 0.26 mm/yıl gibi düşey deformasyon hızlarına karşılık geldiği saptanmıştır. Bölgenin sismotektonik haritası oluşturulmuş ve söz konusu fayların graben kenar fayları olduğu, bu faylar üzerindeki toplam düşey atım miktarları ile fay boyutları göz önüne alınarak bu bölgenin, tekrarlanma aralığı oldukça geniş ve orta büyüklükte deprem tehlikesine açık olduğunu da göstermişlerdir.

Arpalıyiğit (2004), doktora tezinde Soma Grabeni ve yakın çevresinin Pliyosen-Kuvaterner jeolojisini incelemiş, graben çökellerinin altında Kumköy Formasyonu'nu ayırtlamıştır. Temel kayaların deforme olup sıkışma dönemi kıvrımlanma yaşının Pliyosen olduğu, Pliyo-Kuvaterner sekansın düşük deformasyona uğradığı sonucu çıkartılmıştır. Bölgede incelenen faylar sağ ve sol doğrultu atım bileşenli oblik atımlı normal faylardır. Faylarda Kuvaterner dönemi için düşey atım miktarları saptanarak toplam düşey deformasyon oranı Soma grabeni için 0,36 mm/yıl olarak hesaplanmıştır.

Emre ve diğer. (2011), 1/250 000 ölçekli Türkiye Diri Fay Haritaları serisi Balıkesir paftasında normal fay niteliğinde haritalanan Soma-Kırkağaç Fay Zonu, Kuvaterner'de (1600000 yıl) ve Holosen'de (11.000 yıl) yüzey faylanması oluşturan fay olarak basamak benzeri bir yapıda parçalı fay kollarından oluşacak şekilde çizilmiştir. Hamzahocalı'dan Turgutalp'e KD-GB doğrultusunda uzanan SKFZ, D-B istikametiyle Soma'dan geçerek Öveçli yerleşimine doğru KB-GD doğrultusunda uzanır. Öveçli'den Kırkağaç'a kadar K-G doğrultusunda tek parça olarak uzanan fay, Kırkağaç'tan sonra GD'ya doğru iki kol olarak uzanır. Fay zonu Öveçli-Cumalı arasında daha parçalı bir yapıda haritalanmıştır.

Kahraman (2011), yüksek lisans tezinde Batı Anadolu'da bulunan Mesozoyik yaşlı kireçtaşları ve grovaklar üzerindeki Neojen–Kuvaterner yaşlı havza dolgusuna sahip genişlemeli Güney Soma Havzası'nın tektonik özelliklerini incelemiştir. Grabenleri sınırlayan faylar belirlenmiş ve yüzeyde gözlenen özellikleri açıklanmış, Kırkağaç Grabenini kontrol eden iki fay belirlenmiştir. K–G doğrultulu, doğrultu atım bileşenine sahip eğim atımlı normal fay karakterinde tanımlanan Kırkağaç Fayı için alüvyon yelpazesi ve kolüvyal çökellerini kestiği belirtilmiştir. Fayın güney devamındaki ön kolu Bakır Fayı olarak adlandırılmış, KB–GD doğrultulu ve doğrultu atım bileşenine sahip eğim atımlı normal fay karakterinde tanımlanmıştır. Bölgede yapılan fay düzlem verilerine göre bölgesel gerilme yönü baskın olarak KD-GB, K-G ve az miktarda KB-GD doğrultulu genişleme rejimi saptanmıştır. Bir lokasyonda gözlenmiş KB–GD sıkışma rejimi transfer fayları ile ilişkilendirilmiş ve yersel gerilme alanı anormalliği olarak yorumlanmıştır. Aynı düzlem üzerinde görülen farklı yönelimli çiziklerden yola çıkarak bölgenin en geç Miyosen'den beri açılma rejimi ile şekillendiği sonucuna varılmıştır.

Yaşar (2011), yüksek lisans tezinde Soma kömürlerinin organik petrografik, organik jeokimyasal özellikleri ile gaz depolama kapasitelerini belirlemek için yaptığı çalışmalarda bölgenin Batı Anadolu' da görülen yoğun tektonizmadan etkilendiğini ifade etmiştir. Miyosen öncesi büyüme faylarının, bölgede gelişen D-B yönlü gerilme kuvvetlerinin etkisiyle, temel kayaların KD-GB yönlü grabenler şeklinde çökmesi

sonucu oluştuğu ve bu graben havzalarının linyit oluşumlarını içeren Neojen çökelleri için gerekli çanakları oluşturduğu ifade edilmiştir. Soma havzası ve Kırkağaç Grabeninin de bu dönemde oluşmaya başladığından söz edilmiştir ve bölgenin jeolojik evrimi tartışılarak bölgedeki kömürlerin karasal organik maddece zengin hümik kömürler oldukları ve ölçülen vitrinit yansıması (kömürleşme dereceleri) değerlerine göre termojenik kökenli gaz oluşturmaları için yeteri kadar olgunlaşmamış oldukları belirlenmiştir. Kömürlerde biriken gazın karbon izotopları ölçülerek kökeninin biyojenik olduğu ve bu oluşumun graben yapısındaki normal faylar yardımıyla kömür damarlarına nüfus eden sulardaki bakteriler tarafından kaynaklanmış olabileceği belirtilmiştir.

Uzel (2016), 2-4 km genişliğinde, 30 km uzunluğundaki yaklaşık K-G uzanımlı ve doğuya eğimli sentetik fay parçalarından oluşan, eğrisel dağ önü cephesi ile iyi gelişmiş basamak benzeri morfoloji sergileyen fayı, Kırkağaç Fay Zonu (KFZ) olarak adlandırmış ve bu zonu iki ana segmentte (Öveçli ve Bakır) incelemiştir. Kocatepe yükseliminin doğu kenarını sınırlayan ve Kırkağaç havzasının batı kenarını kontrol eden zon boyunca KD doğrultulu doğrultu atımlı, D-B doğrultulu oblik atımlı ve K-G doğrultulu normal faylar ve kıvrımlar bulunmaktadır. Kırkağaç ve Yatağanköy yerleşimleri arasında Miyosen volkano-sedimanter istiflerinde bir dizi antiklinal ve senklinal olarak haritalanmıştır. Çoğu asimetrik ve kuzeye doğru eğimli olan kıvrımların eksenleri genellikle DKD-BGB yönlüdür ve bu yapılar Öveçli ile Bakır segmentlerine yüksek açılı veya diktir. KFZ'nin genç kolları tarafından kesilen KD-GD doğrultulu faylar sol yanal, D-B doğrultulu faylar sağ yanal olarak ifade edilmiştir. KFZ boyunca büyük uyumsuzluklarla ayrılmış üç ana tortul paket (İzmir-Ankara zonu temel kayaları, Miyosen volkano-sedimanter istifleri ve Kuvaterner kıtasal çökeller) ayırtlanmıştır. KD-GB yönlü bir genişlemenin egemen olduğu KFZ boyunca düşey ötelenmelere göre Kuvaterner'de kayma hızı yılda yaklaşık 0.38 mm olarak bulunmuştur. Normal fay segmentlerinin aktarım rampasında bağlanma şekli farklı zamanlara ait iki bağlantı fayıyla meydana geldiği saptanmış ve yapısal evrim çıkartılarak fay hattının günümüz geometrisini açıklamak için hem tavan blok yayılma hem de taban blok yayılma mekanizmalarıyla birleştiği senaryosu önerilmiştir.

Emre ve diğer. (2018), Doğu Akdeniz bölgesi ve tektonik bölgelerin aktif fay haritasını çıkartmışlar ve Batı Anadolu Genişleme Bölgesini (1) Batı Anadolu graben sistemleri, (2) Dış Isparta Açısı, (3) İç Isparta Açısı ve (4) Kuzeybatı Anadolu geçiş bölgesi olmak üzere 4 alt bölgeye ayırtlamışlardır. Batı Anadolu graben sistemleri içerisinde kalıp bu bölgenin kuzey sınırını oluşturan SKFZ'yi adlandırılmamış 3 geometrik segmente ayırtlamışlar ve Türkiye aktif fay veri tabanında her bir segmentin özellikleriyle beraber tahmini deprem büyüklüklerini tablo halinde göstermişlerdir.

Keskin (2018), yüksek lisans tezinde bölgenin ana tektonik unsurları Hacıyusuf, Soma, Kırkağaç ve Bakır Fayları olarak belirlemiştir. Bu faylar ve yakın çevresinde 16 istasyondan 169 adet kinematik veri ile analizler yapılmış bölgenin depremselliği ile ilişkilendirilerek bu fayların KD-GB yönünde bir genişleme rejimi ile denetlendiğini öne sürmüştür. KD-GB yönlü genişlemenin etkisiyle oluşan Hacıyusuf ve Soma Fayları ile Kırkağaç ve Bakır Faylarının deformasyon hızlarının farklı olduğunu saptayarak, bu faylar arasındaki bölgede KB-GD uzanımlı genişlemenin de izlenebileceği sonucu çıkarmıştır. Kırkağaç ve Soma çöküntü ovalarının aslında bir graben olmayabileceğine değinilmiş, Soma Fayının kuzeyinde, Kırkağaç Fayının doğusunda graben yaratacak eşlenik (conjugate) fayların bulunmadığı saptanmıştır ve bu ovaların yarım graben olarak adlandırılması önerilmiştir. Kırkağaç ve Soma Faylarına antitetik ve sintetik tali fayların eşlik ettiği ifade edilmiş, Bölgenin Neotektoniğine uygun doğrultusu bulunmayan Kırkağaç Fayı'nın ise Soma Fayı, Hacıyusuf Fayı ve batıda Bergama Fay Zonu'nun sağ yanal atımı sayesinde oluştuğu anlaşılmıştır. Soma ve Kırkağaç Faylarının oluşmalarına sebep olan KD-GB genişleme rejimi, bölgenin güneyinde yer alan ve Anadolu Levhası altına dalan Afrika Levhasının Helen yayı boyunca oluşturduğu karmaşık yitim süreçlerinden (slab-pull, roll-back) kaynaklandığını vurgulamıştır.

Tez çalışmalarının ilerletildiği, Daum İmar Planına Esas Jeolojik – Jeoteknik Mikrobölgeleme Etüt Raporu (2020) kapsamında yapılan çalışmalara göre en az 3 faylanmanın yüzeye kadar eriştiği anlaşılmıştır. Bu faylanma olayları Kırkağaç segmentinin, Holosen'de yüzey faylanması oluşturan 6'dan büyük depremler ürettiğini göstermiştir ve bu nedenle, Holosen aktivitesi kesin olan Kırkağaç segmenti üzerinde

yüzey faylanması tehlikesi kuşağı/fay sakınım bandı oluşturma açısından değerlendirilmesi yapıldığında, fayın yükselen bloğu üzerinde 15 metre, düşen bloğu üzerinde ise 40 metre sakınım bandı oluşturulması gerektiği anlaşılmıştır. Açılan hendeklerde yüzey faylanması tehlike kuşağının 20 metre olduğu kabul edildiğinde toplamda 75 metrelik bir zonun yerleşime uygun olmayan alan sınıfında değerlendirilmesi önerilmiştir. Yapılan arazi çalışmaları ve paleosimolojik çalışmalar sonucunda inceleme alanının bu alanları yerleşime uygunluk açısından Uygun Olmayan Alanlar 1.1 (UOA-1.1): Diri Fay Yüzey Faylanması Tehlike Bölgesi (Faya Tampon Bölgesi) olarak değerlendirilmiştir.

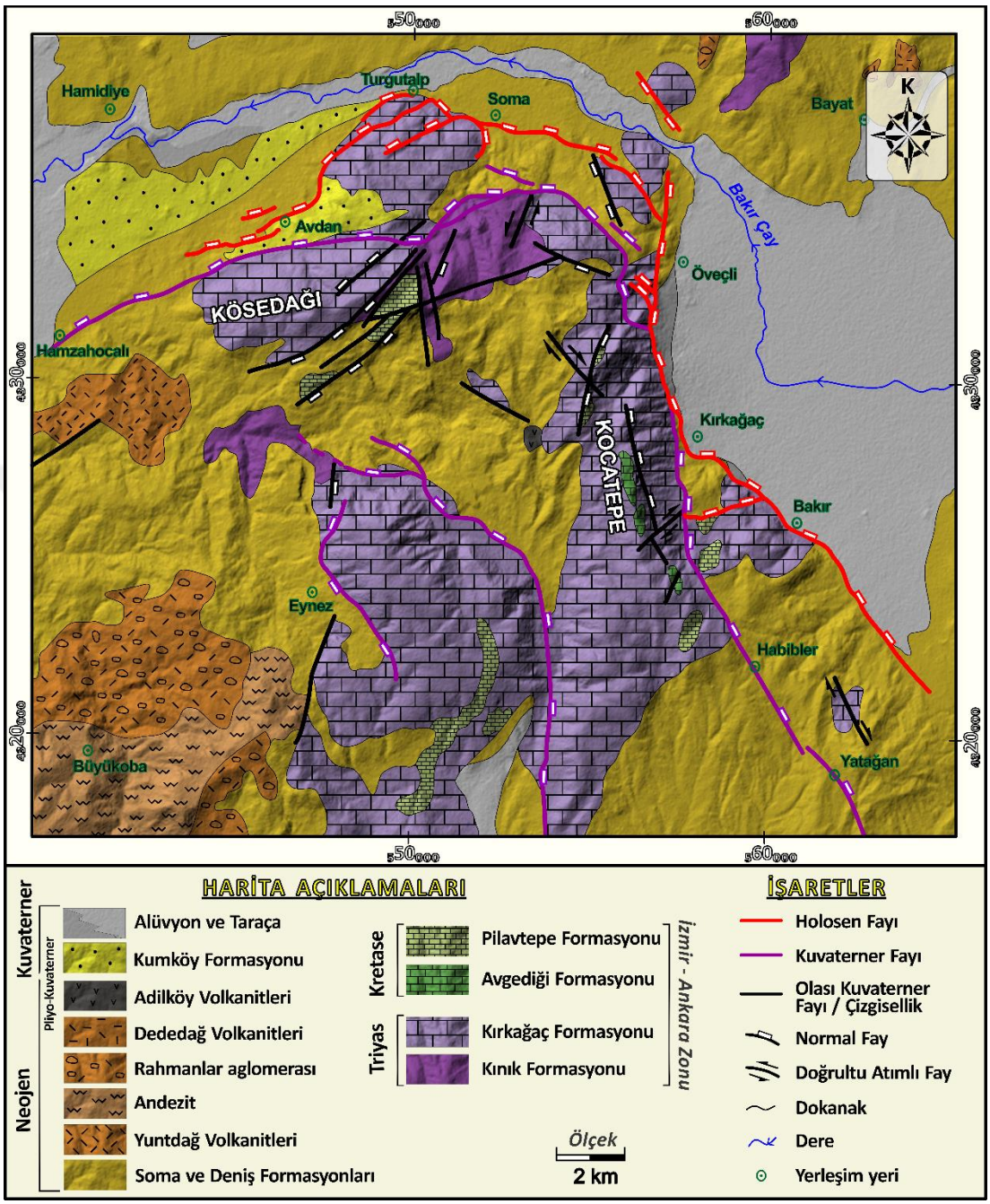
BÖLÜM 2
STRATİGRAFİ

Çalışma alanı ve çevresinde kaya birimleri alttan üste doğru Miyosen öncesi temel birimler, Miyosen yaşlı kömürlü volkano-sedimanter birimler, Pliyosen kırıntılı birimler ve Kuvaterner-Holosen yaşlı karasal çökeller şeklindedir (Şekil 2.1). İzmir-Ankara Zonu kayaçlarından oluşan, çalışma alanının Miyosen öncesi temel birimleri literatürde bölgesel ölçekte KD-GB uzanımlı Bornova Fliş Zonu içerisinde gösterilmiştir (örn. Özkaymak ve Sözbilir, 2008; Uzel ve diğer. 2013, Okay ve diğer. 2012). İzmir-Ankara Zonu ile ilgili birimler; Mesozoyik kireçtaşları tektonik blokların, serpantinitlerin ve denizaltı mafik volkanik kayaçların olduğu Maastrihtiyen-Paleosen fliş benzeri kayaların deforme olmuş ve bölgesel metamorfizmaya uğramış makaslanmış bir karışımından oluştuğu literatürde belirtilmiştir (Erdoğan, 1990; Okay ve diğer. 2012; Sarı, 2013; Uzel, 2016). Okay ve diğer. (2012) elde ettikleri paleontolojik verilere göre bölgenin temel birimlerinin yaşı Turoniyen'e kadar çıkmaktadır.

İzmir-Ankara Zonu Mesozoyik kireçtaşları bölgede 4 formasyona ayırtlanmaktadır ve üzerine Miyosen kömürlü volkano-sedimanter birimler açısal uyumsuz olarak gelir (Akyürek ve Akdeniz, 1989) (Şekil 2.2). Alt, orta ve üst kömür istifleri içeren Miyosen yaşlı volkano-sedimanter birimleri, Pliyosen kırıntılı birim daha düşük açılı uyumsuzluk ile örter. Kuvaterner-Holosen yaşlı alüvyon yelpazesi çökelleri ve güncel tortullar bütün birimleri uyumsuz olarak örter.

2.1 Miyosen Öncesi Kaya Birimleri (İzmir-Ankara Zonu)

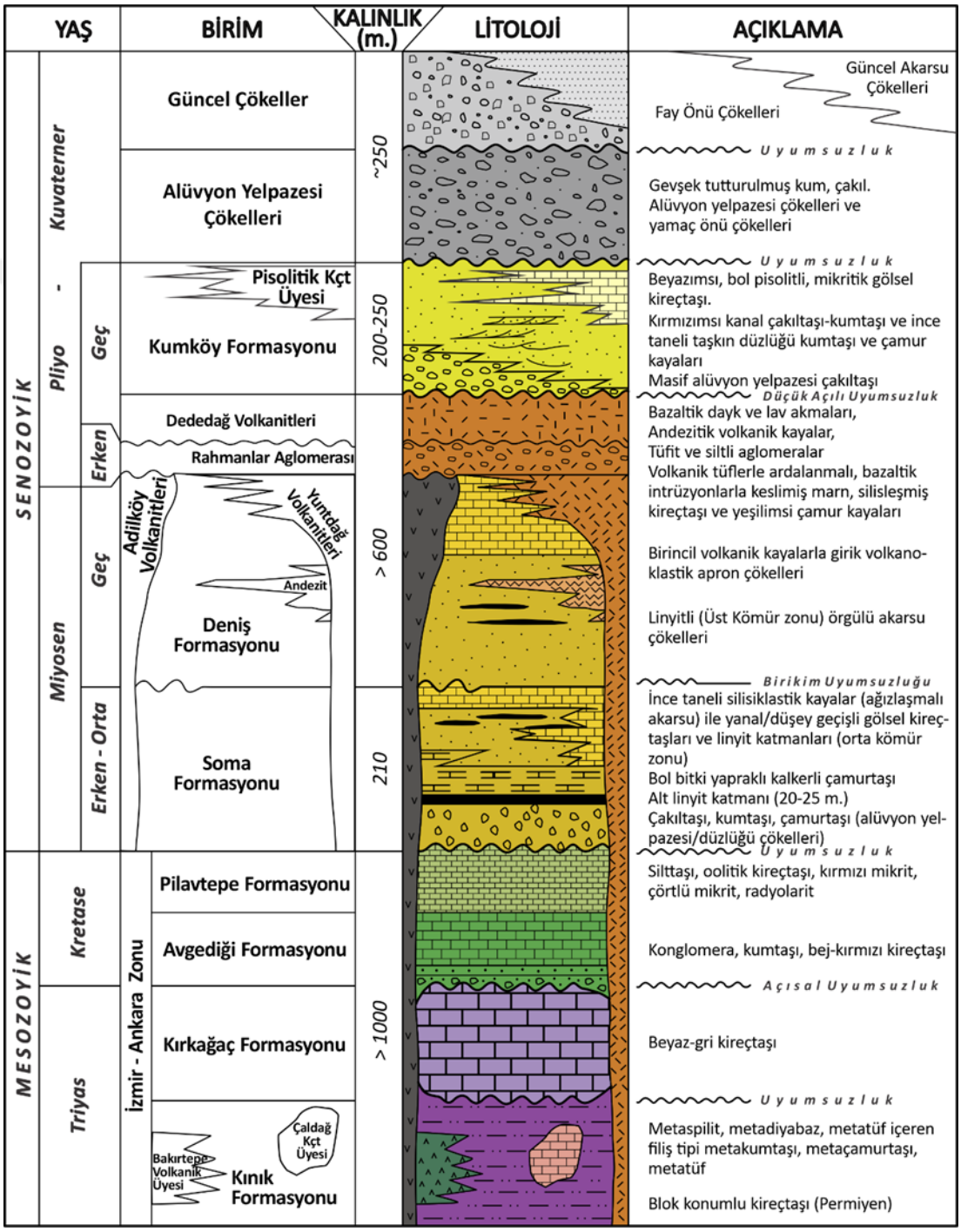
İzmir-Ankara Zonu birimleri Geç Mesozoyik- Erken Senozoyik yaşlı çamurtaşı, kumtaşı, denizaltı volkanitleri ile Tetis Okyanusu'na ait karbonat ve ultramafik bloklardan yapılıdır. İnceleme alanının temelini oluşturan Kınık Formasyonu ve Mesozoyik kireçtaşı tektonik bloklarından Kırkağaç, Avgediği ve Pilavtepe Formasyonları geniş alanlar kaplamaktadır.



Şekil 2.1 Çalışma alanının jeoloji haritası (Arpalıyiğit, 2004; Konak ve diğer., 2002; Uzel, 2016 ve MTA, 1989 1/100000 ölçekli J19 jeoloji haritasından değiştirilerek)

2.1.1 Kınık Formasyonu

Birim harita alanının orta ve kuzey kesimlerinde, Soma'nın güneyinde yüzeylemiştir (Şekil 2.1).



Şekil 2.2 Çalışma alanının genelleştirilmiş litostratigrafik kolon kesiti (Akyürek ve Akdeniz, 1989; İnci ve diğer., 2003; Dindi, 2011; Helvacı ve Ersoy, 2012'den değiştirilerek)

Kınık Formasyonu, ilksel halini kısmen korumuş metakonglomera, metakumtaşı, metaçamurtaşı, kumlu kireçtaşı, kumtaşı ile aglomera ve metavolkanitten oluşur (Akyürek ve Akdeniz, 1989). Kınık Formasyonu sarı, boz, kahve ve gri renkli, ince-orta tabakalı ve kıvrımlıdır (Akyürek ve Soysal, 1978; Akyürek ve Akdeniz, 1989). İlksel çökeli genellikle ince taneli, pelitik olan malzeme, yeniden kristalize olmuş karbonat ve kuvars, feldispat taneleri içeren birimdeki kumtaşı ve konglomeraların çimentosunun çoğunlukla karbonat olduğu literatürde ifade edilmektedir. Kumlu kireçtaşı bantlarında Meandrospira cf. pusilla (Ho) fosili ile birimin yaşı Erken Triyas olarak belirlenmiştir (Akyürek ve Soysal, 1978; 1983; Akyürek ve Akdeniz, 1989). Halilağa grubundaki Kınık Formasyonu içindeki Bakırtepe volkanit üyesi ile eşzamanlıdır ve bu üyenin içinde değişik boyutlarda bloklar halinde izlenebilen Geç Permiyen yaşlı gri, siyah renkli, ince-orta tabakalı, yer yer rekristalize Çaldağ kireçtaşı üyesi bulunur (Akyürek ve Akdeniz, 1989).

2.1.2 Kırkağaç Formasyonu



Şekil 2.3 Kırkağaç Formasyonu kireçtaşları (Koordinat: 556921/4330438) (Kişisel arşiv, 2020)

Kocatepe ve Kösedağı yükseltileri boyunca özellikle KD-GB doğrultusunda yayılım gösteren Kırkağaç Formasyonu beyaz, gri renkli orta-kalın tabakalı, kıvrımlı, çok kırıklı, kısmen dolomitleşmiş ve yer yer kristalize bir birimdir (Şekil 2.3) (Akyürek ve Akdeniz, 1989). Kınık Formasyonu üzerinde daima açısal uyumsuzluk

ile bulunur ve Avgediği Formasyonu ile Pilavtepe Formasyonu tarafından açısal uyumsuzlukla üzerlenir (Akyürek ve Soysal, 1978). Literatürde Bornova Fliş Zonu içindeki Mesozoyik mega kireçtaşı blokları olarak da haritalanan birim, paleontolojik yaş verilerine göre, Orta-Geç Triyas olarak yaşlandırılmıştır ve birimin devam eden bir tansgresyon ürünü olduğu yorumlanmıştır (Akyürek ve Soysal, 1978; Akyürek ve Akdeniz, 1989; Konak, 2002; Okay ve Altıner, 2007). İşintek (2007) ve Okay ve diğer. (2012) Üst Triyas kireçtaşlarından oluşan bu birimin ayrıntılı yaşının Noriyen-Resiyen kabul edildiğini paleontolojik verilere göre ifade etmişlerdir.

2.1.3 Avgediği Formasyonu

Küçük yüzeylemeler halinde gözlenebilen Avgediği Formasyonu harita alanının kuzeyinde karbonat çimentolu konglomera, kumtaşı, kumlu kireçtaşı, oolitli kireçtaşından oluşur ve Kınık Formasyonu üzerine açısal uyumsuz olarak gelir (Şekil 2.2). Güneyde ise kırmızı, gri renkli kireçtaşlarından oluşan birim Kırkağaç Formasyonu üzerine uyumsuz (aşmalı) olarak gelir ve birlikte kıvrımlanmışlardır (Akyürek ve Soysal, 1978; Akyürek ve Akdeniz, 1989). Bozyiğit ve Eroğlu (2012), Yuntdağı ve çevresindeki çalışma alanında Avgediği Formasyonu'nun Kırkağaç Formasyonu içerisinde ufak yüzlekler halinde görüldüğünü ve bu formasyonun grovak, şeyl, çamurtaşı, marn, kireçtaşı, çört, spilitik lav, aglomera ve tüften oluştuğunu ileri sürmüştür. Akyürek ve Soysal (1978), Avgediği Formasyonu'nun üzerindeki Pilavtepe Formasyonu ile diskordan olduğunu söylemiştir ancak daha sonra, Akyürek ve Akdeniz (1989), iki formasyonun uyumlu olduğunu ifade etmişlerdir. Yapılan paleontolojik yaşlandırma çalışmalarına göre birimin yaşı Berriaziyen (Erken Kretase)'dir ve derin denizel kireçtaşları olarak tanımlanmıştır (Akyürek ve Soysal, 1978; Akyürek ve Akdeniz, 1989; İşintek, 2007; Okay ve diğer. 2012).

2.1.4 Pilavtepe Formasyonu

Harita alanında küçük yüzeylemeler olarak izlenebilen formasyon Soma güneyinde Pilavtepe'de alttan üste doğru; ince-orta tabakalı, nefti, sarımsı renkli miltaşı ve ince

tabakalı oolitli kireçtaşı ardalanması; ince-orta tabakalı, koyu kırmızı renkli, yer yer silisleşmiş kireçtaşı; radyolarit; ince-orta tabakalı kırmızımsı ve gri renkli, laminalı, ince silis bantlı kireçtaşı; silis bant ve yumrulu beyaz, gri renkli yer yer kristalleşmiş kireçtaşından oluşur (Akyürek ve Akdeniz, 1989). Zaman zaman sığlaşıp sonrasında duraylı özellik kazanan bir havza ürünü olan Pilavtepe Formasyonu içerdiği faunaya göre Turoniyen (Geç Kretase) olarak yaşlandırılmıştır (Akyürek ve Soysal, 1978; Akyürek ve Akdeniz, 1989). İşintek (2007), Pilavtepe Formasyonu'nun en alt orta ve üst düzeylerinin altını karşılayan bölümlerini Dogger-Malm (Jura) kayaları olarak tanımlamış, daha ayrıntıda erken Kimmerisiyen olarak yaşlandırmış ve Senomaniyen-Turoniyen pelajik kireçtaşlarını bu formasyona dahil etmemiştir. Pilavtepe Formasyonu alttaki Kınık Formasyonu ile açısal uyumsuzla, Kırkağaç Formasyonu üzerine ise aradaki birimler olmaksızın aşmalı olarak, daha dar alanlarda ise Avgediği Formasyonu üzerine uyumlu olarak gelmektedir (Akyürek ve Akdeniz, 1989). Akyürek ve Soysal (1978), Pilavtepe Formasyonu'nun çok kıvrımlı oluşunu, çökelimden sonra bölgede yoğunlaşan tektonik aktiviteye bağlamaktadır.

2.2 Neojen Kaya Birimleri

2.2.1 Yuntdağ Volkanitleri

Bölgede geniş yüzlekler veren birim pembemsi kırmızı renkli ve andezitik, dasitik ve riyolitik bileşimli porfirik lav akıntılarından ve ilişkili piroklastik kayalardan oluşan Yuntdağ Volkanitleri literatürde baskın kaya türü özelliklerine göre bazı kesimlerde andezit olarak ayrı harita birimine ayırtlanmaktadır (Akyürek ve Akdeniz, 1989; İnci ve diğer. 2003). Soma Formasyonu'nun altında, üstünde bazen de lav akıntıları ve tüfit düzeyleri halinde içinde izlenebilmektedir (Akyürek ve Soysal, 1978; Akyürek ve Akdeniz, 1989). Literatürde Soma ve Deniş Formasyonları'nın çökelimi süresince değişik evrelerde devam eden Yuntdağ volkanitleri kökeninin Eosenden sonra olduğu ve Geç Miyosen-Pliyosene kadar devam eden volkanik olaylar olduğu geçmektedir (Akyürek ve Soysal, 1978; Akyürek ve Akdeniz, 1989). Aynı çalışmada Yuntdağ volkanitlerinin perlit içerdiği ve bunun da volkanik etkinlik sırasında bölgede göl ortamının bulunduğunu, dolayısı ile su ortamına gelen volkanik malzemenin hızlı bir

soğumaya uğradığı yorumu yapılmıştır. Literatürde bazı çalışmalarda (örn. İnci ve diğer., 2003; Helvacı ve diğer., 2012) Yuntdağ Volkanitleri ile Rahmanlar Aglomerası ve Dededağ volkanitleri aynı volkanizmanın ürünü olmaları gerekçesiyle ayırtlanmamıştır.

2.2.2 Andezit

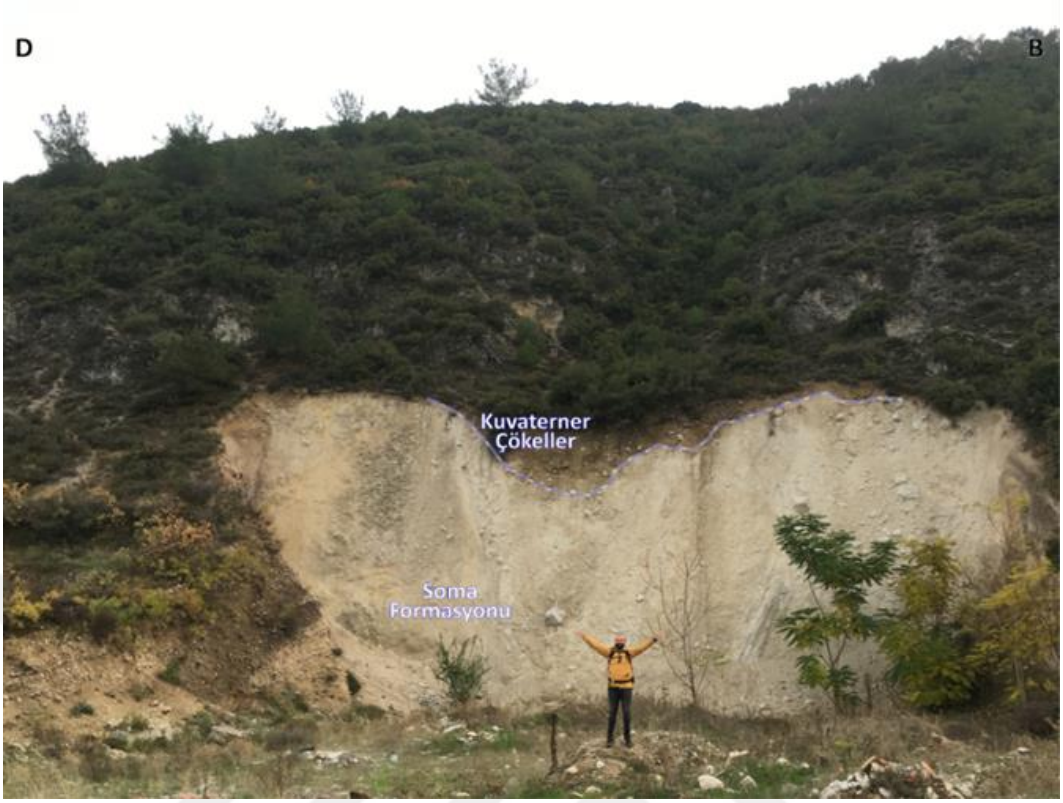
Akyürek ve Akdeniz (1989) ilksel akıntı izlerini koruyan siyah, gri, bordo renklerde olup yer yer trakiandezit, trakit, bazalt gibi değişik mineralojik bileşimler gösteren volkanik kayaçları, andezit birimi olarak ayırtlamıştır. Çalışmacılar yaptıkları mikroskobik incelemelerde andezitler porfirik dokulu olup kloritleşmiş, killeşmiş ve karbonatlaşmış plajioklas mikrolitleri ile piroksen ve opak minerallerden meydana gelen hamur içinde plajioklas fenokristalleri, biyotit ve opak mineraller yer aldığını belirlemiştir. Literatürde genelde Yuntdağı volkanikleri içinde değerlendirilmektedir.

2.2.3 Soma ve Deniş Formasyonları

Bölgede bir bütün olarak geniş yayılım gösteren formasyonlar, ilk olarak Nebert (1978) tarafından adlandırılmış ve Üst Miyosen ile Alt Pliyosenden oluşan Neojen ardalanması olarak nitelendirilmiştir. Akyürek ve Soysal (1978), Soma Formasyonu'nun Alt-Orta Miyosen'i gösterdiğini, Akyürek ve Akdeniz (1989) ise Üst Miyosen-Pliyosen'i gösterdiğini ifade etmişlerdir. İnci (1998) tarafından bu Miyosen istifi, bu bölgede Alt-Orta Miyosen Soma Formasyonu ve Üst Miyosen Deniş Formasyonu olarak ayırtlanmış ve bu birimlerin Kuvaterner yaşlı tortullar tarafından uyumsuz üstlendiğine değinilmiştir (Şekil 2.4). Soma Formasyonu İzmir-Ankara Zonu kırıntılı ve karbonatlı kayaları üzerinde uyumsuz olarak bulunmaktadır ve tabanda çakıltaşları ile başlayıp üst seviyelere doğru kumtaşları, çamurtaşları ve marn ile devam ederek kireçtaşı ile son bulur (Arpalıyiğit, 2004; Helvacı ve Ersoy, 2012). Genellikle beyaz, sarı, boz, gri renkli; ince-orta-kalın ve yatay-yataya yakın tabakalı olan Soma Formasyonu sıkışma nedeniyle yer yer yatık, hatta devrik kıvrımlı yapı gösterir ve karbonatlı/kırıntılı çamur düzlüğü ortamını temsil eder (Akyürek ve Akdeniz, 1989; İnci, 2001). Olasılıkla Geç Miyosen volkanizmasıyla eşzamanda

çökeldiği düşünülen Deniş Formasyonu Mesozoyik temel üzerinde gözlenebildiğinden, Soma Formasyonu ile aralarında çökelim uyumsuzluğu bulunur (İnci ve diğer., 2003; Arpalıyiğit, 2004).

Soma ve Deniş Formasyonları içinde kömür ve bitümlü şeyl düzeyleri olması ekonomik açıdan bölgeye önem kazandırmıştır. Nebert (1978), Soma ve Deniş Formasyonlarını bütün olarak içerdiği linyit seviyeleri sebebiyle litostratigrafik olarak, alt ve üst olmak üzere 2 seriye bölmüştür. Literatürde Miyosen denizel olmayan tortul istifini oluşturan bu Soma ve Deniş Formasyonları alt, orta ve üst kömür istif içeriğine göre ayırtlanmıştır. Soma Formasyonundaki alt kömür fasiyesi yelpaze delta sisteminin alüvyon yelpazesi, geçici göl ve turba çamur çökellerinden oluşur, orta kömürler ise ağızlaşan nehir sistemi ile ilişkili tatlı su-göl-bataklık sisteminde çökelmiştir (İnci, 2002; Arpalıyiğit, 2004). Deniş Formasyonu alttan üste örgülü akarsu sistemini gösteren kaba ve ince taneli kırıntılı kayaları, üst kömür zonunu, volkanoklastik apron ve tatlı su karbonat çökellerini içerir (İnci, 2002; Arpalıyiğit, 2004).



Şekil 2.4 Kırkağaç Fayı ön bağlantı fay kolunun kestiği Soma Formasyonu ve Kuvaterner çökeller (Koordinat: 0558023/4327657) (Kişisel arşiv, 2021)

Deniş Formasyonunun yamaçta ayrışarak açığa çıkmış yanal devamlılığı olmayan opal, olasılıklı volkanizma etkisiyle organik maddenin bozunduğu yerde ikincil oluşumu gösterir (İşintek, sözlü) (Şekil 2.5). Literatürde Deniş Formasyonunda tortullaşma ile yaşıt yumuşak kaya deformasyonu ve çökelme sonrası asimetrik kıvrımlanmalar olduğu; katman içi breşlenme, oturma ve kayma yapıları özellikle tüflü kumtaşları ve en üstteki karbonat kayalarda yaygın olduğu gözlenmiştir (İnci ve diğer., 2001).



Şekil 2.5 a. Deniş Formasyonu yeşilimsi çamur kayaları, b. Yol kenarı su kanalı tabanında gözlenen opal düzeyi (Koordinat: 0559932/4326312) (Kişisel arşiv, 2021)

2.2.4 Adilköy Volkanitleri

Adilköy volkanitleri Soma güneyinde iki farklı lokasyonda yüzlek veren bazaltik dayk ve lavlardan oluşur: (a) Adilköy çevresinde sütun yapılı bazaltik lavlar ve (b) Soma açık kömür işletmeleri içinde Sarıkaya Tepesi çevresinde Soma Formasyonu'na ait kireçtaşlarını kesen dayk (Helvacı ve Ersoy, 2012). Yüzey ayrışmasından oldukça

etkilenen lav içeren Adilköy volkanitleri, plajioklas, klinopiroksen ve olivin içeren bazaltik dayklardan ve lav akıntılarından oluşmaktadır. Birim Helvacı ve Ersoy (2012) tarafından potasik kalk alkali bileşimli bazalt ve bazaltik andezit olarak sınıflandırılmaktadır. Çalışmacılar bu volkanik kayaların jeokimyasal özelliklerine göre, kökenlerinde, bileşimsel farklılaşmaya neden olan ayrımlaşmalı kristalizasyon işlevlerinin rol aldığını ifade etmişlerdir.

2.2.5 Rahmanlar Aglomerası

Yuvarlak ve yarı köşeli andezit çakıllarının tüf ile tutturulmasından oluşan Rahmanlar aglomerası aralarında ince tüfit ve miltaşı düzeyleri sıkça izlenir (Akyürek ve Akdeniz, 1989). Akyürek ve Soysal (1978), Yuntdağ volkanizmasının son ürünleri olan aglomeraların yaşının Erken Pliyosen'e kadar çıkabileceğini ifade etmişlerdir. Rahmanlar aglomerası, bölgede Yuntdağ volkanitleri ve Soma formasyonu ile girik olduğunda, Geç Miyosen-Pliyosen yaşta kabul edilmiştir (Akyürek ve Akdeniz, 1989).

2.3 Pliyo-Kuvaterner Birimleri

2.3.1 Dededağ Volkanitleri (Bazaltı)

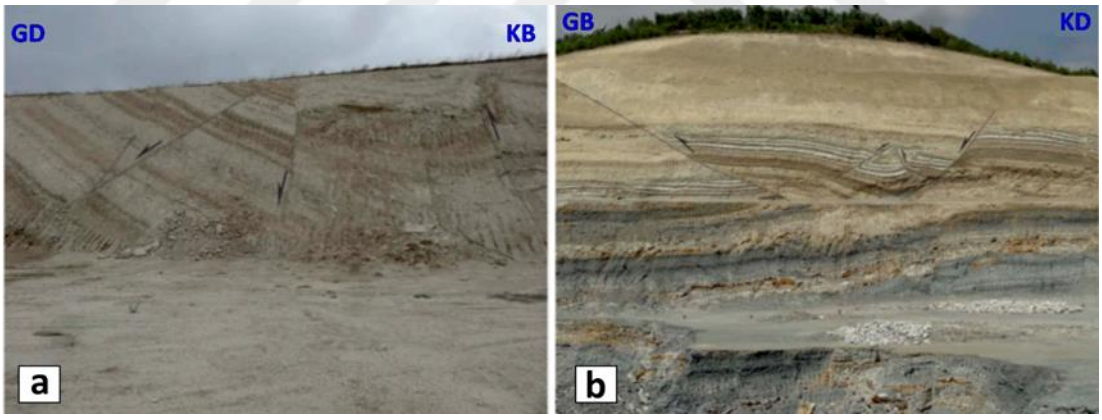
Birim harita alanında küçük yüzlekler vermiştir. Siyah, koyu kahve renkli, sert bol gaz boşluklu, altıgen soğuma sütunları gelişmiş olarak görülen Dededağ Bazaltı; Soma Formasyonunu, Yuntdağ Volkanitlerini ve Rahmanlar Aglomerasını kesmiş ve bu birimler üzerinde akmıştır (Akyürek ve Akdeniz, 1989). Helvacı ve Ersoy (2012), literatürde Dededağ bazaltı olarak isimlendirilmiş bu birime Dededağ volkanitleri veya andezitleri şeklinde ifade etmişler ve mineralojik olarak bazalt kayacına oldukça benzer özellikler sunduğunu belirtmişlerdir. Literatürde Dededağ volkanitleri Üst Miyosen-Pliyosen' den genç (Akyürek ve Akdeniz, 1989), Üst Pliyosen-Pleyistosen (Akyürek ve Soysal, 1978) olarak yaşlandırmışlardır.

2.3.2 Kumköy Formasyonu

Güncel Kumköy Formasyonu genellikle kırmızı-kahverengi ve yeşilimsi renkli kırıntılı kayaçlar ve beyazımsı renkli karbonatlı kayaçlarla temsil edilmekte ve tipik kesitleri, Kumköy'ün batısındaki mostralarda ve Soma-Savaştepe karayolu boyunca gözlenir (Sangu ve diğer., 2019). Kumköy Formasyonu olarak tanımlanan bu istif, Deniş Formasyonu üzerine açısal uyumsuzlukla oturur ve tabanda baskın olarak alüvyon yelpazesi ve örgülü akarsu ortamlarını yansıtan çakıltaşı, kumtaşlarından yapılıdır (Arpalıyiğit, 1996) (Şekil 2.2). Gevşek çakıllarla başlayan, toplam 200-250 metre kalınlıktaki Kumköy Formasyonu, üste doğru ince çakıllara geçer ve en üstte gevşek kumtaşları bulunur (Kahraman, 2011) (Şekil 2.6). Kumköy Formasyonu Nebert (1978)'e göre Pleyistosen olarak yaşlandırılmıştır ancak daha sonra yapılan paleontolojik çalışmalarda, formasyonun içerdiği karakteristik gastropod faunasına göre formasyona Geç Pliyosen yaşı verilmiştir (Yeşilyurt ve Taner, 1999; İnci ve diğer., 2003; Arpalıyiğit, 2004). Kumköy Formasyonu, Arpalıyiğit (2004) tarafından katmanlanma özelliklerine göre 5 farklı litofasiyese ayrılmıştır. Bu fasiyesler alüvyon yelpazesi, nehir kanalı kemeri, yakınsak-ıraksak taşkın ovaları ve göl şeklindedir. Formasyon, Soma ve Kırkağaç grabenlerinin oluşumu öncesi tektonik dönemi yansıttığı için literatürde önemli yere sahiptir.

Alüvyon yelpazesiyle ilişkili çökeller, eğimli yamaçlarda yavaş akan tortul birikintileri tarafından çökelmiştir ve bu tür tortul moloz ve kütle akışları, ön yamaçlarda ve fay yamaçlarında oluşan alüvyon yelpazelerinde meydana gelir (Arpalıyiğit, 2004). Yanal/dikey yönde çakıltaşlarının çakıltaşı kumtaşlarına (Sg) ani değişimi, çakıltaşlarının zaman zaman taşkın akıntıları tarafından yeniden işlendiğini, yani yoğun tortu yüklü olduğunu gösterebilir (Smith, 1986; Arpalıyiğit, 2004). Nehir kanalı kemerindeki çakıltaşları ve kumtaşları muhtemelen örgülü nehir kanallarında birikmiştir ve içinde iri taneli düz tabakalı çakıltaşları bulunabilir (Arpalıyiğit, 2004). Yakınsak taşkın ovalarındaki kumtaşı, çamurtaşı fasiyeslerinde ve benekli yeşil çamurtaşlarında/kiltaşlarında gözlenen amorf, mercek ve yumru biçimli karbonat nodülleri, pedojenik koşulların (yeraltı suyundan etkilenen karasal koşullar) baskın olduğu taşkın ovaları olarak yorumlanabilmektedir (Smith, 1990; Arpalıyiğit, 2004).

Taşkın ovasının uzak kısımlarında birikimi temsil eden çamurtaşı ve kiltaşı alterasyonunun ya da ardalanmanın kalın tabakaları biriken taşkın sularından kaynaklanan asılı yük yığışımını gösterir (Arpalıyiğit, 2004). Kalkerli nodüller ve beneklenme, taşkın ovasının kuruduğunu ve muhtemelen çevrede erken diyajenetik kalsifikasyon olduğunu gösterdiğini Arpalıyiğit (2004) doktora tezinde ifade etmiştir. Erken diyajenetik kalsifikasyonlar literatürde, bu tür nehir taşkın ovalarında ve sığ göl kenarı ovalarında yaygın olarak kaydedilmiştir (Smith, 1990; Armenteros ve Daley, 1998; Tandon ve diğer., 1998; Tandon ve Andrews, 2001). Gölsel karbonat fasiyesi nehir taşkın ovasında gelişen küçük ve sığ göllerde biriken kireçtaşlarını ifade eder. Pisolitik karbonat yumruları ve çözünmüş boşluklar göl suyunun kuruduğunu ve karbonatların tali koşullar altında diyajenez geçirdiğini ifade eden Arpalıyiğit (2004), taşkın yatağı çökelleri ile kireçtaşlarının yanal ve düşey stratigrafik ilişkisine göre, bu göllerin nehir taşkınları nedeniyle geliştiğini ifade etmiştir. Pisolitik karbonat nodülleri, karbonatça zengin kaynak suları ve sığ göller tarafından beslenen su kütlelerinde oluşabilir (Tandon ve Narayan, 1981; Arpalıyiğit, 2004).



Şekil 2.6 Pliyo-Kuvaterner Kumköy Formasyonu'nda oluşmuş faylar ve kıvrımlar (Sangu ve diğer., 2019'dan alınmıştır)

2.3.3 Kuvaterner Havza Dolgusu Çökelleri

Miyosen dönemine ait ekonomik kömür damarları içeren gölsel ortam ürünü havzalar Miyosen sonrasında gelişen tektonik hareketler nedeniyle değişik doğrultulu

faylarla parçalanarak Kuvaterner yaşlı çöküntü havzalarının oluşmasını sağlamıştır. Bu havzalarda Kuvaterner yaşlı alüvyal, kolüvyal ve akarsu ortam ürünü tortul kayaların çökelimi gerçekleşmiştir (Şekil 2.2). Soma ve Kırkağaç grabenleri boyunca nehir yataklarının kenarlarında gözlenen alüyon yelpazesi çökelleri, matriks destekli çakıltaşı, düzlemsel çapraz katmanlı çakıltaşı ve kumtaşından oluşur (Arpalıyiğit, 2004). Kolüvyal çökeller özellikle Miyosen sonrası yaşlı fayların düşen blokları üzerinde kolüvyal yelpaze çökelleri şeklinde gelişmiştir. Güncel çökelleri Gelenbe akarsuyunun Kırkağaç grabeninde Bakırçay akarsuyuna akması ile çapraz katmanlı kanal konglomeraları ve kumtaşı, menderesli akarsuların karakteristik çökellerinden oluşur (Arpalıyiğit, 2004).

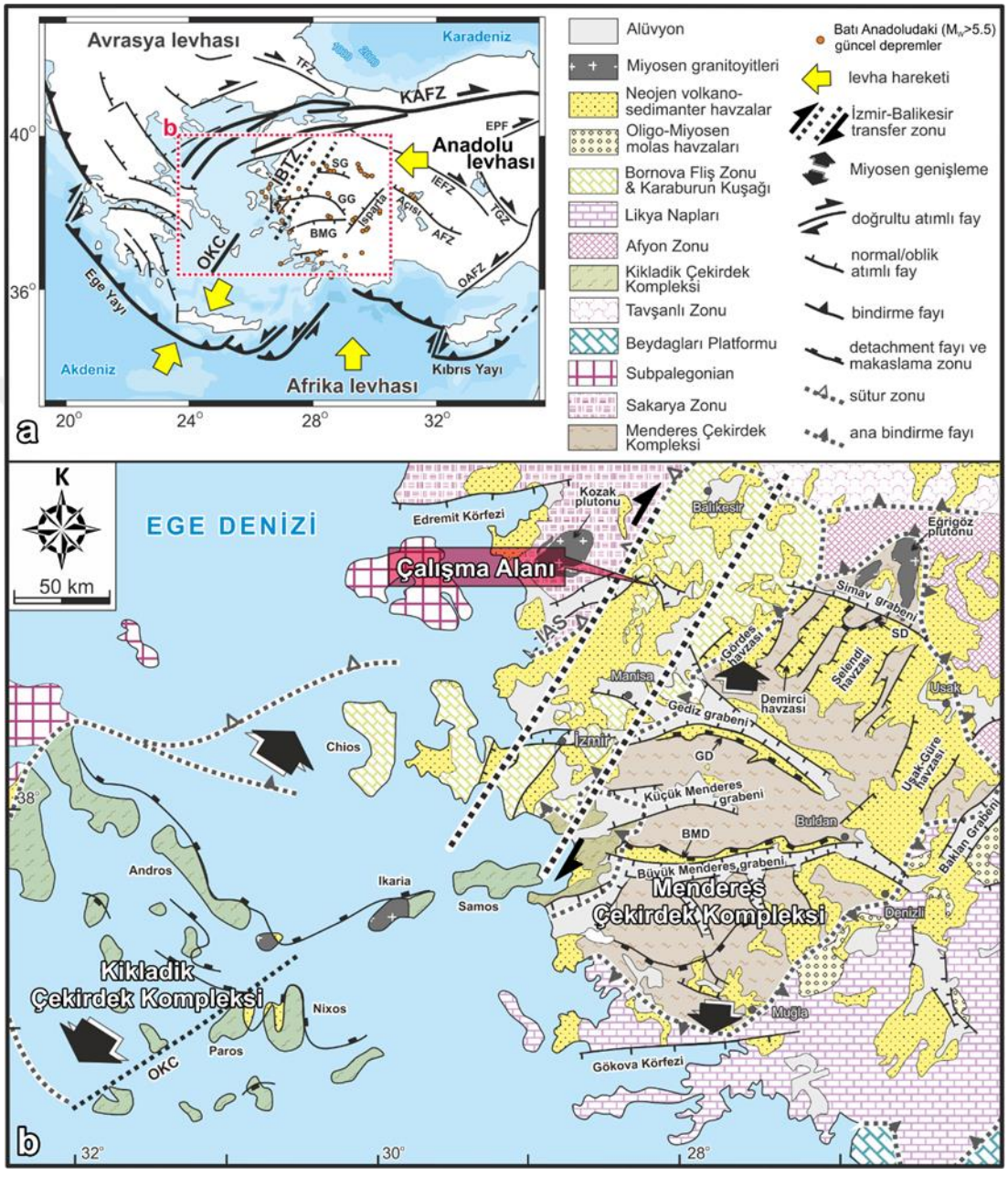
BÖLÜM 3
YAPISAL JEOLOJİ

3.1 Bölgesel Tektonik

Çalışma alanının da içinde bulunduğu Kırkağaç Grabeni ve çevresi bölgesel ölçekte İzmir-Balıkesir Transfer Zonu (İBTZ) içinde yer alır (Şekil 3.1). İBTZ, D-B uzanımlı Gediz (Alaşehir), Küçük Menderes ve Büyük Menderes grabenlerini, Menderes Metamorfik Çekirdek Kompleksini ve bunlarla ilişkili olarak gelişen sıyrılma (detachment) faylarını batıdan sınırlar (Özer ve Sözbilir, 2003). İBTZ içinde Paleozoyik-Mesozoyik yaşlı kaya toplulukları (Kikladik ve Menderes Masifi, İzmir-Ankara Zonu kayaları), Eosen yaşlı tortul kayalar, Neojen yaşlı volkano-sedimanter kayalar ve Pliyo-Kuvaterner yaşlı birimler ile Holosen-Güncel yaşlı çökeller yer almaktadır. Yuntdağı, Yamanlar ve Cumaovası volkanitleri ve bu volkanitlerle ilişkili olarak gelişmiş olan gölsel havzalar, zonun Miyosen dönemine ait aktivitesine işaret eder (Özer ve Sözbilir, 2003). Yapılan son çalışmalar, Batı Anadolu kabuğu altına dalan Afrika Levhasının yırtıldığını ve bu yırtılma ile yüzeye doğru Batı Anadolu kabuğunda İBTZ'nin gelişmesine neden olduğunu göstermektedir (Uzel ve diğer. 2015). Buna göre İBTZ, dalan Afrika Levhasındaki yırtılmanın yüzeydeki izine karşılık gelmektedir ve bu nedenle yüzeydeki parçalanma İzmir (Gümüldür) ile Balıkesir (Bigadiç) arasında normal faylar da içeren doğrultu atımlı faylarca baskın bir zonun gelişimini sonuçlamıştır (Uzel ve Sözbilir, 2008; Sözbilir ve diğer., 2011; Özkaymak ve diğer., 2013; Uzel ve diğer. 2012, 2013, 2015) (Şekil 3.1). Kırkağaç Grabeni'ni sınırlayan ve normal fay niteliğindeki Soma- Kırkağaç Fay Zonu ve çevresindeki ana yapısal unsurlardan biri olan, sağ yönlü doğrultu atımlı fay niteliğindeki Gelenbe Fay Zonu'nun İBTZ içinde değerlendirilmesi gerektiği paleomanyetik çalışmalarda tartışılmaktadır.

Bir bütün olarak Soma- Kırkağaç Fay Zonu (SKFZ) olarak adlandırılan (Emre ve diğer., 2011) ve basamak geometrisi gösteren parçalı yapıdaki faylar, çalışma alanının bulunduğu Kırkağaç ilçesinden geçer ve batısındaki Kocatepe horstunu sınırlar. Tez

çalışmasında incelenen ana yapısal unsur, SKFZ'nin bir parçasını oluşturan ve bu yükselimi kontrol eden Kırkağaç Fayı (KF)'dır.

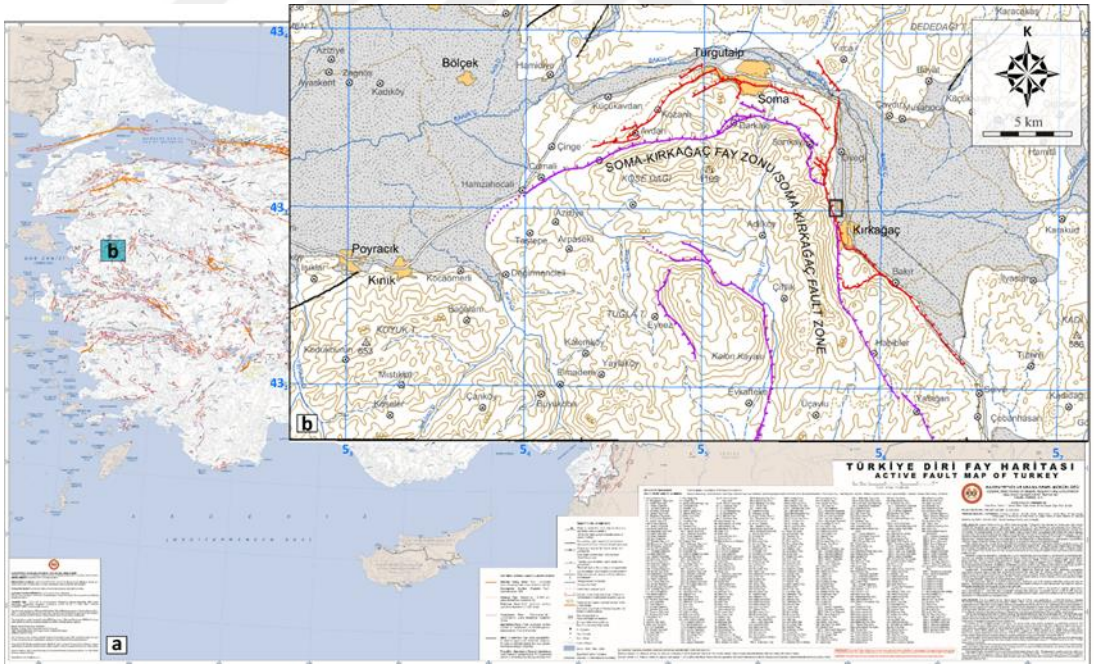


Şekil 3.1 İzmir- Balıkesir Transfer Zonu (IBTZ)'nun Batı Anadolu içindeki yeri ile çalışma alanının bölgedeki konumu (Uzel ve diğer., 2013'ten alınmıştır)

3.2 Kırkağaç Fayı

İlk kez Şaroğlu ve diğer., (1987) tarafından Soma-Kırkağaç Fay Zonu (SKFZ) olarak adlandırılan fay zonu, Soma bölgesindeki Miyosen normal fay sistemi ile ilişkilendirilmiş ve normal bileşenli doğrultu atımlı faylar olarak tanımlanmıştır. Fay zonu, 1987 yılına kadar olan bilgi birikimini içeren 1:1.000.000 ölçekli 1992 Türkiye Diri Fay Haritasına doğrultu atımlı fay olarak işlenmiştir. Yapılan çalışmaların ardından Arpalıyiğit ve İnci (2000), SKFZ'yi Kırkağaç diri fay zonu adıyla ilk kez verev atımlı normal faylar olarak tanımlamışlardır. İnci (2002), Kösedağı yükseltisini doğudan sınırlayan fayın Öveçli ve Bakır olmak üzere iki ana bölümden oluştuğunu fark etmiştir. İnci ve diğer., (2003), bölgedeki graben sistemlerinden bahsederek grabenleri sınırlayan fayların temel özelliklerini ortaya koymuşlar ve Kırkağaç grabenini batıdan sınırlayan Kırkağaç ve Bakır Faylarının sırasıyla sol ve sağ verev atımlı normal faylar olduğunu ifade etmişlerdir. Fay zonu içerisinde basamak geometrisi gösteren faylar nedeniyle, Bakır Fayı'nın Kırkağaç Fayı'ndan göreceli olarak genç olduğunu ve düşey atım değerlerine göre hesaplanan düşey deformasyon hızının 0,26 mm/yıl olduğunu göstermişlerdir. 1/1 250.000 ölçekli 2013 Türkiye Diri Fay Haritasında SKFZ'yi oluşturan faylar, normal karaktere sahip Kuvaterner ve Holosen Fayları ile gösterilmiştir. Uzel (2016) çalışmasında Kırkağaç Fay Zonu olarak adlandırdığı fay bölgesini 2-4 km genişliğinde ve doğuya eğimli olarak tanımlamıştır ve bu zon boyunca gelişen uzun dönem kayma hızını 0,38 mm/yıl olarak hesaplamıştır. Bunlar; KD doğrultulu doğrultu atımlı faylar, D-B doğrultulu eğim atımlı faylar ve çok sayıda kıvrımlı K-G doğrultulu normal faylardır. Ayrıca bölgede Kırkağaç ve Bakır segmentlerinin tavan ve taban blok ilerlemesi sonucu oluşturduğu aktarım rampası bölgesi ve bölgenin deformasyonu tanımlanmıştır. Faylanma sırasında aktarım rampası sünek olarak deforme olur ve tavan bloğunu taban bloğuna bağlı tutar. Emre ve diğer. (2018), Türkiye diri fay veri tabanında SKFZ'yi Holosen sınıfında normal faylar olarak 3 adet adlandırılmamış segmente ayırmışlardır. Sırasıyla bu segmentlerin uzunlukları 17, 20, 27 km olarak, doğrultuları da KD-GB, KB-GD ve K-G olarak verilmiştir (Şekil 3.2). Bu segmentlerin doğrultu-eğim parametreleri göz önüne alındığında sırasıyla Soma, Bakır ve Kırkağaç segmentleri olabileceği saptanmıştır.

1/250.000 ölçekli Türkiye Diri Fay Haritasında Soma ilçesi güneyindeki Kösedağı ve Kocatepe yükseltilerini kuzeyden, batıdan ve doğudan sınırlayan 43 km uzunluğunda geniş bir fay zonu olarak tanımlanan fay zonu (Emre ve diğer., 2011, 2018), farklı çalışmalarda farklı şekilde adlandırılsa da bu çalışmada, 2011 Türkiye Diri Fay Haritası Balıkesir (NJ35-3) Paftası öncülüğünde, Soma Kırkağaç Fay Zonu olarak adlandırılmıştır (Şekil 3.2). İncelenen fay, zonun Öveçli-Kırkağaç-Bakır hattı boyunca güneye doğru açılan fay kolları şeklinde devam ederek Kocatepe yükseliminin kontrol edildiği kısmıdır. Tez çalışması kapsamında anlatımı kolaylaştırmak amacıyla, zonun Öveçli-Kırkağaç-Bakır hattı Kırkağaç Fayı (KF) olarak adlandırılmıştır. Güneye doğru açılan fay kolları şeklinde devam eden K-G uzanımlı kesimi KF'nin Kırkağaç segmenti olarak, Kırkağaç ilçesinden geçerek iki kola ayrılacak şekilde GD'ye doğru uzanan kesimi Bakır segmenti olarak adlandırılmıştır.



Şekil 3.2 Soma-Kırkağaç Fay Zonu'nun a. Türkiye Diri Fay Haritası'ndaki yeri, b.Kırkağaç Fayı ve çalışma alanının diri fay haritasındaki yeri (Emre ve diğer., 2011; 2013'ten alınmıştır)

Fay zonu, İzmir- Ankara zonu kayalarını ve Miyosen volkano-sedimanter istiflerini kesip atıma uğratan Kuvaterner- Holosen ve öncesi fayları içermektedir. Basamak

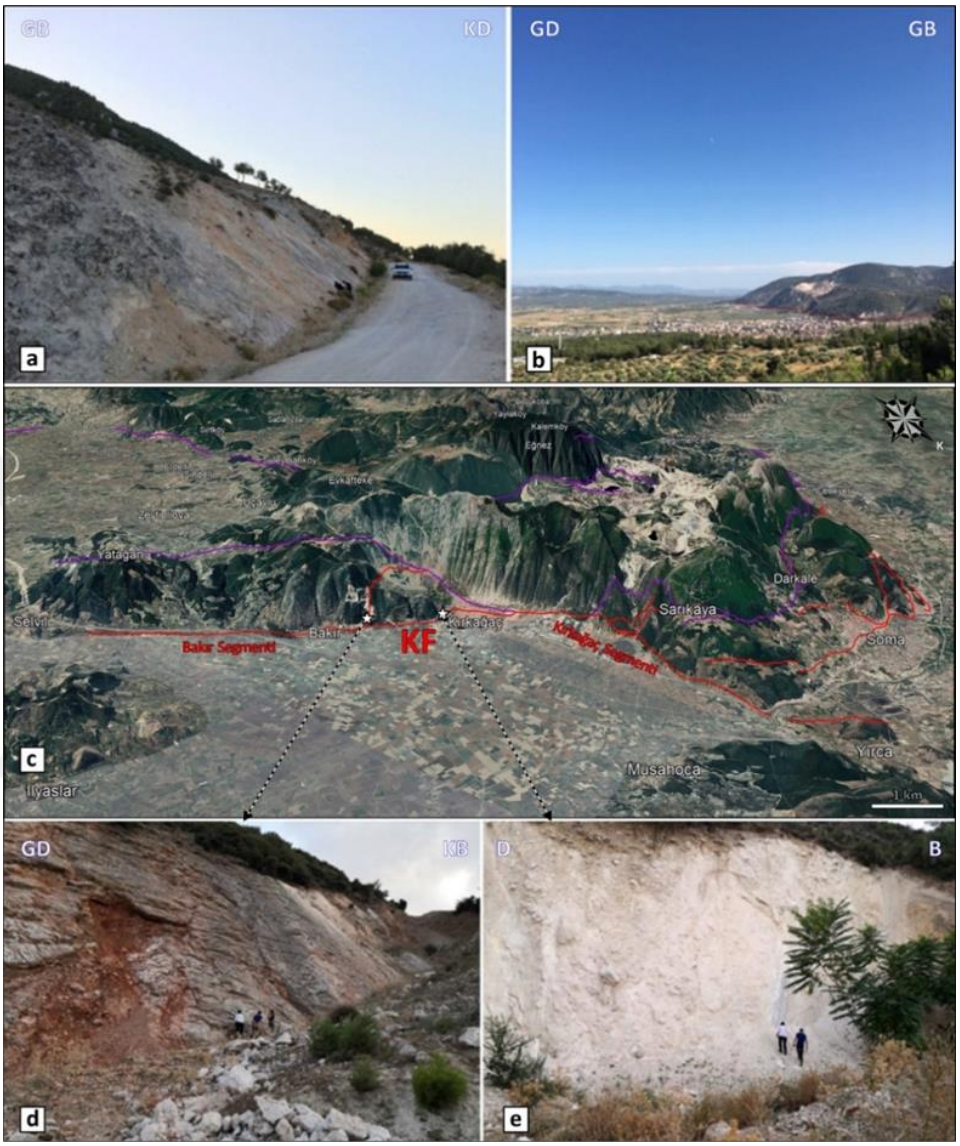
benzeri morfolojiye sahip SKFZ'de doğuya doğru olan devinim ve son aktiviteyi gösteren Kuvaterner alüvyon dahil olmak üzere tüm tortul istiflerin kesilmesi, Holosen faylanmasına işaret eder. Fay zonunun Kırkağaç grabenini sınırladığı 20 km uzunluğundaki Kırkağaç segmenti ve 10 km uzunluğundaki Bakır segmenti yaklaşık olarak KKB doğrultuludur ve doğuya eğimlidir. Bu faylar hava fotoğraflarında ve uydu görüntülerinde net olarak izlenebilen çizgisellikleri ve oluşturdukları jeomorfolojik yapılar ile morfolojik olarak oldukça belirgindirler (Şekil 3.3). Kırkağaç segmentinden itibaren GD'ye doğru Bakır köyüne uzanan fay iki kola ayrılır ve bu iki kol, aktarım rampası bölgesindeki iki fay parçasının oluşumu ile birbirine bağlanmıştır. Tavan ve taban blokların birbirine etkileşimi ve ilerlemesi sonucu oluşan bu iki fay parçasını (bağlantı faylarını-breached faults) güney ve kuzey kol şeklinde ayırmak mümkündür (Şekil 3.3). Kronolojik olarak taban bloktaki fayın ilerlemesi sonrası tavan bloktaki fay gelişmiştir ve bu da fay zonu geometrisinin ve basamaklı morfolojisinin bugünkü halini almasında etkili olmuştur (Uzel, 2016). Kırkağaç ile Öveçli arasında fay dört kola ayrılır. Fayın bir kolu Öveçli'ye uzanırken diğer kollar Deveboynu deresinden geçer ve iki kol Sarıkaya köyüne doğru sonlanır (Şekil 3.3c). Diğer kol SKFZ içindeki Kuvaterner faylarından biridir ve Hamzahocalı köyünden geçip Değirmenceli'ye kadar uzanır.

3.2.1 Arazi Verileri

Taban bloğunda karbonat platformundan oluşan Kırkağaç Formasyonu bulunan normal fayın yüzeydeki izinden itibaren batıya doğru gözlenen ani yükselim fay şevi olarak kendini göstermektedir. Fay şevinde korunmuş fay düzlemleri çok net bir şekilde faylanmaya dair verilerin tanınmasına olanak sağlamaktadır (Şekil 3.3).

Çalışma alanında ve batısında KF, kireçtaşı ile alüvyal birimlerin sınırlarını oluşturur ve doğuya doğru 70^{o}- 80^{o} eğim açılarına sahip düzlem üzerinde düzlemle paralel açılma çatlakları gözlenmiştir (Şekil 3.4). Kırkağaç segmentinde, fay düzlemi ölçümlerine göre K81^{o}B ile K40^{o}D doğrultuları arasında değişen Öveçli-Kırkağaç-Bakır hattındaki ana fay düzlemini yer yer Kuvaterner çökellerin örttüğü ve açılma çatlaklarında da biriktiği gözlenmiştir. Karakteristik breşik yapı gösteren taban bloktan

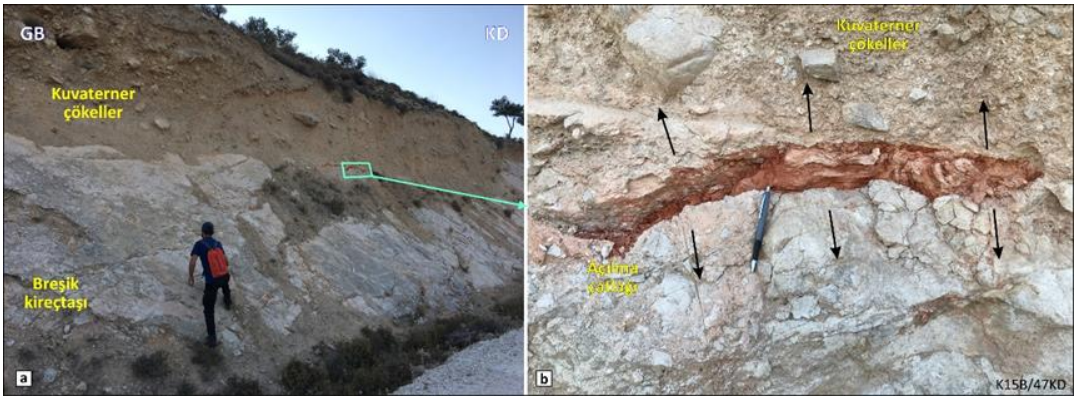
alınan veriler ışığında bu iki hareket eski ve yeni düzlemler olarak aynı fay aynasında gözlemlenmiştir (Şekil 3.5).



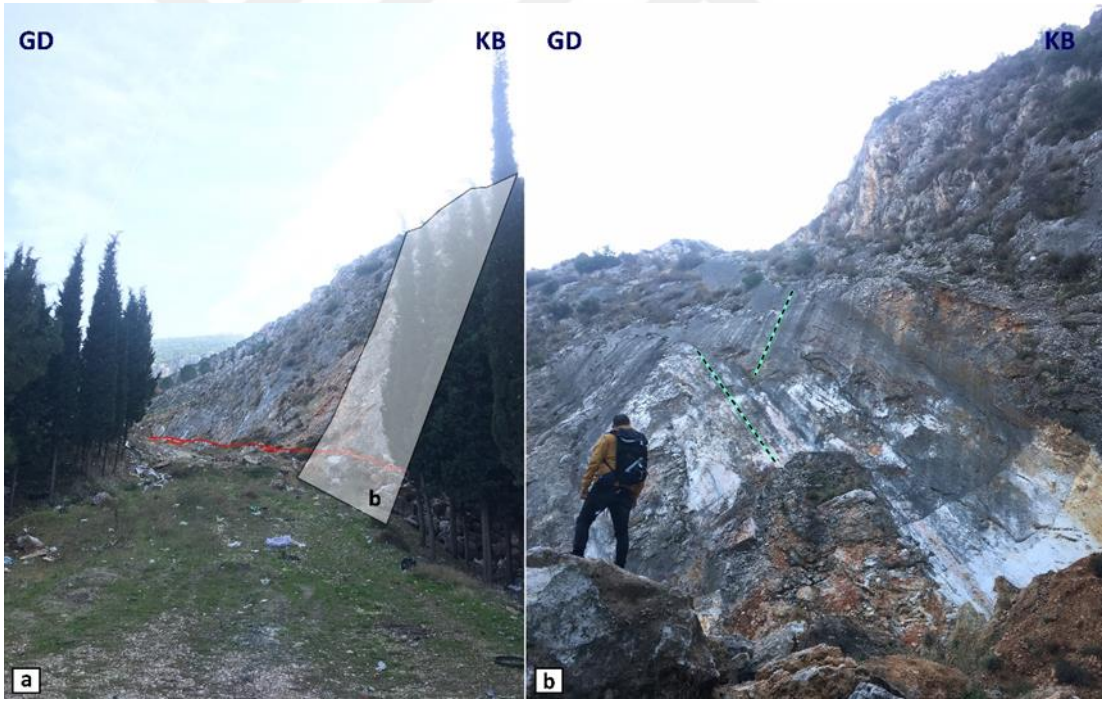
Şekil 3.3 a. Kırkağaç segmenti fay aynası arazi görüntüsü (Koordinat: 0557483/4328570), b. Bakır segmentinin arazi görüntüsü, c. SKFZ'yi ve aktarım rampasında fay kollarını birbirine bağlayan bağlantı faylarının yerlerini gösteren Google Earth görüntüsü, d. Güney kol bağlantı fayı (Koordinat: 0559932/4326312), e. Kuzey kol bağlantı fayı (Koordinat: 0558023/4327657) (Kşisel arşiv, 2020)

Kırkağaç Fayı'nın güncel hareketi olan oblik/eğim atım bileşenli normal fay karakterini ortaya koyan veriler açılan Uzun ve Öndere hendeklerinin güneyindeki fay şevinden ve Bakır köyünün güney girişindeki içme suyu arıtma tesisinin arkasındaki

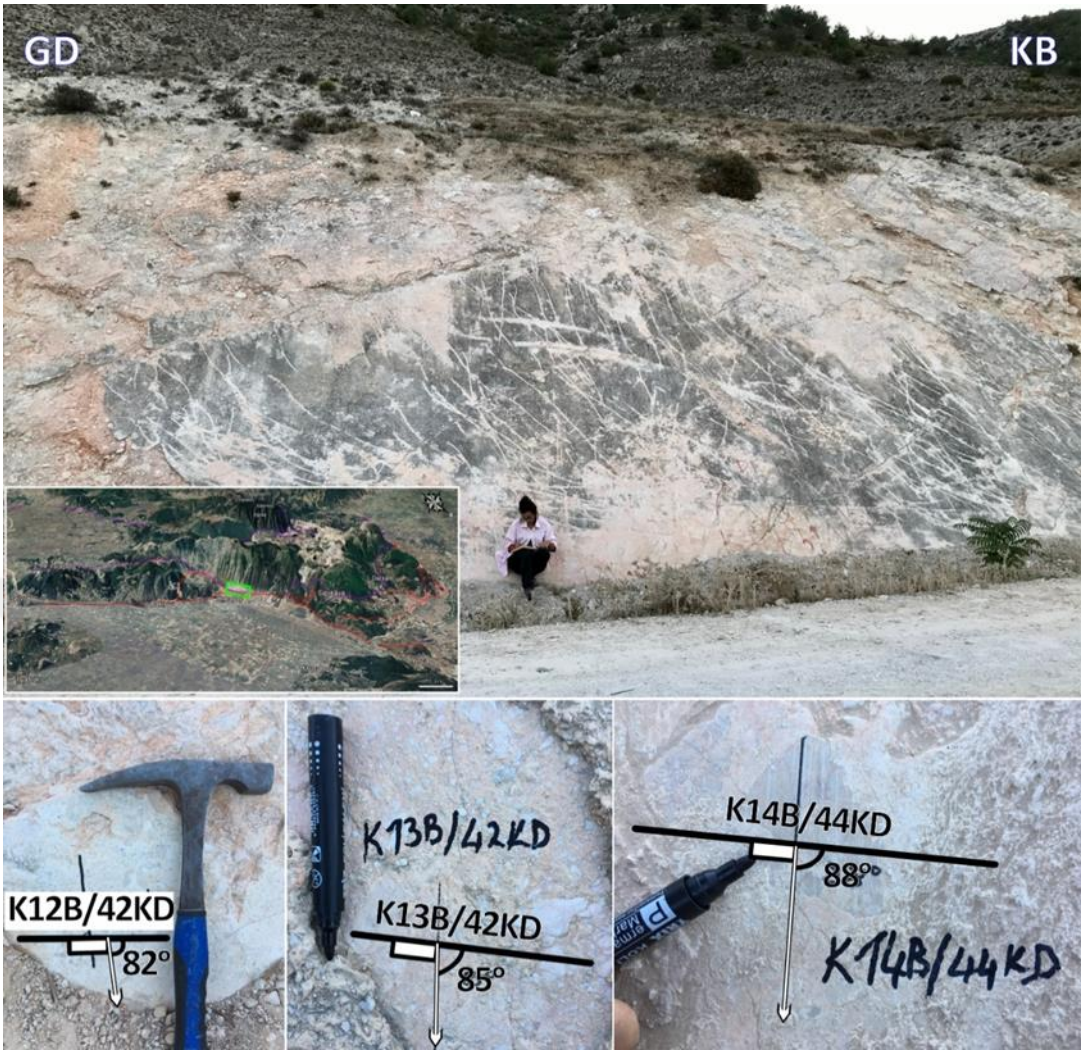
yüzleklerden elde edilmiştir (Şekil 3.6 ve 3.7). Fay düzlemlerinde gözlenen fay çizgileri 55°'den büyük ölçümlere sahiptir.



Şekil 3.4 Kırkağaç Fayı üzerinde birikmiş kolüvyal çökeller, b. Fay düzlemine paralel oluşmuş açılma çatlağı (Koordinat: 0557472/4328646) (Kişisel arşiv, 2020, 175 m.)



Şekil 3.5 a. KF Bakır Segmenti b. İki farklı yüzeyin ve hareketin olduğu fay aynası (Koordinat: 0560409/4325905) (Kişisel arşiv, 2021, 172 m.)



Şekil 3.6 Uzun ve Öndere hendekleri güneyinde gözlenen Kırkağaç Fayı, lokasyonu ve fay düzleminden alınan doğrultu/eğim ve yatım açısı ölçümleri (Koordinat: 0557472/4328646) (Kişisel arşiv, 2020, 171 m.)

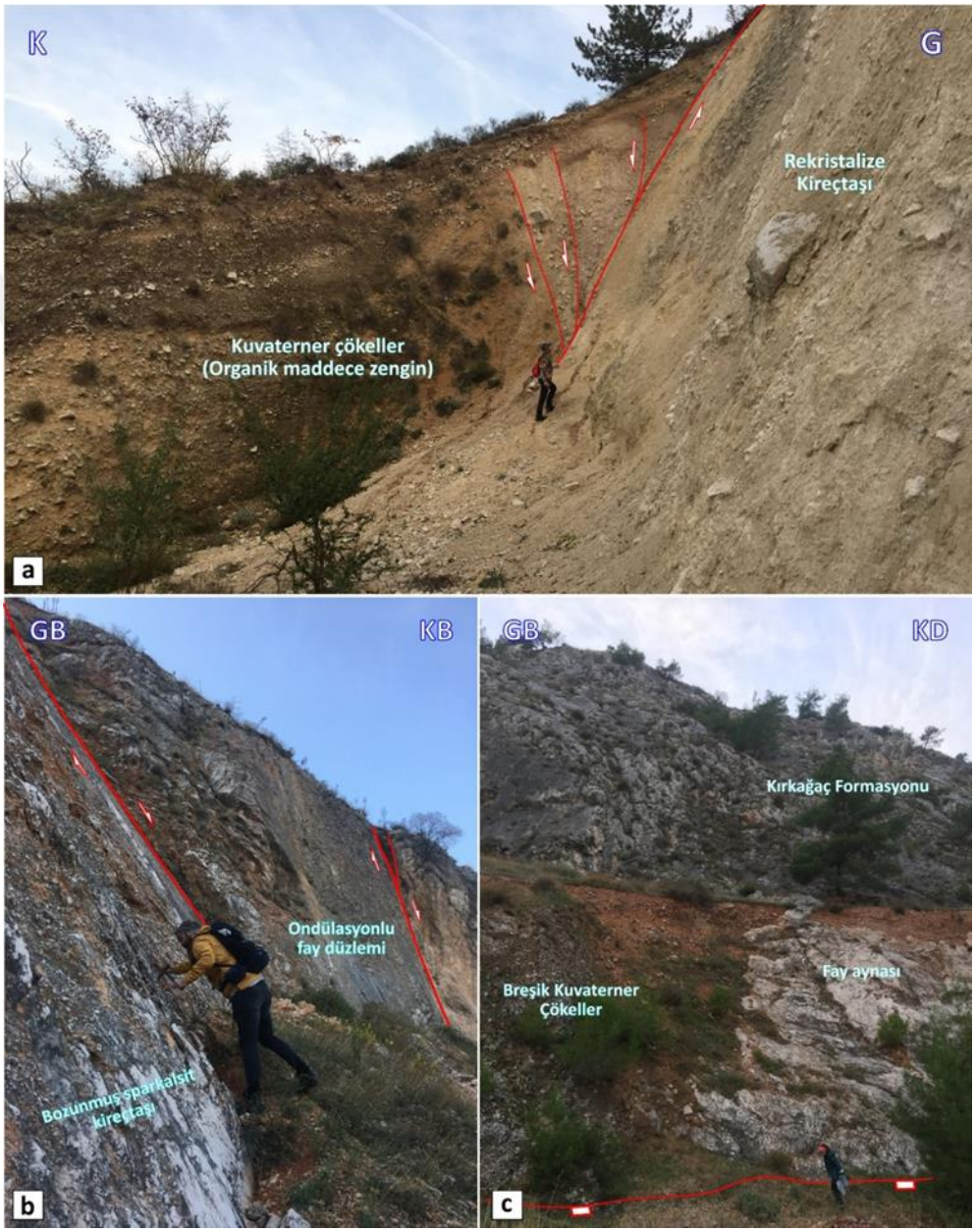
KF boyunca toplamda 83 adet fay düzlemi ölçümü yapılmıştır (Tablo 3.1). Fayın masif karbonatlı temel kayaları Kuvaterner çökellerden ayrıldığı düzlemler düz, cilalı ve yer yer çizikli kayma yüzeyleri ile karakteristiktir. Bu taze yüzeylerde kayma çizgileri kolüvyal örtü ile örtülmediği yerlerde korunmuştur. Uzun ve Öndere hendeklerinin güneyindeki fay şevinden alınan 36 adet veriden alınan yatım ölçümlerine göre normal fay niteliğindeki fayda oblik/eğim atım hareketi saptanmıştır. 4 numaralı gözlem noktasında aynı fay düzlemi üzerinde 13º ile 85º arasında değişen yatım ölçüleri saptanmıştır.



Şekil 3.7 Bakır köyünün güney girişindeki içme suyu arıtma tesisi güneyindeki Kırkağaç Fayı, lokasyonu ve fay düzleminden alınan doğrultu/eğim ve yatım açısı ölçümleri (Koordinat: 0561312/4325346) (Kişisel arşiv, 2020, 166 m.)

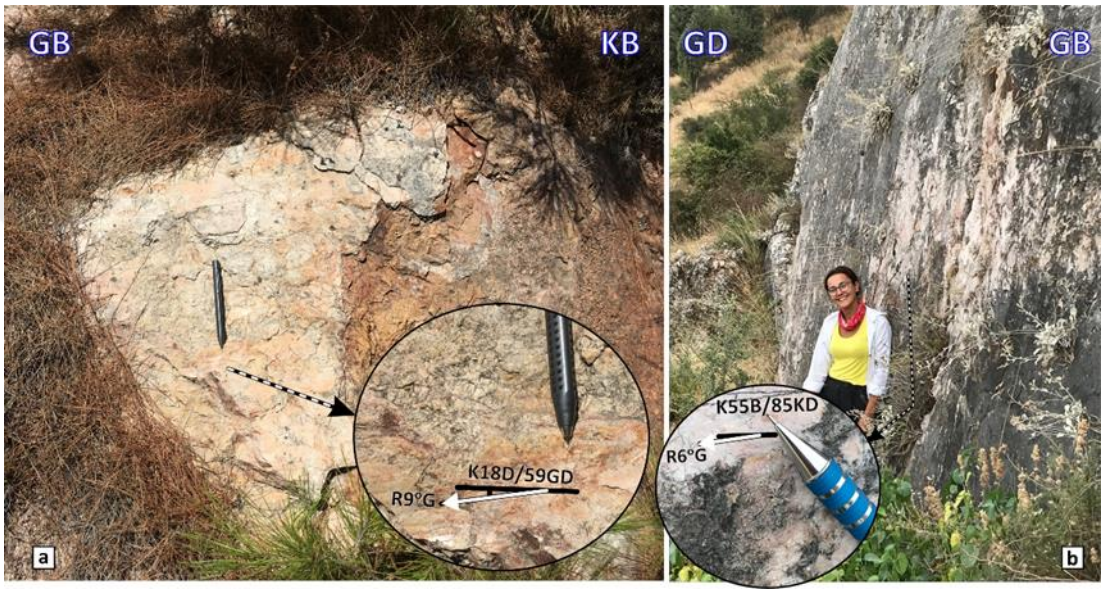
KB–GD doğrultulu ve doğrultu atım bileşenine sahip eğim atımlı normal fay karakterindeki Bakır segmenti genel olarak ondülasyonlu bir yüzey sergiler ve fay şevinde deformasyon oldukça fazladır (Şekil 3.7 ve 3.8b). Düzlemlerden alınan fay ölçümlerine göre Bakır segmenti düzlemlerinin doğrultusu K30^{o}B-K82^{o}B arasında değişmektedir ve düzlemlerde gözlenen çizgiler 50°'den büyük ölçümlere sahiptir. Fay, Bakırı güney batıdan sınırlayarak Kırkağaç köyünün hemen güneyinde keskin bir dönüş yapar ve yaklaşık D-B uzanımındaki kuzey bağlantı fayı ile Kırkağaç

segmentine bağlanır. Fay düzlemleri önünde, tavan duvarda kalın kolüvyal çökeller birikimi, breşik ve tabakalı Kuvaterner çökelleri deforme eden sentetik fay düzlemleri de gözlenmiştir (Şekil 3.8). K-G uzanımlı KF boyunca, temel kayaçları ve Miyosen istifleri, Kuvaterner çökelleriyle yer değiştirmiş, yükselmiş ve tektonik olarak yan yana gelmiştir



Şekil 3.8 a. Kırkağaç Fayında segmentleri birbirine bağlayan kuzey bağlantı fayı, yüksek açılı fay düzlemi ve kuzeye doğru basamak benzeri morfoloji gösteren sintetik faylar (Koordinat: 0558023/4327657) (171 m.), b-c. Taban bloğunu Kırkağaç Formasyonu oluşturan Bakır segmenti (Koordinatlar: 0561312/4325346, 0559456/4326989) (Kişisel arşiv, 2021, 172m. 166 m.)

Kırkağaç Fayı'nın ilk hareketi olarak saptanan veriler her iki segmentten de elde edilmiştir. Keçeli hendeğinin güneyinde korunmuş küçük yüzlekte düzlemin doğrultu eğimi K18D/59GD ve düzleme paralel oyuklarla birlikte yatım ölçüsü güneyden 9° olarak ölçülmüştür (Şekil 3.9a). Bakır segmentinde K55°B/85°KD doğrultu eğime sahip düzlemde korunmuş fay çizgileri güneyden 6° olarak yatım açılarına sahiptir (Şekil 3.9b).



Şekil 3.9 Kırkağaç Fayı ilk hareketine ait veriler a. Keçeli hendeği güneyi Kırkağaç segmentinin en kuzeyindeki veri (Koordinat: 0556917/4330700), b. Bakır köyünü güneybatıdan sınırlayan Bakır segmenti fay düzlemi verileri (Koordinat: 0559105/4327205) (Kişisel arşiv, 2020)

3.2.2 Kinematik Analiz

Bölgede gözlenen yapısal deformasyonları meydana getiren asal gerilim eksenlerinin yönelimlerini ve bölgenin tektonik rejimini belirleyebilmek amacıyla kinematik analiz çalışmaları yapılmıştır. Tektonik gerilmelere bağlı olarak gelişen faylarda, meydana gelen gerilimin belirlenmesi deformasyonun doğasının anlaşılması açısından önemlidir. Fay kinematiği ile ilgili bilinen ilk çalışmaları yapan Anderson (1942), homojen ve anizotropik bir ortamda fay geometrisi ile fay kinematiğini karşılaştırarak, bu iki parametrenin ana gerilme yönleriyle ilişkili olduğunu belirtmiştir. Gerilim eksenlerinin yönelimi ile ilgili düzenlemeler fayın taban bloğuna

göre tavan bloğunun, birim vektörel hareketi göz önünde bulundurularak yapılmıştır (Wallace, 1951; Bott, 1959).

Angelier (1984) tarafından geliştirilen bir sayısal metod ile fay kinematiği analizi yapmak mümkündür. Bölgenin kinematik özelliklerini ve gerilme rejimi geçmişinin saptanabilmesi için KD-GB ve KB-GD uzanımlı faylar üzerinde toplam 19 lokasyondan alınan fay düzlemi ölçümleri 1, 2, 3, 4 ve 5 gözlem numaralarında Kırkağaç segmentinden, 6 ve 10 gözlem numaralarında bağlantı faylarından, 7, 8 ve 9 gözlem numaraları Bakır segmentinden elde edilmiştir. Fay yüzeyi üzerindeki hareketin yönü, fay olukları, basamaklar, fay çizikleri ve fay kertikleri gibi fay yüzeylerindeki en belirgin kinematik göstergeler kullanılmıştır. 10 adet gözlem numarasında toplanmış iki segmentinde kuzey kesimlerinde eski kayma düzlemi olan sağ yanal doğrultu atımlı fay özellikleri belirlenmiş, fayın genelindeki bütün ölçüler oblik/eğim atımlı fay hareketini göstermiştir (Tablo 3.1). Fay karakteri sınıflaması Woodcock (1987) çalışmasına göre, fay düzlemi üzerindeki verilerin yatay ile yaptığı açı ölçülerek değerlendirilmiştir. Arazide toplanan toplam 83 adet fay düzlemi ölçümlerinden 39 tanesi kinematik analiz çalışmalarında hesaplanmıştır.

Tablo 3.1 Kırkağaç Fayından alınan fay düzlemi kayma ölçümleri ve lokasyonları

Lokasyon		Doğrultu	Eğim açı derecesi ve yönü	Kayma açısı	Fay Karakteri
Gözlem No	Koordinat (WGS84)				
1	0557207/ 4329695	K10B	48KD		
		K15B	60KD		
	0557190/ 4329707	K2B	45KD		
	0557178/ 4329715	K8B	46KD		
	0556914/ 4330704	K15B	45KD		
	0556917/ 4330700	K18D	59GD	9G	Sağ Yanal Doğrultu Atımlı Fay
		K35D	40GD	13G	Sağ Yanal Doğrultu Atımlı Fay
2	05569221/ 4330438	K7D	58GD		
		K72D	54GD		
		K60D	64GD		
	0557230/ 4329628	K7B	53KD	84K	Eğim atımlı Normal Fay
3	0557457/ 4328654	K10B	47KD		
		K16B	44KD		

Tablo 3.1 Devamı

Lokasyon		Doğrultu	Eğim açı derecesi ve yönü	Kayma açısı	Fay Karakteri
Gözlem No	Koordinat (WGS84)				
3	0557457/ 4328654	K9B	40KD	87G	Eğim atımlı Normal Fay
		K15B	44KD		
		K15B	43KD		
		K22B	42KD		
		K13B	42KD		
		K7B	42KD		
		K20B	33KD		
		K21B	42KD		
		K12B	43KD		
		K19B	44KD		
		K9B	41KD		
		K13B	41KD		
		K15B	41KD		
		K10B	43KD		
		K6B	43KD		
4	0557472/ 4328646	K82D	58GD		
		K15B	47KD		
		K17B	50KD		
		K14B	42KD		
		K20B	41KD	13G	Sağ Yanal Doğrultu Atımlı Fay
		K19B	40KD	13G	Sağ Yanal Doğrultu Atımlı Fay
		K19B	40KD	30K	Oblik Atımlı Normal Fay
		K25B	44KD		
		K16B	43KD		
		K16B	42KD		
		K12B	42KD	82G	Eğim atımlı Normal Fay
		K13B	42KD	88B	Eğim atımlı Normal Fay
		K13B	42KD	85B	Eğim atımlı Normal Fay
		K13B	42KD	55B	Eğim atımlı Normal Fay
		K13B	42KD	85B	Eğim atımlı Normal Fay
		K21B	42KD		
		K17B	43KD		
		K12B	42KD		
	0557481/ 4328587	K7B	44KD	78K	Eğim atımlı Normal Fay
		K14B	39KD	86K	Eğim atımlı Normal Fay

Tablo 3.1 Devamı

Lokasyon		Doğrultu	Eğim açı derecesi ve yönü	Kayma açısı	Fay Karakteri
Gözlem No	Koordinat (WGS84)				
5	0557483/ 4328570	K14B	44KD	88K	Eğim atımlı Normal Fay
		K19B	44KD		
	0557491/ 4328553	K14B	43KD		
6	0558023/ 4327657	K80D	75KB	68G	Eğim atımlı Normal Fay
7	0559105/ 4327205	K55B	85KD	6G	Sağ Yanal Doğrultu Atımlı Fay
		K58B	85KD	6G	Sağ Yanal Doğrultu Atımlı Fay
		K68B	66GB		
8	0560332/4326052	K30B	73KD		
	0560409/4325905	K37B	60KD		
		K38B	58KD	70G	Eğim atımlı Normal Fay
		K34B	66KD	56G	Oblik atımlı Normal Fay
9	0561312/4325346	K63B	61KD	87G	Eğim atımlı Normal Fay
		K70B	64KD		
		K70B	59KD	74G	Eğim atımlı Normal Fay
		K65B	63KD		
		K58B	72KD	69G	Eğim atımlı Normal Fay
		K55B	65KD	51G	Oblik atımlı Normal Fay
		K51B	68KD	50G	Oblik atımlı Normal Fay
		K65B	62KD		
		K74B	66KD	72G	Eğim atımlı Normal Fay
		K60B	67KD	61G	Oblik atımlı Normal Fay
		K75B	76KD	69G	Eğim atımlı Normal Fay
		K62B	58KD	86G	Eğim atımlı Normal Fay
		K68B	64KD	84G	Eğim atımlı Normal Fay
		K80B	56KD	85G	Eğim atımlı Normal Fay
		K82B	56KD	83G	Eğim atımlı Normal Fay
		K81B	53KD	87G	Eğim atımlı Normal Fay
		K80B	57KD	89G	Eğim atımlı Normal Fay
		K33B	73KD	66G	Oblik atımlı Normal Fay
		K36B	71KD	71G	Eğim atımlı Normal Fay

Tablo 3.1 Devamı

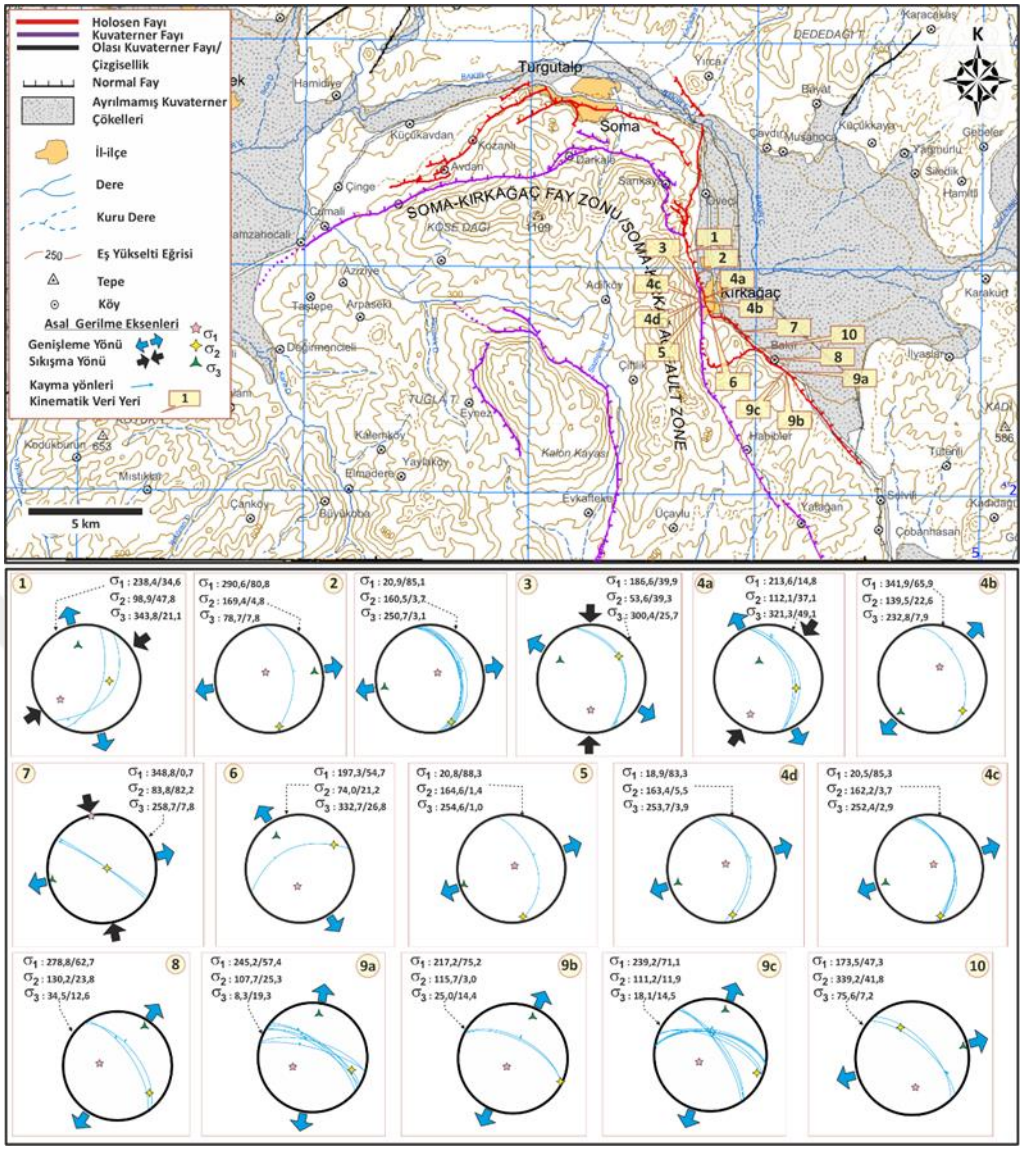
Lokasyon		Doğrultu	Eğim açı derecesi ve yönü	Kayma açısı	Fay Karakteri
Gözlem No	Koordinat (WGS84)				
9	0561312/4325346	K36B	67KD	70G	Eğim atımlı Normal Fay
10	0559932/4326312	K81B	45KD		
	0560013/ 4326317	K43B	62KD	45G	Oblik atımlı Normal Fay
		K49B	67KD	40G	Oblik atımlı Normal Fay
		K60B	74KD		

Deformasyona uğramış bölgelerde Wulf veya Schmidt'in eş alanlı alt yarım küre projeksiyonları kullanılmaktadır ve bunlarda fay düzlemleri üzerinde yer alan kayma çizikleri yardımıyla hareket yönleri gösterilebilmektedir. Hareket yönleri, düzleme ait doğrultu çizgisi ve eğim yayı üzerine çizilen fay çiziği oklarıyla gösterilir (Şekil 3.10). Bu küçük okların içe doğru olması ters fay karakterini gösterirken, dışa doğru olduğu durumlarda normal fay karakterindeki hareketleri ve/veya bunların bileşenlerini göstermektedir. Fay düzlemi ölçümleri FaultkinWin programına girilerek ana asal gerilim eksenlerinin (σ1> σ2> σ3) doğrultuları stereonet ağına yerleştirilmiştir. Birbirlerine dik olacak şekilde en büyük asal gerilme ekseni (σ1) düşey düzlemdeyken genişlemeli, ortaç asal gerilme ekseni (σ2) düşey düzlemdeyken doğrultu atımlı ve en küçük asal gerilme ekseni (σ3) düşey düzlemdeyken sıkışmalı tektonik rejim söz konusudur (Özkaymak, 2012). Asal gerilme eksenlerinin en büyük ve en küçük olanı referans alınarak alt yarım küre dışına sıkışma ve genişlemeyi gösterir oklar yerleştirilmiş ve gözlem numarasındaki bölgeye ait stresler Şekil 3.10'da diri fay haritasına yerleştirilerek gösterilmiştir.

Analiz sonuçlarına göre, gözlem numarası 1 de KB-GD uzanımda ve KD eğiminde, rake açılarının ölçüldüğü KD-GB doğrultusunda GD eğiminde faylar bulunur. Fay çizik ve oluklarına göre fay düzlemi sağ yanal doğrultulu hareketi ve KB-GD doğrultusunda sıkışma ile KD-GB doğrultusunda açılma bulunmuştur. Gözlem numarası 2 de KB-GD doğrultusunda ve KD'ye eğimli fay düzleminde eğim atımlı normal fay karakteri gözlenmiş, BKB-DGD uzanımında açılmanın baskın olduğu saptanmıştır. Gözlem numarası 3'e ait 17 adet fay düzlemi ölçümü fayın KB-GD

doğrultulu ve KD eğiminde olduğunu göstermiştir. Gözlem numarası 4'e ait saptanan 4 farklı stres lokasyonunda KD-GB uzanımlı açılma baskın olmakla birlikte, KB-GD yönünde açılma ve KD-GB yönünde sıkışmanın varlığı da sonuçlanmıştır. Söz konusu gözlem numarasına ait eğim atımlı hareketin baskın olduğu fay düzleminde sağ yanal oblik atımlı harekette gözlenmiştir. Aynı düzlemde bulunan iki farklı gösterir kinematik veriler fayın reaktivitesini gösterebilmektedir. Gözlem numarası 5 olan fay KB-GD doğrultusunda KD yönüne eğimlidir. Lokasyonda KD-GB yönünde açılma saptanmıştır. DKD-BGB doğrultusuna ve KKB eğimine sahip kuzey bağlantı fayından alınan verilere göre eğim atımlı fayın bulunduğu gözlem noktası 6'da KD-GB yönde açılma sonuçlanmıştır. Bakır segmentindeki gözlem noktası 7'de KB-GD doğrultusunda ve KD yönüne eğimli fay sağ yanal hareket sunar. Burada DKD-BGB yönde açılma ve KKD-GGB yönde sıkışma söz konusudur. Gözlem 8'e ait ölçümler oblik ve eğim atımlı karakter gösterirken gözlem numarası 9'da fay düzlemi ölçümleri geneli eğim atımlı normal fay karakteri göstermiştir. 10 numaralı lokasyon oblik atımlı normal fay karakterindedir. Saha verilerine göre, gözlemlenen fay düzlemleri ortalama 53° D'ye eğimlidir.

Fay, geometrisine göre düzlemsel ve yüksek açılı olarak nitelendirilmiş, fay zonu boyunca yapılan fay konumu ve rake (yatım açısı) ölçümleri KF'nin birbirini üzerleyen iki farklı faylanma evrelerini temsil eden iki hareket içerdiğini göstermiştir. Yapılan ölçümler ilk hareketin doğrultu atımlı, ikinci hareketin ise oblik/eğim atım bileşenli normal fay olduğunu göstermektedir (Şekil 3.10). Kinematik veriler ile çalışma alanında iki ayrı tektonik rejim tanımlanmış, ilk hareketin makaslama kuvvetleri etkisinde geliştiği ve ikinci hareketin ise KD-GB uzanımlı genişleme kuvvetleri etkisiyle ilişkili olduğu saptanmıştır. İlk rejim, Soma-Kırkağaç bölgesi çevresinde doğrultu atımlı fayların gelişmesini sağlamıştır. Fay kayma verileri ve oluşturulmuş paleostres konfigürasyonları, Holosen öncesi bölgede çapraz uzanan (transcurrent) tektoniğin hüküm sürdüğünü açıkça göstermektedir (Uzel, 2016).



Şekil 3.10 Kırkağaç Fayı'ndan alınan fay düzlem çözümleri, paleostres yönleri ve lokasyonları (Diri fay Emre ve diğer., 2011'den alınmıştır, fay düzlemleri Tablo 3.1'de aktarılmıştır)

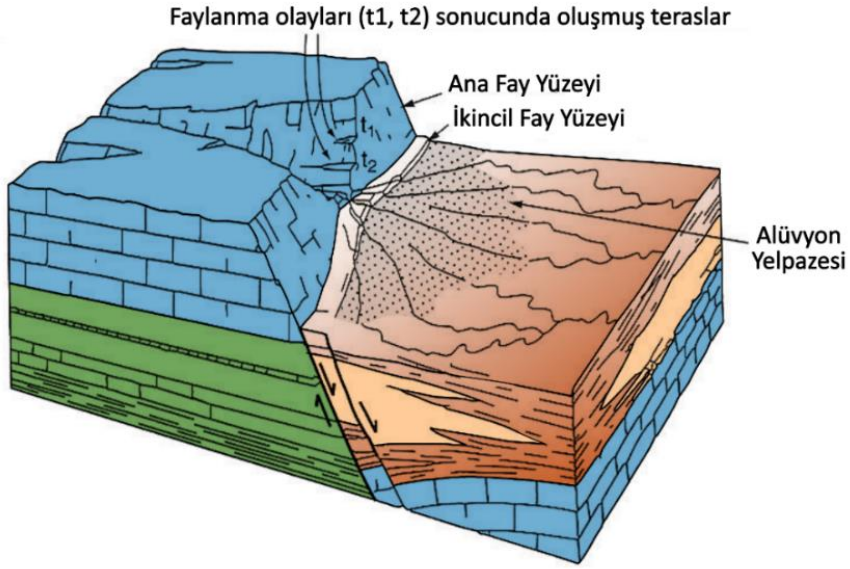
Holosen öncesi faylanma, K-G sıkışması ile ilişkili yaklaşık D-B uzanımlı bir genişleme altında geliştiğini göstermektedir. Bunlara ek olarak, K-G uzanımlı faylar boyunca daha eski doğrultu atımlı hareket, Holosen öncesi zaman için KD-GB doğrultulu bir genişleme ve ilgili KB-GD sıkışmasını açıkça göstermektedir (Uzel, 2016). Fay/uyumsuzluk ilişkilerini ortaya koyan stratigrafik ölçütler; birbirlerini üzerleyen yapılar gibi kinematik geçmişteki olayları yansıtan yapısal ölçütler; tekrarlanma ile ötelenen jeomorfolojik özellikler, yüzeydeki fay izi denetiminde izlenen jeomorfolojik ölçütler gibi jeolojik kayıtlardaki faylarda reaktivasyonu

tanımlayan çeşitli karşılaştırma setleri literatürde ayrıntılı olarak örneklerle açıklanmaktadır (Holdsworth ve diğer., 1997; Özkaymak, 2012). Bu veriler, Kırkağaç Fayı üzerindeki ilk hareketin sağ yanal yönlü doğrultu atımlı faylanma şeklinde geliştiğini, son hareketin ise eğim/oblik atımlı normal fay şeklinde olduğunu kanıtlamaktadır. Bölgesel ölçekte İBTZ içinde değerlendirilen Kırkağaç Fayı bu kinematik özellikleriyle Holosen'de yeniden aktif hale gelmiş (reaktif) fay sınıfında değerlendirilebilir.

BÖLÜM 4
TEKTONİK JEOMORFOLOJİ

Günümüzdeki morfoloji, neotektonik dönemdeki jeolojik olayların etkisi altında şekillenmiştir. Neotektonik dönemdeki yapılar ise, çoğu yerde paleotektonik dönemde gelişmiş yapılardan etkilenmiş olup, günümüzdeki morfolojik yapının anlaşılabilmesi için, neotektonik hatta paleotektonik dönemde gelişmiş olayların ve yapıların incelenmesi gerekmektedir. Jeomorfolojik şekiller üzerinde erozyon ve çökelme süreçlerinden farklı olarak aktif tektonik süreçlerinin morfoloji üzerindeki etkisini saptamak için tektonik jeomorfoloji kullanılmaktadır. Farklı hız ve etkinliklerle yeryüzünün yükselimine veya aşınımına neden olan faktörlerin incelenmesi tektonik jeomorfoloji çalışmalarını kapsamaktadır.

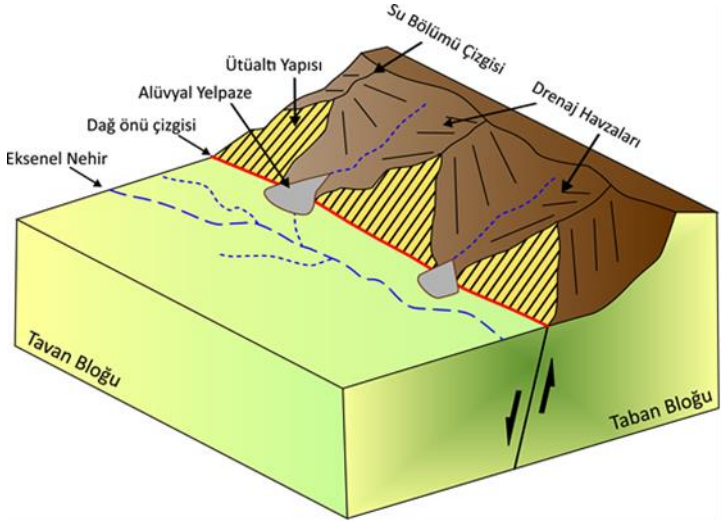
Kıtasal aktif tektonik ortamlarda, normal fayların uzun dönem kayma hızının belirlenmesi, bölge tektoniğini anlayabilmek veya bölgedeki deprem tehlikelerini ortaya koyabilmek için önemlidir ve dağ önlerindeki belirgin özellikler, düşey yöndeki tektonik bozulmaları sonuçlayabilmektedir (faylanma sonucu oluşan teraslar gibi) (Bull, 2007). Bu kapsamda tektonik deformasyona karşı flüviyal sistemin tepkisini anlayabilmek için jeomorfolojik göstergelerin incelenmesi ve morfometrik indis hesaplamaları ile aktif tektoniğin jeomorfolojik süreçler üzerindeki etkisinin tartışılması amaçlanmıştır. Normal fayların kayma hızlarını belirleyebilmek için ötelenmiş jeomorfolojik göstergeler kullanılır. Şekil 4.1'de normal faylanmanın yükselimi sınırladığı bölgelerde iki faylanma evresini ve ana morfolojik yapıları gösteren şematik blok diyagram gösterilmiştir.



Şekil 4.1 Ana ve tali normal fay dikliklerini gösteren topografya, faylanma (yükselme) olayları tarafından üretilen tünemiş teraslar (t1 ve t2) ile bir alüvyon yelpazesi (Keller ve Pinter, 2002)

4.1 Jeomorfolojik Göstergeler

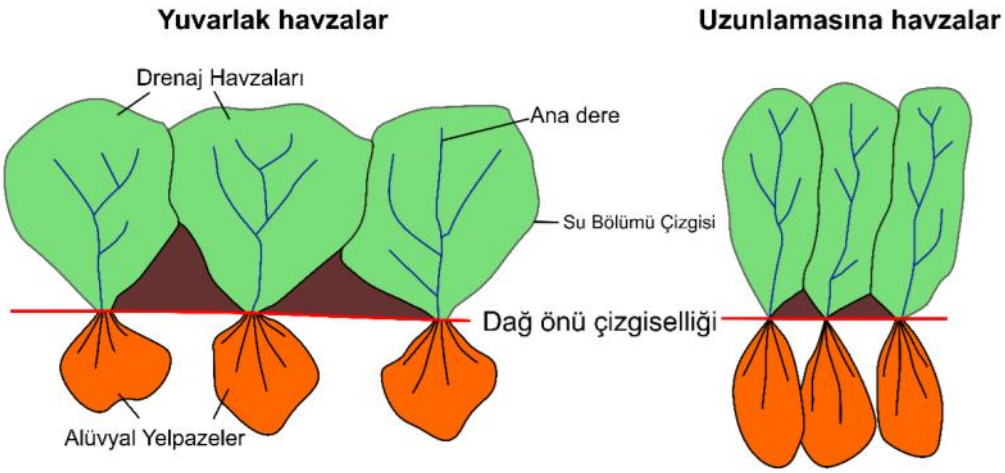
Taban blok yükselmesiyle eğim yönünde akan akarsular dağ cephesini keserek doldurma eğilimindeyken aktif faylanma ise doğrusal karakteri geri kazanma eğilimindedir (Burbank ve Anderson, 2000). Aktif tektonik ve yüzeysel süreçler arasındaki bu etkileşim, faylar boyunca jeomorfolojik göstergelerin oluşumuna neden olmaktadır (Keller, 1986; Mayer, 1986; Bull, 1977; Burbank ve Anderson, 2001; Keller ve Pinter, 2002). Özellikle eğim atımlı normal faylar boyunca oluşabilen ve fay tanıma kriterleri olarak kullanılabilen jeomorfolojik göstergeler; drenaj (akaçlama) havzası, eksenel nehir, üçgen yüzeyler (ütüaltı yapısı-fay sarplığı), alüvyal yelpaze (birikinti konisi), dağ önü çizgiselliği ve eski dağ cepheleri şeklindedir (Şekil 4.1, 4.2). Bu bölümde genişlemeli tektonik rejimlerde oluşan ve çalışma alanında gözlenebilen jeomorfolojik yapılar açıklanacaktır.



Şekil 4.2 Normal faylanmanın oluşturduğu hızlı deformasyon sonucu oluşan jeomorfolojik göstergeleri gösterir blok diyagram (Burbank ve Anderson, 2000; Tepe, 2013'ten değiştirilerek)

4.1.1 Drenaj (Akaçlama) Havzaları

Drenaj havzaları flüvyal morfolojinin temel birimi olup akarsuların akış şekillerine göre sırtlardan geçirilerek çizilen ve akarsuların yüzeysel akıma geçen sularının toplandığı alanlardır. Drenaj ağları, tektonik aktivite ve erozyon süreçlerinin hassas jeomorfolojik belirteçlerden biridir (Ouchi, 1985). Geometrik yapılarına bakılarak yapılan sınıflandırmaya göre drenaj havzaları, uzunlamasına drenaj havzaları ve dairesel drenaj havzaları olmak üzere iki gruba ayrılır. Uzunlamasına drenaj havzaları hızlı deformasyonu, dairesel olanlar ise yavaş deformasyonu gösterir (Şekil 4.3). Taban blok yükselmesiyle fay boyunca akan nehirler, dağ cephesini parçalama ve doldurma eğilimindeyken, aktif faylanma doğrusal karakteri geri kazanma eğilimindedir (Burbank ve Anderson, 2000). Faylanmaya bağlı olarak özellikle taban blokta farklı kaya türleriyle ilişkili farklı jeomorfoloji ve buna bağlı olarak farklı geometrilerde havzalar oluşur (Şekil 4.3). Bu akarsuların oluşturduğu vadiler havza karakteristiğine bağlı olarak farklı aşındırma şekilleri gösterebilmektedir. Tektonik aktivitenin yüksek olduğu bölgelerde akarsular dağ önü çizgiselliğini V-şekilli vadi oluşturarak aşındırır.



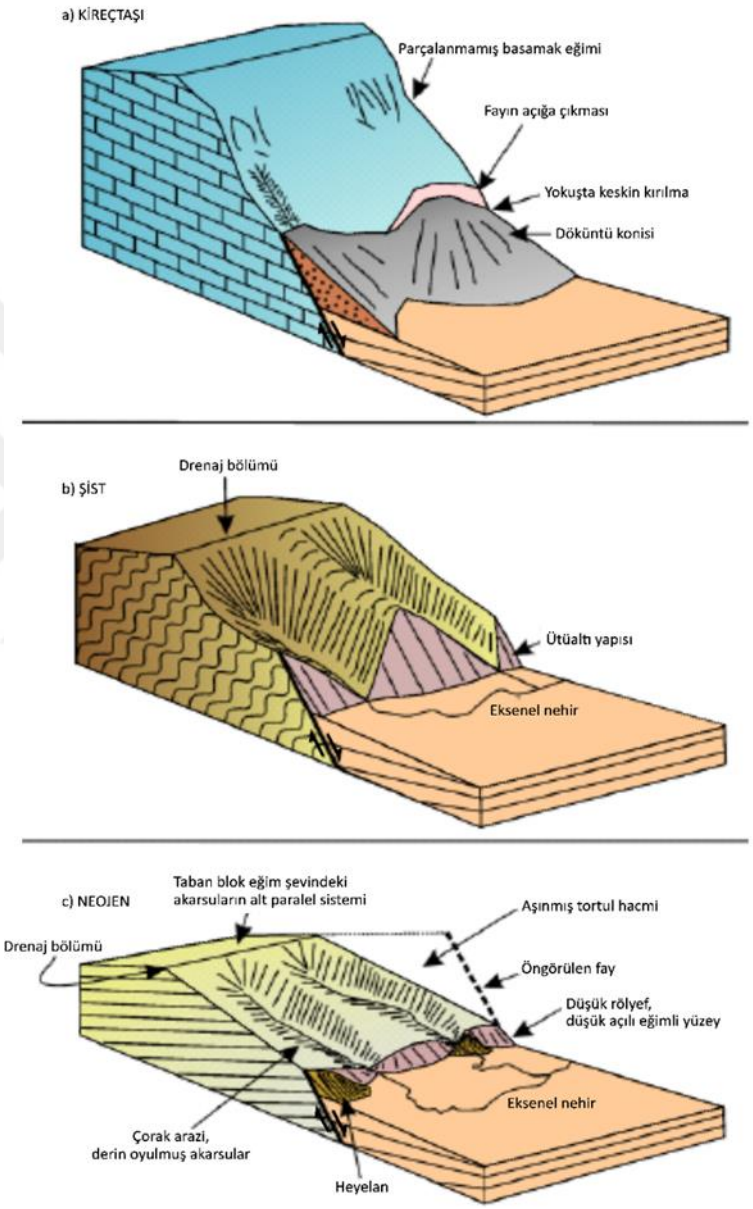
Şekil 4.3 Taban bloktaki yuvarlak ve uzunlamasına havza geometri şekilleri (Burbank ve Anderson, 2000'den değiştirilerek)

Jeomorfoloji ve drenaj, normal fay sistemlerinin konumu ve gelişimi ile ilgili bilgi sağlayan sismolojik ve stratigrafik verileri destekleyebilmektedir (Goldsworthy ve Jackson, 2000). Drenaj havzalarının eğimi ve geometrisi, iklim değişiklikleri, litoloji, tektonik ve aşınma ile kontrol edilir (Keller ve Pinter, 2002; Schumm ve diğer., 2002; Pérez-Peña ve diğer., 2010; Burbank ve Anderson, 2013). Drenaj havzaları üzerinde, normal fayların taban bloğunda farklı kaya birimlerinin bulunmasıyla ilişkili olarak litolojik etki farklılık gösterir (Şekil 4.4). Taban blokta sert ve dayanıklı, nispeten daha yumuşak veya aşırı zayıf litolojinin bulunması bölgenin morfolojisini etkileyen önemli parametrelerdendir. Farklı dayanımlardaki litolojiler, zayıf bir tarihsel deprem kaydına sahip bölgelerde aktif faylanma bilgisini genişletmek ve jeomorfoloji deseninin bu bölgelerde zamanla nasıl değiştiğini anlamak açısından önemlidir.

4.1.2 Dağ Önü Çizgiselliği ve Eksenel Nehir

Bir dağ eteğinden geçerek ova ve dağı ayıran bir normal fay, taban bloktaki drenaj havzalarının ovaya döküldüğü yerde dağ önü çizgiselliği oluşturur (Şekil 4.2). Bu çizgiselliğin girintili çıkıntılı şekli tavan bloğunun yavaş çökmesinin sonucuyken nispeten daha düz çizgisellik daha hızlı bir aktiviteyi ifade eder. Graben tipi çöküntü havzalarında dağ önü çizgiselliğine yani faya paralel uzanan eksenel nehir bulunur.

Eksenel nehir ile dağ önü çizgiselliğinin birbirlerine göre konumları fayın deformasyon hızı hakkında bilgi verir. Dağ önü cephesi ve eksenel nehir birbirlerine yakın mesafede bulunmaları o fayın göreceli olarak hızlı deformasyon oluşturduğunu gösterir.



Şekil 4.4 Farklı dayanım özelliğindeki litolojilerde normal faylanmanın oluşturduğu jeomorfolojik özellikleri gösterir blok diyagramlar; a. Kireçtaşı, b. Şist ve c. Neojen çökelleri (Goldsworthy ve Jackson, 2000)

4.1.3 Alüvyon Yelpazesi (Birikinti Konisi)

Normal faya bağlı bir yükselim ile taban blokta derin vadilerin aşınması söz konusudur ve bu tektonik yer değiştirmeyle normal fay zonunun düşen bloğunda kalın alüvyon yelpaze çökelleri birikir (Şekil 4.1, 4.2). Alüvyon yelpazeleri fayın aktifliğini yorumlamada önemli belirteçlerdendir. Bir normal fay bölgesinde alüvyon yelpazenin üst kesimi fayın taban bloğunun içine girik durumda olmaması oradaki fayın aktifliğini gösterir. Aktif faylanma ile alüvyon yelpazeleri faya yakın yerde en kalındır ve bu koniklik havzaya (ovaya) doğru büyür. V şeklindeki kanyon ve dere teraslarının kalıntıları, tektonik olarak düşey erozyona neden olduğunu belgeler (Keller ve Pinter, 2002). Tektonik eğim ve asimetrik çökelim, alüvyon yelpazesi bölgesinin jeomorfoloji ve sedimantasyon desenlerinin temel kontrolleridir.

Bir akarsu, dik eğimli bir yamaçtan ovaya doğru içerdiği döküntüyü taşıdığı sürede, eğim azalır ve buna bağlı olarak akarsuyun taşıma gücü zayıflar. Yüzey suyu akışındaki azalma veya kanalın genişlemesi sonucu çökel yükündeki ani düşüş nedeniyle alüvyon yelpazeler oluşur. Alüvyon yelpazeler, fay sarplığındaki eğimin yüksek olması ile sürüklenmiş olan yükün büyük bölümünün dere ağzında-eğim kırığında olacak şekilde aşağı doğru genişleyen koni şekilli depolanma alanlarıdır. Yelpazenin üst kesimlerinde kaba taneli birikim, alt kesimlerde ince taneli havza dolgusu ile birleşik olarak birikim gösterir.

4.1.4 Üçgen Yüzeyler (Fay Sarplığı-Ütüaltı Yapısı)

Üçgen yüzeyler, normal ve bindirme faylarının sarplıkları ve antiklinal cepheleri gibi çeşitli tektonik ortamlarda sıklıkla gözlenen jeomorfolojik özelliklerdir (Wells ve diğer., 1988; Bull, 2007). Üçgen yüzeyler, üçgen veya çokgen şekle sahip yüzey şekilleridir ve belirli bir dağ önü cephesinde iki bitişik drenaj arasında bulunur (Wells ve diğer., 1988) (Şekil 4.2). Genelde dik eğime sahip normal faylar boyunca dağ cepheleri düz ve dik olma eğilimindedir. Dağ cephelerinin yükselmesiyle eşzamanlı olarak akarsuyun neden olduğu erozyon ile bu yüzeyler oluşur (Zuchiewicz ve McCaplin, 2000; Petit ve diğer., 2009).

Üçgen yüzeylerin eğimi ve yüksekliği tektonik aktiviteyle ilgili önemli bilgi verir. Erozyonel koşulların üçgen yüzeylerin oluşumu için uygun olmasıyla üçgen yüzeylerin ortalama yüksekliği düşey yer değiştirme oranı ile doğrusal bir işleve sahiptir ve litolojinin değişimiyle fay segmentlerindeki üçgen yüzeyler farklılık gösterir (Petit ve diğer., 2009) (Şekil 4.4).

4.2 Morfometrik İndisler

Aktif tektonik ve jeodinamik süreçler, jeomorfik ve stratigrafik işaretler kullanılarak kaya ve yüzey deformasyonu ölçülerek nicelendirilebilir (örn., Pavano ve diğer, 2016). Morfometrik indisler, tektonik deformasyonun hızlı olduğu alanları belirlemek için kullanılan temel araçlar olarak geliştirilmiştir (Bull ve McFadden, 1977; Keller ve Pinter, 1996). Bu kapsamında hesaplanan morfometrik indislerin özet bilgileri Şekil 4.5'te verilmiştir.

4.2.1 Dağ Önü Sinüslüğ (Smf)

Smf, düzensiz ve kıvrımlı cepheler oluşturma eğiliminde olan aşınma süreçleri ile nispeten düz bir cephe sürdürme eğiliminde olan tektonik kuvvetler arasındaki dengeyi yansıtan bir indistir (Bull 1977; Bull ve McFadden 1977; Keller 1986; Keller ve Pinter 2002; El-Hamdouni ve diğer., 2008). Aktif tektoniğin kontrol ettiği dağ cephelerinin morfometrik ifadesi şu denklem ile ifade edilir:

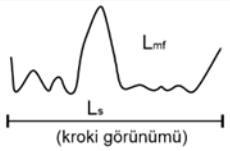
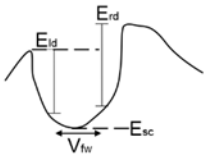
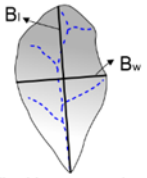
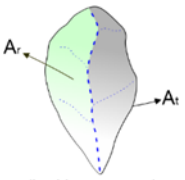
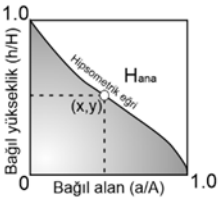
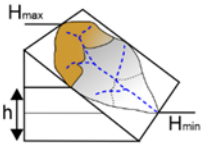
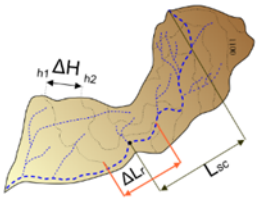
$$Smf = Lmf / Ls \quad (3.1)$$

Burada Lmf dağ eteği ile alüvyon yelpazeleri arası gömülme sınırı uzunluğu, Ls ise dağ cephesinin düz veya geniş kavisli bölümünün uzunluğudur (Bull, 2007).

Bull (2007)'ye göre, bir dağ silsilesi boyunca hızlı ve aktif yükselen bir dağ cephesinin eğriliği (Smf), 1'e yakın olmalıdır. Çünkü dereler, faydan uzakta ve beslendiği kaynak kesimde her yeri kazmaya başlar; daha fazla yükselim olmadığı

sürece akarsular denge durumunu sağlamaya ve dağ önüne yakın seviyeye ulaşmaya çalışarak zamanla denge profili sağlandıktan sonra akarsuyun kısmen yanal aşındırması sonucu dağ cephesi oyulur ve Smf değerinin yüksek olmasının bir nedeni bu süreçtir (Bull, 2007).

Erozyon ve tektonik aktiviteyle ilgili etkileşimi gösteren Smf indisi, bölgedeki yükselime bağlı olarak dağ önü çizgiselliğinin farklı doğrultulara olan değişimini gösterir (Rockwell ve diğer., 1984). Bu değişim, tektonik aktivite ve erozyonel süreçlerin birlikte çalıştığında, dağ cephelerinin oluşturduğu daha geniş ve daha sinus eğrisi şeklindeki çizgiselliktir (Bull ve McFadden, 1977). Bu çizgiselliğe dereler arasındaki mesafeler de etki eder ve mesafe kısa ise eğrisellik fazladır (Bull, 2007). Smf genelde 3'ten küçüktür, 1'e yakın değerler doğrudan fayın etkisiyle meydana gelen genç bir morfolojiyi işaret eder. Literatürde Smf indisi için bir sınır değer (1,40) belirlenmiştir (Keller, 1986; Pérez-Peña ve diğer., 2010; Silva ve diğer., 2003; Rockwell ve diğer., 1984; Bull, 2008). Bölgenin yüksek tektonik aktivitenin etkisinde kaldığını, düşük ve orta dereceli Smf değerlerine sahip dağ cepheleri gösterir (Keller ve Pinter, 2002; Perez-Pena ve diğer., 2010; Daxberger ve Riller, 2015).

Morfometrik Parametreler	Matematiksel Bağıntı	Ölçüm Prosedürü	Kaynak
S_{mf}, Dağ önü Sinüslüğü	$S_{mf} = L_{mf} / L_s$	 (kroki görünümü)	Bull ve McFadden, 1977; Keller, 1986; Keller ve Pinter, 2002; Silva ve diğ., 2003; Pérez-Peña ve diğ., 2010
V_f, Vadi Tabanı Genişliği-Yüksekliği Oranı	$V_f = 2V_{fw} / [(E_{ld} - E_{sc}) + (E_{rd} - E_{sc})]$	 (enine kesit)	Bull ve McFadden, 1977; Keller ve Pinter, 2002
B_s, Havza Şekli Geometrisi	$B_s = B_l / B_w$	 (kroki görünümü)	Bull ve McFadden, 1977; Ramirez-Herrera, 1998
A_f, Asimetri Faktörü	$AF = 100(A_r / A_t)$	 (kroki görünümü)	Hare ve Gardner, 1985; Keller ve Pinter, 2002
HI, Hipsometrik Eğri ve Hipsometrik İntegral	$x = a / A$ $y = h / H$		Strahler, 1952; Keller ve Pinter, 2002
	$HI = (h_{ana} - h_{min}) / (h_{max} - h_{min})$	 (blok diyagram)	
SL, Akarsu Eğri-Uzunluk İndisi	$SL = (\Delta H / \Delta L_r) L_{sc}$	 (kroki görünümü)	Hack, 1973; Keller ve Pinter, 2002

Şekil 4.5 Tez kapsamında kullanılan morfometrik indisler

4.2.2 Vadi Taban Genişliği-Yüksekliği Oranı (Vf)

Vf, hızlı yükselmeye maruz kalan bölgelerin, dar vadi tabanları ve V-şekilli vadiler olarak aşınmış nehirlerin gözlemini sonuçlar. Vadilerin oluşum ve gelişiminin tektonik ile ilişkisini ölçmek için kullanılan denklem şu şekildedir:

$$Vf = -2\ Vfw/(Eld\text{-}Esc) - (Erd\text{-}Esc) \quad (3.2)$$

Burada Vfw, vadi havzasının genişliği olup, Eld ve Erd, drenaj havzasında mansaba bakıldığında sırasıyla doğu ve batı havzaların yüksekliklerini, Esc vadi tabanı yüksekliğini ifade eder (Bull ve McFadden, 1977). Vf indisi her bir vadi için dağ cephesinden belirli bir uzaklıkta hesaplanır ve bu uzaklıklar literatürde havzaların büyüklüklerine göre değişkenlik göstermektedir (Ramírez-Herrera, 1998; Bull, 2007; Özkaymak ve Sözbilir, 2012; Softa ve diğer., 2018). Çoğunlukla küçük ölçekli havzalarda 100-250 m arası, büyük havzalarda 500 m-1 km arası uzaklıklar kullanılarak hesaplamalar yapılır (Özkaymak ve Sözbilir, 2012; Eski ve diğer., 2020). Alüvyon kalınlığı ve havza bitimine en yakın yükseltilere göre büyük ölçekli havzalar için 3 km'ye varan uzaklıklar da kullanılmıştır (Yerli ve diğer., 2021). Sarp ve Düzgün (2013) bu indisin hesaplamasında vadi tabanını belirlemek için profil çizgilerinin seçimi ve eğim eşiğinin belirlenmesi olmak üzere iki problem saptamışlardır. Bu problemlere vadi geometrilerini dikkate alarak ve nehir yatağını "h" miktarı kadar yükselten bir yaklaşım ile çözüm bulmuşlardır. Genelde, dik ve dar (V-şekilli) vadiler ($VF \leq 1$) nispeten yüksek yükselme oranlarını, düz tabanlı (U-şekilli) vadiler ($VF > 1$) nispeten düşük yükselme oranlarını ifade eder (Bagha ve diğer., 2014; Keller, 1986; Keller ve Pinter, 2002).

4.2.3 Asimetri Faktörü (AF)

Aktif tektoniğin geliştiği bölgelerde drenaj ağları belirli, spesifik geometrilerde deformasyona uğrayarak gelişir. Drenaj havzası ölçeğinde veya daha geniş alanlarda tektonik eğimlenmeyi anlamak için asimetri faktörü kavramı geliştirilmiştir (Keller ve Pinter, 1996). Havza gelişimi üzerinde tektonik kontrolün tanımlanması amacıyla sıklıkla kullanılan indisin (Hare ve Gardner, 1985; Cox, 1994) sayısal ifadesi şu şekildedir:

$$AF = (Ar / At) * 100 \quad (3.3)$$

(Ar: drenaj havzanın kanal akış yönünün sağında kalan alan, At: drenaj havzasının toplam alanı) (Hare ve Gardner, 1985)

Bu denkleme göre, havzanın asimetri değeri 50'den büyük ve daha küçük değerler için asimetriktir ve havza 50'ye yakınsa dengededir; değer 50'den büyükse sola yakın, 50'den azsa havza sağa yakındır (Scotti ve diğer., 2014). Peréz-Peña ve diğer. (2010), asimetri faktöründen elde edilen değeri 50 değerden çıkartarak elde edilen ölçekleri kullanmakta olup bu ölçekte, AF <5, simetrik; AF = 5-10, hafif asimetrik ve AF = 10-15, orta asimetrik. AF> 15 ise, çoğunlukla asimetrik bir havza olarak kabul etmişlerdir (Softa ve diğer., 2018). Özkaymak ve Sözbilir (2012) AF değerlerini 3 ana gruba şu şekilde kategorize etmişlerdir: 45 <AF <55 (Simetrik havzası), AF> 55 (Asimetrik odaklı doğu havzası) ve AF <45 (Asimetrik odaklı batı havzası). AF değeri, merkezi değer 50'den uzaklaştığında, tektonik eğilmenin etkisi buna bağlı olarak artar.

4.2.4 Havza Şekli Analizi (Bs)

Drenaj havzalarının geometrik yapıları tektonik süreçler hakkında bilgi verir (Şekil 3.3). Bu indis uzunlamasına olan (yüksek Bs miktarı) havzalar ile yaklaşık dairesel formlu (düşük Bs miktarı) havzalar arasındaki farklılıkları göstermektedir (Bagha ve diğer., 2014). Bs indisi şu şekilde tanımlanır:

$$Bs = Bl / Bw \quad (3.4)$$

Burada Bl, en yüksek noktadan hesaplanan bir havzanın uzunluğu ve Bw, en geniş noktasında ölçülen bir havzanın genişliğidir (Cannon, 1976; Ramírez-Herrera, 1998). Elde edilen değerin yüksek olması, drenaj havzalarındaki uzunlamasına geometriye sahip olmaları ve bu durumunda bölgenin tektonik açıdan daha aktif ve deformasyonun hızlı olduğunu göstermektedir (Bull ve McFadden, 1977; Ramírez-Herrera, 1998; Burbank ve Anderson, 2001).

4.2.5 Akarsu Eğitim-Uzunluk (Hack) İndisi (SL)

Akarsu Eğim-Uzunluk (SL) indisi, incelenen bölgedeki drenaj havzalarını kapsayan kaya birimlerinin aşınmaya karşı verdiği tepkinin ve bölgenin göreli tektonik aktivitesinin yorumlanmasında en çok başvurulan yöntemlerden biridir (Alipoor vd., 2011; Keller ve Pinter, 2002; Troiani ve Della Seta, 2008). Akış gücü ile ilişkili olan bu indis, fay zonları boyunca fayın sınırladığı akarsularda tektonik ve/veya tektonik olmayan deformasyonları tespit etmek için kullanılır (Hack 1973; Keller ve Pinter 2002). SL indisi akarsuyun eğimindeki değişikliklere karşı hassastır ve bu hassasiyetin olası tektonik aktivite, kaya direnci ve topografya arasındaki ilişkilerinin değerlendirilmesi için kullanılan sayısal ifade şu şekildedir (Hack, 1973; Keller ve Pinter, 2002):

$$S_L = (\Delta h/\Delta L) * I \quad (3.5)$$

($\Delta h/\Delta L$: kanal veya vadinin yüksekliği ile uzunluğu arasındaki oran, I: drenaj alanının orta noktasına kadar olan bölümün uzunluğu)

Bir akarsu profili boyunca sabit bir yükseklik değişimi için belirli bir uzaklığa bağlı hesaplanan SL değeri litolojik ve tektonik etkiye göre artar ve azalır. Diri faya yakın ve aynı birim içindeki akarsu profillerinde bu değerin ani olarak yükselen pik değerler göstermesi beklenir.

4.2.6 Hipsometrik Eğri (HC) ve Hipsometrik İntegral (HI)

Hipsometrik İndis (HI) ve Hipsometrik Eğri (HC) analizleri doğrudan tektonikle ilgili olmayıp, iklim kaya birimi dayanımı, erozyon gibi etkenlere bağlıdır (Hurtez ve diğer., 1999; Willgoose ve Hancock, 1998). Drenaj havzalarının şekli ve yükseklikleri hipsometrik eğriyi etkilemediğinden bu indis kullanılarak farklı büyüklükteki havzaların karşılaştırılması mümkündür (Keller ve Pinter, 2002; Strahler, 1952). Literatürde yağış ve tortul verimi gibi değişkenlerin tahmini için kıtasal bölgelerin yükseklik dağılımları (Hutchinson ve Dowling, 1991; Wyatt, 1993) ve türüne bağlı olarak yer şekillerinin yaşının yorumlanması (Strahler, 1952, 1964; Schumm, 1956) için hipsometrik eğriler kullanılmıştır.

Bir drenaj havzasında akarsu çatallanma oranı hipsometrik eğriyi etkiler. Yüksek çatallanma oranına sahip bir havza (Strahler, 1964), daha düşük çatallanma oranına sahip olandan daha iki boyutlu bir hipsometrik eğri sergilemesi beklenir (Willgose ve Hancock, 1998). Hipsometrik eğriler (HC) şu eşitlik kullanılarak elde edilir:

$$x = a/A \quad y = h/H \tag{3.6}$$

(a/A: tüm drenaj havzasının alanına oranı, h/H: eşyükselti eğrisinin değeri ile havzanın en yüksek kotunun oranı; Strahler, 1952; Keller ve Pinter, 2002).

Havzanın bağıl alanı (toplam havza alanı) ve bağıl yüksekliğinin (toplam havza yükseklik oranı) fonksiyonu olarak oluşturulan hipsometrik eğriler dışbükey, içbükey ve S-şekilli veya düz eğriler olarak gruplandırılmıştır (örn. Softa ve diğer., 2018; Yerli ve diğer., 2021). Teorikte, içbükey ve S şekilli veya düz hipsometrik eğriler düşük HI değerlerini, dışbükey eğriler ise tektonik aktivite sırasında gelişen drenaj havzalarını ifade etmektedir (Strahler, 1952; Willgoose ve Hancock, 1998). Hipsometrik eğri altında kalan alan olarak tanımlanan hipsometrik integral şu şekilde hesaplanır (Keller ve Pinter, 2002):

$$HI = (hort - hmin) / (hmak - hmin) \tag{3.7}$$

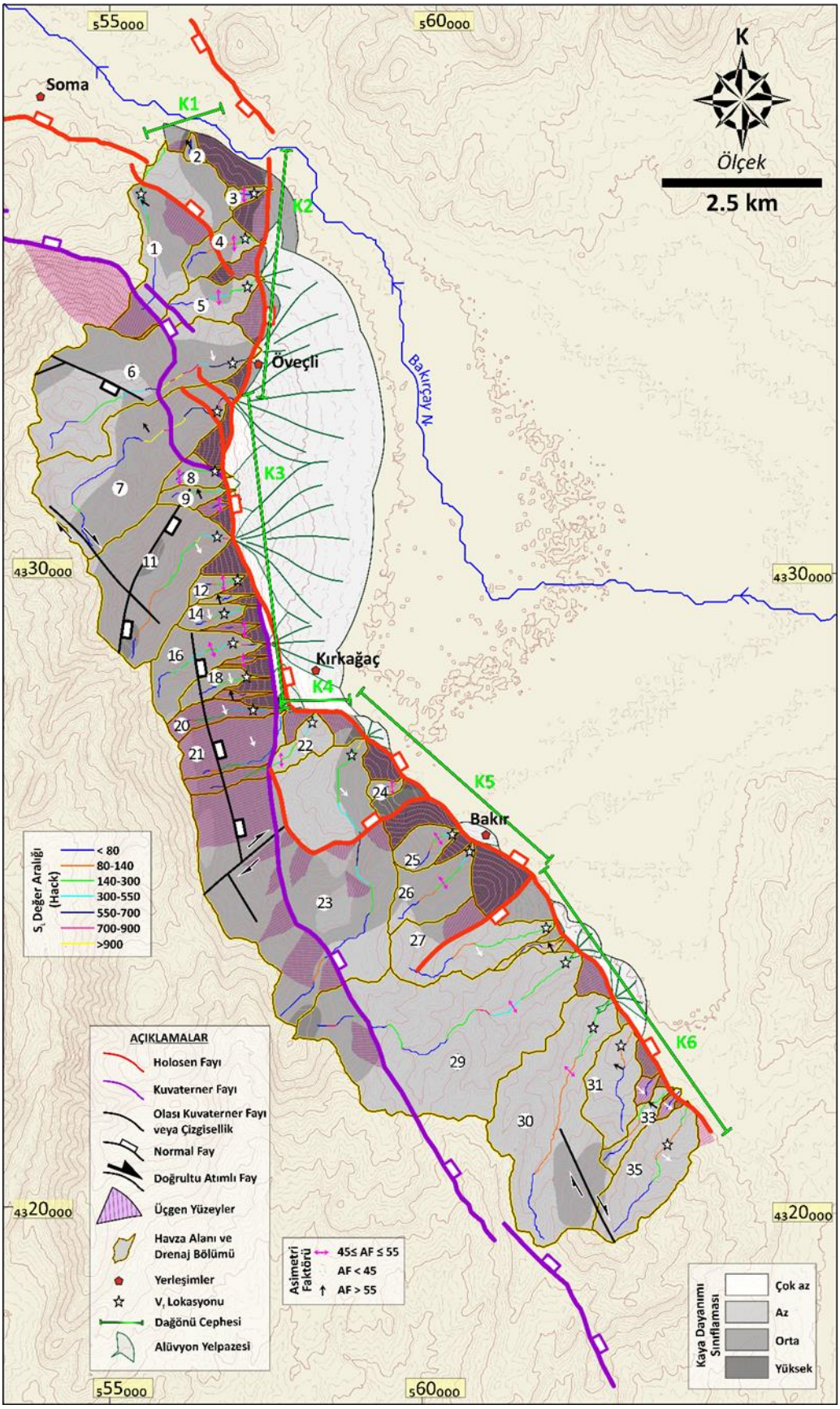
Değerler 0 ile 1 arasında analiz edilir ve 1'e yakın değerler aktif tektonikle ilişkili genç morfolojideki havzaları, 0'a yaklaşan değerler ise durağan, yaşlı ve aşınmış topografyaya sahip havzaları ifade eder (örn. Keller ve Pinter, 2002; Softa ve diğer., 2018; Yerli ve diğer., 2021).

4.2.7 Kaya Dayanım Parametreleri

Çalışma alanındaki kaya grupları ve arazi çalışmalarına göre, dağ cephesinde aktif olduğu düşünülen fay zonları boyunca uzanan taban ve tavan duvarlarındaki kaya gruplarının dayanım oranları dikkate alınarak çalışma alanının tektonik jeomorfolojik değerlendirmesi yapılmıştır. Kaya türlerinin aşınmaya karşı dayanımları morfometrik indislerde değişimlere yol açabileceğinden dikkat edilmesi gereken bir parametredir (Topal, 2019b). Bu kapsamda çalışma alanındaki kaya gruplarına ve saha çalışmalarına göre, taban ve tavan bloklardaki kaya grupları, fayların dağ cephelerinde aktif olduğu düşünülen bölgeler boyunca hava şartlarına, akarsu ve deniz erozyonuna dayanım dereceleri dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Kaya mukavemetini standartlaştırmak için Selby (1980) sınıflaması, literatürde de benzer olarak kullanılmıştır (örn. Alipoor ve diğer., 2011; El Hamdouni ve diğer., 2008; Softa ve diğer., 2018; Yerli ve diğer., 2021).

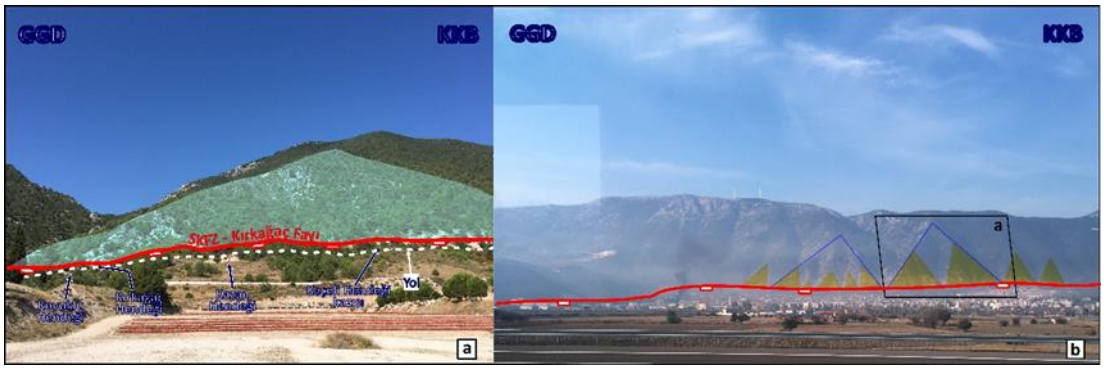
4.3 Kırkağaç Fayı Morfotektoniği

Kırkağaç Fayı'nın denetlediği drenaj havzalarının deformasyon desenini, göreli aktiflik derecelerini belirleyebilmek ve Kocatepe Horstunun yükselim hızına dair yaklaşımda bulunabilmek için morfometrik çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda SYM'den elde edilen morfotektonik haritasından, dağ önü cephesi eğriliği-Smf; havzaların asimetri faktörü-AF; havza şekli geometrisi-Bs; vadi tabanı genişliği-yüksekliği oranı-Vf; akarsu eğim-uzunluk (Hack) indisi-SL; hipsometrik eğri-HC ve hipsometrik integral-HI değerleri ile havza içindeki kaya dayanım parametreleri incelenmiştir ve ilerleyen bölümlerde sonuçları aktarılmıştır (Şekil 4.6).



Şekil 4.6 Çalışma alanının morfotektonik haritası

Çalışma alanının morfotektonik haritası baz alınarak, Kırkağaç Fayı'nın denetlediği 35 adet farklı büyüklüklere sahip drenaj havzaları ve genel özellikleri morfolojik olarak kuzey-orta-güney olmak üzere ayırtlanmıştır ve kuzeyden güneye doğru numaralandırılmış ve Tablo 4.1'de genel özellikleri verilmiştir. Kırkağaç havzasını denetleyen, kuzeyden itibaren Kırkağaç yerleşimine doğru, daha küçük ölçekteki havzalar (8, 9, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20) genel olarak D-B uzanımlıdırlar. Uzunlamasına bir geometriye sahip olan tüm drenajlar Kırkağaç Formasyonunu aşındırmaktadır (Şekil 4.6). Farklı uzanım sergileyen drenaj havzalarının konumları ve deformasyonları, eski kırık sistemlerinin varlığını ortaya koymakta ve söz konusu fayın gelişiminde aktarım bölgesinin varlığını göstermektedir. Havza boyutları göz önüne alındığında, aktarım rampası bölgesinde gelişmiş olan 23 numaralı drenaj havzası en büyüktür, en küçük havza ise fay şevindeki 17 numaralı drenaj havzasıdır. Drenaj havzalarının erozyonel süreçleriyle ilişkili üçgen yüzeyler Kırkağaç Fayı sarplığı boyunca korunmuştur (Şekil 4.7). Dağ önünde gelişen bu yapılar, kısa tabanlı üçgen biçiminde olup orta kesimlerde büyük üçgen yüzeyler gözlenebilmektedir. Bu jeomorfolojik yapılardan yola çıkılarak bölgenin orta kesiminde deformasyonun daha hızlı olduğu söylenebilir.



Şekil 4.7 Fay etkisinde oluşan üçgen yüzeyler ve açılacak hendek lokasyonları

Belirlenen drenaj havzalarının ağızlarındaki alüvyal yelpazeler, Kırkağaç Fayı kontrolünde gelişmiş olup 6, 7, 11 ve 16 numaralı havzaların oluşturduğu alüvyal yelpazeler, fayın denetlediği diğer yelpazeleri keserek geniş bir yayılım gösterirler. Buradan yola çıkarak deformasyon hızının orta bölümlerde daha fazla olduğu söylenebilir.

Tablo 4.1 Kırkağaç Fayı ile denetlenen drenaj havzalarının genel özellikleri

Drenaj Havzası	Alan (km²)	Uzunluk (km)	Genişlik (km)	Ana Dere Uzunluğu (km)
1	2.72	8.85	1.70	2.99
2	0.08	1.39	0.31	0.32
3	0.15	1.95	0.39	0.64
4	0.58	3.75	0.67	1.50
5	0.80	5.41	0.87	1.69
6	4.27	10.92	1.83	4.08
7	3.94	9.93	1.58	3.93
8	0.35	2.89	0.53	0.98
9	0.27	2.79	0.39	1.03
10	0.09	1.49	0.25	0.42
11	3.27	7.70	1.74	2.92
12	0.24	2.37	0.42	0.76
13	0.08	1.93	0.18	0.54
14	0.33	3.07	0.43	1.14
15	0.10	2.05	0.20	0.58
16	1.20	5.62	0.91	2.27
17	0.05	1.69	0.13	0.42
18	0.36	3.55	0.44	1.23
19	0.09	2.47	0.17	0.58
20	0.48	4.10	0.37	1.63
21	1.23	4.88	0.96	1.80
22	0.77	6.00	0.60	2.28
23	9.38	13.70	4.14	5.62
24	0.13	1.63	0.34	0.55
25	0.29	2.60	0.35	0.92
26	1.09	5.16	1.26	1.80
27	1.94	7.02	1.20	2.85
28	0.13	2.76	0.21	1.09
29	7.29	13.35	3.12	4.92
30	4.86	11.42	1.86	4.44
31	1.19	5.02	0.89	1.66
32	0.12	1.69	0.31	0.50
33	0.37	3.99	0.34	1.76
34	0.09	1.52	0.23	0.41
35	1.84	6.08	0.99	2.61

Doğudan dökülen ve Soma grabenine akan Bakırçay Nehri eksenel nehir niteliğindedir. Orta bölgede Kırkağaç segmentiyle tam paralellik gösterirken kuzeyde havzalara yakın konumdadır.

Tablo 4.2 Tez kapsamında hesaplanan morfometrik indis sonuçları

Havza No	Dağ Önü	Smf	AF	Bs	Vf	HI
1	K1	1.224007	84	5.21	0.20	0.30
2			83	4.52	0.38	0.41
3	K2	1.132402	53	4.95	0.62	0.66
4			55	5.61	0.45	0.51
5			51	6.23	0.69	0.34
6			26	5.97	0.52	0.64
7			58	6.29	0.85	0.60
8	K3	1.18268	54	5.45	0.30	0.42
9			62	7.15	0.74	0.49
10			54	6.08	1.08	0.57
11			29	4.42	0.14	0.57
12			51	5.67	0.62	0.56
13			62	10.51	0.38	0.55
14			43	7.17	0.24	0.62
15			52	10.43	0.38	0.51
16			47	6.15	0.36	0.64
17			54	13.29	0.96	0.59
18			32	8.04	0.40	0.61
19			57	14.10	0.87	0.49
20			41	11.08	1.04	0.54
21	K4	1.076781	21	5.09	0.68	0.46
22			55	10.09	0.98	0.35
23	K5	1.127779	23	3.31	0.23	0.47
24			55	4.79	1.05	0.58
25			47	7.34	0.90	0.65
26			54	3.76	0.09	0.71
27	K6	1.449733	30	5.84	0.77	0.53
28			65	12.87	0.95	0.38
29			49	4.23	0.32	0.39
30			47	6.14	0.35	0.41
31			63	5.66	0.90	0.34
32			41	5.42	0.80	0.56
33			61	11.57	0.89	0.49
34			39	6.71	0.50	0.43
35			40	6.15	0.36	0.40

4.3.1 Dağ Önü Cephesi Eğriliği İndisi (Smf)

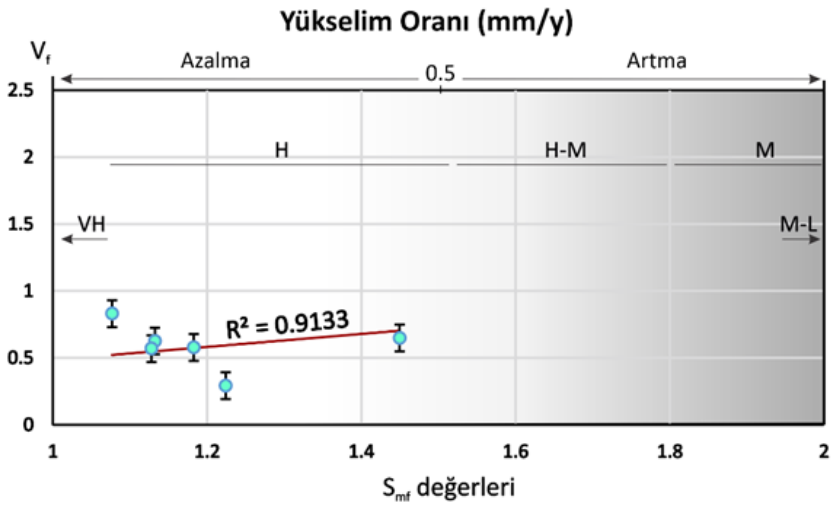
35 adet drenaj havzalarının kontrol ettiği 6 adet dağ cephesi (K1-K6) belirlenmiştir ve bunlar üzerinde hesaplanan dağ önü cephesi eğriliği indisi (Smf) 1,08 ile 1,45 arasında değişmektedir. Erozyon ve tektonik aktivitenin bir göstergesi olan Smf bölgedeki yükselim ile ilişkilidir (Rockwell ve diğer., 1984). Rockwell ve diğer. (1984) tarafından belirlenen yükselim miktarının yükselim hızına oranının (0,5-1,4 mm/yıl) azaldığı bölgeye yakın olan K6 dağ cephesi, kinematik ve morfolojik ögeler de göz önüne alındığında aktifliği tartışılır derecededir. En düşük Smf değeri K4'ten (1,07) ve en yüksek değer K6'dan (1,45) hesaplanır. Tüm dağ cepheleri birlikte değerlendirildiğinde, Smf değerlerinin orta bölgelerde azalması, kuzeyde ve güneyde artış göstermesi, fayın Kırkağaç segmentinde yükselim oranının nispeten daha yüksek olduğunu sonuçlayabilmekte ve bölgenin morfometrik analiz değerlendirmesine göre yükselim oranı orta bölgede yılda 0,5 mm'yi aşmaktadır.

4.3.2 Vadi Taban Genişliği-Yüksekliği Oranı İndisi (Vf)

35 drenaj havzasında fayla sınırlanmış dağ cepheleri için hesaplanan havzaların Vf değerleri 0,09 ile 1,08 arasında değişmektedir (Tablo 4.2). Ortalaması ise 0,60 olarak hesaplanmıştır. Oluşturulan vadi profilleri, gelişmekte olan küçük ölçekli drenaj havzaları için dağ cephesinin yaklaşık 100 metre yukarısından alınmıştır. Havza büyüklüklerine göre hesaplanan Vf değerlerine ve vadi profillerine göre vadilerin çoğu V formları halinde olup, güney kesimde özellikle K6 dağ cephesi boyunca geniş tabanlı vadiler (U-şekilli) oluşmuştur ve nispeten büyük yanal erozyona sahiptir (Şekil 4.6). Literatürde drenaj havzalarının göreceli 3 farklı tektonik aktivite sınıfı saptanmıştır. Sınıf 1, 2 ve 3 sırasıyla $Vf \leq 0,5$; $0,5 \leq Vf < 1,0$; $Vf \geq 1$ olarak El Hamdouni ve diğer. (2008) tarafından belirlenmiştir. Bu sınıflamaya göre 35 havzanın ortalama Vf indisi değeri göreceli tektonik aktivitenin 2. sınıfına karşılık gelmektedir. Vf değeri 1'e yakın havzaların güneyde yoğun olması dağ önü cephelerinin güneye doğru göreceli olarak daha az aktif olduğunu, kuzeydeki ve ortadaki havzaların genelinin 1'den küçük değerde olması, aktifliğin kuzey-orta bölgelerde daha yüksek olduğunu göstermektedir. Aynı durumun Smf değerinin ise 3'ten küçük (1,08 ila 1,45)

olması nedeniyle kuzey-orta kesimlerde daha düz dağ cephelerinin yüksek tektonik aktivite ile geliştiğini göstermektedir.

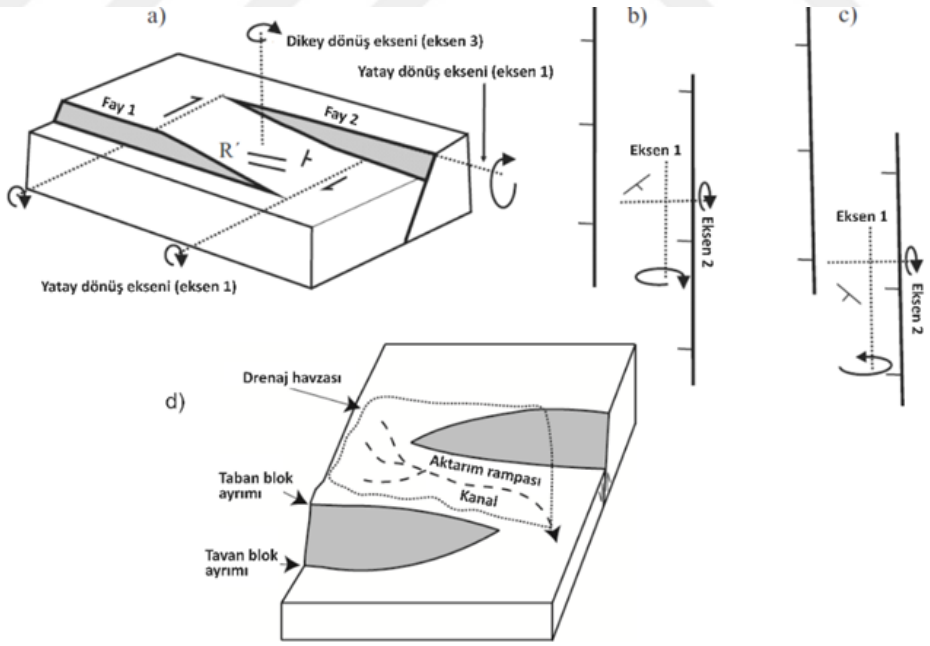
Smf ve Vf indisleri ayrı ayrı tektonik olarak denetlenen dağ önlerinde tektonizma ve erozyon kuvvetlerinin hangi oranla etkin olduğunu sayısal olarak ifade etmektedirler. Bu iki indisin birlikte değerlendirilmesi, bölgenin tektonik aktivitesi ve yükselme oranını somut olarak değerlendirmeyi sağlar (Rockwell ve diğer., 1984). 35 adet drenaj havzasının Vf değerleri ile kapsadığı dağ önlerine ait Smf değerleri birlikte değerlendirilmesi, indis sonuçları arasında tutarlılık göz önüne alındığında, morfolojinin tektonik aktiviteye verdiği cevabını anlamak için yararlı bilgiler sağlayabilmektedir. Bu değerlerin R^2 olarak adlandırılan regresyon değeri ile tutarlılık sunmaları varılmak istenen yükselim hızının doğruluğunu göstermektedir. Özellikle Batı Anadolu'daki birçok çalışmada bu iki indis sonuçları aynı diyagramda değerlendirilmiş ve bölgesel yükselim oranı ile göreli tektonik aktivite yorumlanmıştır (Bull ve McFadden, 1977; Silva ve diğer., 2003; Yıldırım, 2014; Khalifa ve diğer., 2018; Softa ve diğer., 2018; Topal 2019a, 2019b; Yerli ve diğer., 2021). Smf ve Vf indisleri kullanılarak bölgenin yılda 0,5 mm'den daha fazla hızla yükseldiği saptanmıştır. Kırkağaç Fayı için Smf ve Vf arasındaki ilişkiyi yansıtan regresyon değeri ise %91 olarak bulunmuştur (Şekil 4.8).



Şekil 4.8 Her dağ cephelerinden çıkarsanan aktivite sınıfları için Smf-Vf grafiği. Düşey çizgiler, Vf değerleri için standart sapma (σn-1) değerleridir. Üstteki sayı, Rockwell ve diğer. (1984)'den elde edilen yükselme oranlarını U (mm / y) gösterir. VH: Çok Yüksek, H: Yüksek, H-M: Yüksek ila Orta, M: Orta, M-L: Orta ila Düşük.

4.3.3 Asimetri Faktörü İndisi (AF)

35 drenaj havzasından elde edilen mutlak AF değerleri 21 ile 84 arasında değişmekte olup farklı renklerdeki oklar ile asimetri yönleri gösterilmiştir (Şekil 4.6). 3 grupta kategorize edilerek; 45≤AF≤55 değerlerini gösteren simetrik havzalar numaralarda sarı kenarlı pembe renk oklar ile, AF> 55 değerlerini gösteren asimetrik kuzey-kuzeydoğuya doğru eğimli havzalar siyah renk oklar ve AF<45 değerlerini gösteren asimetrik güney-güneybatı yönüne eğimli havzalar beyaz renk oklar ile gösterilmiştir. Analiz sonuçlarına göre havzaların %57,2'sinin asimetrik ve %42,9'unun simetrik karakterde olduğu gözlenmiştir (Tablo 4.2). Özellikle büyük drenaj havzalarından olan 23 numaralı havza ve kanallarında çoklu deformasyon aşamalarını gözlemlemek mümkündür. Bu havzanın güney-güney batıya eğimli olması ve akarsuyun kuvaterner fay koluyla gösterdiği paralellik, aktarım rampası bölgesinde üç dönme ekseninin yarattığı deformasyonun sonucudur. Şekil 4.9'da Kırkağaç Fayındaki aktarım rampası eksen 1'de saatin tersi yönde gelişmesiyle oluşan drenaj havzası modellemesi gösterilmiştir.



Şekil 4.9 Aktarım rampasında deformasyon nedeni ve drenaj havzası ilişkisi. a) Aktarım bölgesindeki 3 dönme eksenini gösteren üç boyutlu çizim, R´: Dikey eksenin dönüşüne bağlı Riedel kırıkları, b) ve c) aktarım bölgesinde farklı tabaka yönlerine neden olan, eksen 1 ve eksen 2 etrafında iki dönüş

kombinasyonunu gösteren iki boyutlu çizimler, d) Aktarım bölgesinde gelişen bir drenaj havzası modeli (Xu et al., 2011).

4.3.4 Havza Şekli Analizi İndisi (Bs)

Çalışma alanındaki 35 drenaj havzası için hesaplanan havza şekli geometrisi (Bs) sonuçları 3,31 ila 13,29 arasında değişmektedir ve en yüksek değer K3'te bulunan 17 numaralı havzadan hesaplanmıştır (Tablo 4.2). K3 dağ cephesi boyunca doğrusallığı etkileyen morfoloji ve boyuna geometriler birbiriyle uyumludur. K3 dağ cephesindeki küçük drenaj havzalarının geometrileri, büyük drenaj havzaları arasında yeni oluşumlarıyla fayı jeomorfolojik olarak farklı dönemlerde aktif olduğunu gösterir. Bölgedeki drenaj havzaları genellikle uzunlamasına geometri sunduğundan, Bs> 2 değerlerine sahip havzalar, uzunlamasına ve dar bir geometriye sahiptir ve devam eden yükselimi ifade eder (Softa ve diğer., 2018; Yerli ve diğer., 2021). Bu nedenle, havzaların bütününde tektonik faaliyetler göreceli olarak yüksektir.

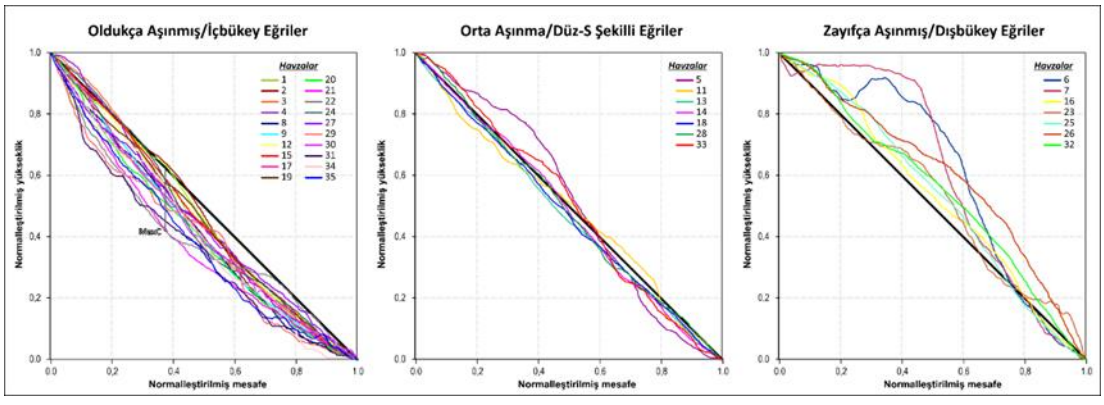
4.3.5 Akarsu Eğitim-Uzunluk (Hack) İndisi (SL)

İncelenen bölgedeki derelerdeki kaya birimlerinin aşınmaya karşı verdiği tepkinin ve bölgedeki göreli tektonik aktivitesinin yorumlanmasında en çok başvurulan yöntemlerden biri olan SL indisi tektonik olarak kontrol edilen 23 ana nehir için yorumlanmaktadır (Alipoor vd., 2011; Keller ve Pinter, 2002; Troiani ve Della Seta, 2008). Bu vadi profilleri altındaki alanlar, yüksek pik değerleri gösteren SL değerlerinin litolojik ve/veya tektonik etki altında meydana geldiğini belirlemek amacıyla incelenmiştir. İndis değerleri 11,25 ile 3003,57 arasında değişmektedir (Tablo 4.2) ve bu iki değer arasındaki SL indisi litoloji ve tektonik etkiye göre artmakta ve azalmaktadır. Boyuna vadi profillerindeki litolojik faktörler göz önüne alındığında, boyuna vadi profilleri faylanmanın etkisini açıkça göstermektedir. Drenaj havzalarının çoğunda diri faya yakın ana dere bölgesinde SL indis değerlerinin yükseldiği görülmektedir (Şekil 4.10). Faya yaklaştıkça aynı birim içerisindeki ani yükselen pik değerleri diri fayın etkisi ile açıklanabilir. Aynı zamanda, diri faydan uzaklaştıkça birimlerin sınırlarına karşılık gelen alanlarda da SL indis değerlerinin yükselir. Bu

durum kaya birimlerinin aşınmaya karşı farklı derecelerdeki mukavemetleri ile yakından ilişkilidir.

4.3.6 Hipsometrik Eğri ve İntegral İndisi (HI-HC)

35 havza için HI değerlerinin yorumlanmasında ve hipsometrik eğrinin oluşturulmasında litolojik faktörlerin yanı sıra tektonik etki göz önünde bulundurulmuştur ve havzalardan elde edilen hipsometrik integral sonuçları 0,30 ila 0,71 arasında dağılım göstermektedir (Tablo 4.2). Ortalama 0,47 değerine ait HI sonuçları hafif içbükey şekilli hipsometrik eğrilere sahiptir, bu da bölgede erozyon olduğunu ancak fazla ölçüde olmadığını gösterir. Ortalama HI'nın 0,52 olduğu drenaj havzaları orta derecede erozyonu temsil eder ve hem düz hem de S şeklinde eğriler oluşturur. Ortalama HI 0,61 olan havzalar dışbükey şekilli hipsometrik eğrilere sahiptir ve az aşınmayı ifade eder (Strahler, 1952; Willgose ve Hancock, 1998; Keller ve Pinter, 2002). Bölgedeki havzalar genel olarak genç ve 1'e yaklaşan değerler sunmaktadır. Bölgede düz eğrilerin baskın olması, litolojik faktörlerin ve /veya tektonik kontrolün etkisinin bu alanda daha yüksek olduğu anlamına gelir. Orta-yüksek HI değerlerine sahip bu drenaj havzaları, bölgenin aktif tektonik ve litolojik etkisinin canlandırma süreçlerindeki drenajlarla uyumlu olduğunu ve kaya gücü gruplarının orta-yüksek dayanım değerlerine sahip olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.10 Çalışma alanında dağ önleri boyunca hesaplanan 35 havzanın hipsometri eğrileri ve sınıflaması

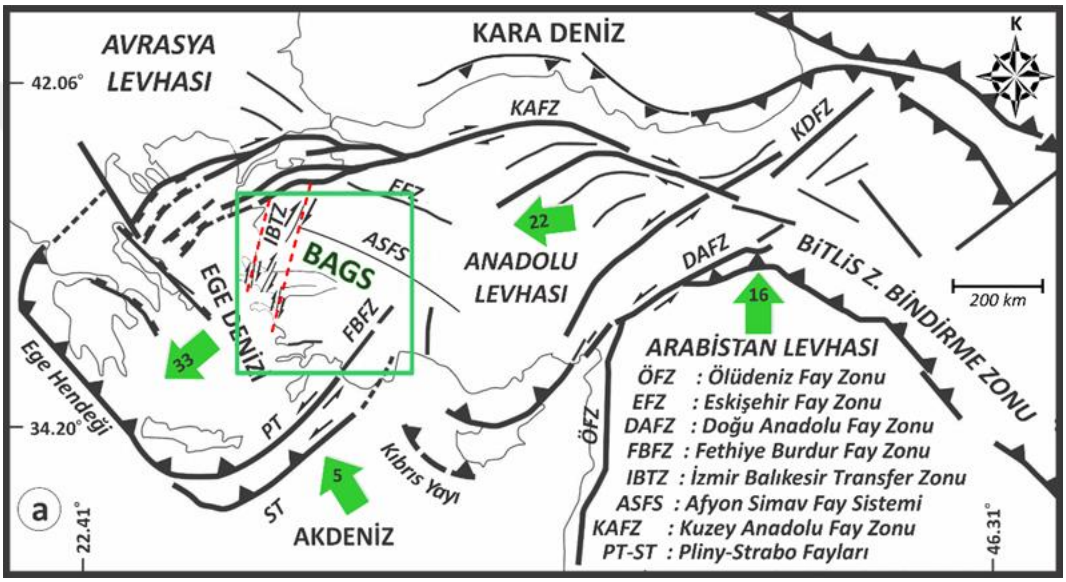
BÖLÜM 5
PALEOSİSMOLOJİ

5.1 Bölgenin Sismotektoniği

3 Büyük tektonik birlikten oluşan Türkiye, dünyanın sismik açıdan en aktif deprem kuşaklarından biri olan Alp-Himalaya dağ kuşağında yer alır. Mesozoyik sırasında başlayan bu yoğun çarpışma tektoniği Türkiye'nin ana orojenezini ifade eder (Pavlides ve diğer., 2018). Afrika, Arabistan ve Avrasya levhalarının etkileşiminden dolayı Anadolu mikro kıtasının Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) ve Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ) boyunca neotektonik dönemde başlayan batıya doğru yanal olarak kaçışı sonucunda, Batı Anadolu'da graben sisteminin (BAGS) oluşmaya başladığı kabul edilmektedir (örn. Dewey ve Şengör, 1979; Barka ve Reilinger, 1997). Anadolu'nun batıya kaçışını engelleyen Yunanistan'ın batısındaki kıtasal yükselim ve Hellenik dalma batma zonu, Batı Anadolu'nun saat yönünün tersi istikametinde GB'ye doğru hareket ederek şekil değiştirmesine neden olmaktadır (McKenzie, 1972, 1978; Le Pichon ve Angelier, 1979; Dewey ve Şengör, 1979; Şengör ve Yılmaz, 1981; Şengör ve diğer., 1985; Şengör, 1987; Jackson ve McKenzie, 1989; Seyitoğlu ve Scott, 1991) (Şekil 5.1). Çalışma alanının da içinde yer aldığı, kuzey-güney genişleme rejimindeki Batı Anadolu ve yakın çevresindeki alanlar dünyanın sismik açıdan en aktif bölgelerinden biridir (Akyüz ve Altunel, 2001; Akyol ve diğer., 2006; 1999; Bozkurt 2001; Caputo ve Helly, 2005, 2008; Caputo ve diğer., 2004; Koçyiğit ve diğer., 1999; Papazachos ve Papazachou, 1997; Pavlides, 1996; Pavlides ve Caputo, 2004; Seyitoğlu ve Scott, 1991; Şengör ve diğer., 1985; Taymaz ve diğer., 1991).

Levha tektoniğinin devam etmesi neticesinde, biriken stres ve deformasyonlar ile Anadolu mikro kıtasında ve çevresinde birçok deprem meydana gelmektedir. Hellenik dalma batma zonunun yay gerisi genişleme bölgesini ifade eden Batı Anadolu'da, horst ve graben gibi morfolojilerin günümüzdeki şekillerini almasında bölgedeki sismik aktivitenin rolü oldukça fazladır. Bu grabenler Bakırçay, Kırkağaç, Gediz, Küçük Menderes, Büyük Menderes ve Gökova grabenleri olarak sayılabilmektedir. Bu yapıların sismotektonik özellikleri genellikle, blok dönmeleri ve gerilme birikiminin

dağınık olması şeklindedir ve bu yapılardaki sığ sismik aktivite ana graben sistemleri boyunca yoğunlaşmış, küçük ve orta büyüklükteki depremler ile karakterize edilir (Irmak ve diğer., 2020). Yükselim veya temel kayaçlar ile havza çökellerinin sınırlarında bulunan ana faylar ve havza merkezlerine doğru da sintetik faylar deprem lokasyonu ve çevresinde izlenebilmektedir (Kocyigit ve diğer. 1999, Tepe ve Sözbilir 2017). Yaklaşık eşkenar dörtgen şeklinde K-G gidişli, bakışımsız aktif bir çöküntü alanı olan Kırkağaç Grabeni, Batı Anadolu'daki diğer grabenlere göre daha yavaş deformasyon geçirmiştir (İnci ve diğer., 2003).



Şekil 5.1 Türkiye'nin ana neotektonik dönem yapıları. Yeşil kalın oklar yıllık levha hareket hızını göstermektedir (Okay ve diğer., 2000; Gürer ve diğer., 2004; Uzel ve Sözbilir, 2008; Özkaymak ve diğer., 2019'dan değiştirilerek). GPS vektör hızları Reilinger ve diğer. (2006)'dan alınmıştır

Aktif fayların kayma oranları, aletsel ve tarihsel deprem katalogları, fay düzlemi çözüm kataloğu ve kabuk kalınlığı bilgisiyle birlikte Türkiye sismotektonik veri tabanı oluşturulmuş, Türkiye ve çevresi için 18 büyük sismotektonik bölge tanımlanmıştır (Duman ve diğer., 2017). Bu bölgelerden biri olan Batı Anadolu Graben Sistemi içerisindeki Kırkağaç Fayı segmentlerinin ve fayın tamamının kırıldığı zaman üreteceği maksimum deprem potansiyeli, Wells ve Coppersmith (1994) bağıntısına göre hesaplanmıştır (Tablo 5.1).

Tablo 5.1 Kırkağaç Fayı ve segmentlerinin uzunluğuna bağlı olarak üretebileceği maksimum deprem büyüklüğü (Wells ve Coppersmith, 1994)

Büyüklük (M) = a + b . log (fay uzunluğu)				
Fay	**a**	**b**	**Fay uzunluğu**	**Büyüklük**
Kırkağaç Segmenti	4,86	1,32	20	6.58
Bakır Segmenti	4,86	1,32	10	6.18
Kırkağaç Fayı	4,86	1,32	43	7.02

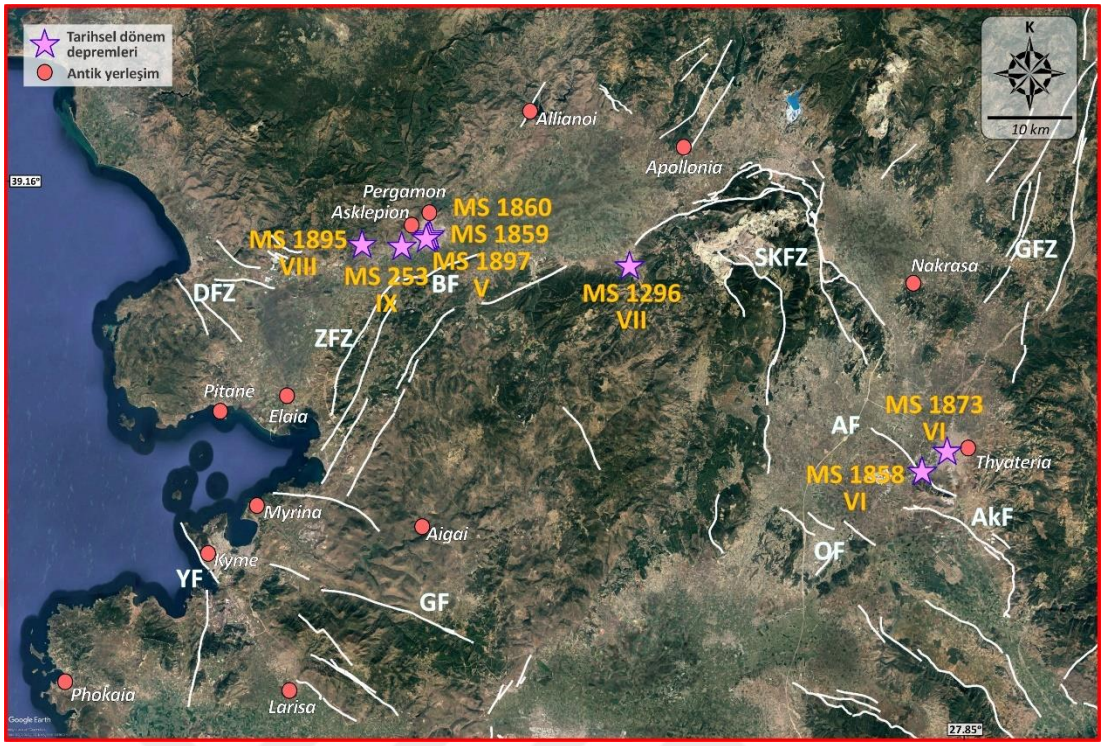
5.1.1 Tarihsel Dönem Depremleri

Kırkağaç çevresindeki tarihsel dönem deprem kataloglarında ve bazı tarihsel kayıtlarda, bu bölgedeki şehirlerin büyük depremlerden etkilendikleri ve büyük yıkımların gerçekleştiğine dair bilgiler mevcuttur (Ambraseys ve Menu 1988; Ambraseys ve Finkel, 1995; Ambraseys ve Jackson, 1998; Ergin ve diğer., 1967; Papazachos ve Papazachou, 1997; Soysal ve diğer., 1981; Tan ve diğer., 2008). Bu depremler, Kırkağaç/Soma merkezli 1900 yılı ve öncesini kapsayan şiddeti VII'i geçen 9 adet tarihsel dönem depremleridir (Soysal ve diğer. 1981; Taxeidis, 2003; Ambraseys, 2009; Başarır Baştürk ve diğer. 2017) (Şekil 5.2, Tablo 5.2).

Tarihsel kayıtlara göre, Soma-Kırkağaç çevresinde sırasıyla 253, 1296 ve 1895 yıllarında meydana gelen üç tarihsel dönem depremi bölgedeki yerleşim alanlarında önemli hasarlara sebep olmuştur (Soysal ve diğer., 1981; Ambraseys ve Jackson, 1998). Bu depremlere ait makro sismik özellikler ve hasar kayıtları değerlendirilerek episantr koordinatları 39.10K/27.15D; 39.20K/27.40D; 39.10K/27.10D; büyüklükleri ise sırasıyla IX, VII ve VIII olarak deprem kataloglarından saptanmıştır. Soma çevresinde 253 yılında kaydedilen ilk tarihsel dönem depreminin hasar raporlarında en büyük zararın Bergama çevresinde meydana geldiği ve merkez üssünün Bergama olabileceği vurgulanmıştır (Pınar ve Lahn, 1952). Depremin şiddeti VII olarak belirtilerek Soma ilçesinin de depremden etkilendiği belirtilmiştir. Ergin ve diğer. (1967) bu depremin episantr koordinatlarını 39.11K/27.2G olarak vermiştir.

Tablo 5.2 Çalışma alanı ve çevresinde meydana gelmiş tarihsel dönem depremleri (Başarır Baştürk ve diğer., 2017)

KİMLİK NO	TARİH	YER	ENLEM	BOYLAM	ŞİDDET	AÇIKLAMA
111	MS 253	Bergama ve Yöresi	39,10	27,15	IX	Bergama'da ağır tahribat yaşanmış, Asklepeyon yıkılmış.
419	MS 1296-07-17	Soma-Bergama	39,20	27,40	VII	Anadolu'da Bergama ve Soma bölgesinde çok yıkıcı bir deprem meydana gelmiş.
1510	MS 1858-06-16	Akhisar, Manisa	38,90	27,80	VI	Manisa'da hasar verici deprem meydana gelmiş.
1547	MS 1859-10-11	Bergama-İzmir	39,11	27,18		Bergama da 11:45 de bir deprem hissedildi.
1554	MS 1860-06-16	Bergama-İzmir	39,11	27,18		Bergama'da 3:30'da kuvvetli bir deprem Kios, İzmir, Kasaba, Karaburnu ve Aydın'da hissedilmiş. Kasım ayına kadar birçok artçı sarsıntı dizisi devam etmiş.
1757	MS 1873-11-10	Akhisar, Manisa	38,92	27,83	VI	3:30'da yaşanan depremden bir gün önce 21:57'deki öncü sarsıntı, bazı ilçelerde hasara yol açmış ve yaralanmalar yaşanmış. Uşak ve Kasaba'da hissedilmiş.
2031	MS 1891-11-13	Soma-Manisa	38,45	27,39	VIII	Köylerde 23:15de can kaybının olmadığı, birçok evin yıkıldığı bir deprem meydana gelmiş.
2127	MS 1895-11-13	Bergama-İzmir	39,10	27,10	VIII	Güçlü bir deprem saat 11'de geniş bir alanda hissedilmiş ve İzmir'den de ayrıca bildirilmiş.
2179	MS 1897-07-15	Bergama-İzmir	39,11	27,18	V	Soma ve Bergama arasındaki köyde meydana gelen depremde can kaybı olmamış, eski evler yıkılmış. Deprem İzmir'den de hissedilmiş.



Şekil 5.2 Çalışma alanı çevresinde meydana gelmiş tarihsel dönem depremlerin ve antik yerleşimlerin Google Earth görüntüsü üzerindeki dağılımı. Faylar Emre ve diğer. (2011, 2018)'den, tarihsel dönem deprem bilgileri Taxeidis (2003), Ambraseys (2009), Başarır Baştürk (2017)''den alınmıştır. (AF: Akhisar Fayı, AkF: Akselendi Fayı, OF: Ozanca Fayı, GFZ: Gelenbe Fay Zonu, SKFZ: Soma-Kırkağaç Fay Zonu, BF: Bergama Fayı, ZFZ: Zeytindağ Fay Zonu, DF: Dikili Fay Zonu, GF: Güzelhisar Fayı, YF: Yeni Foça Fayı)

Bergama, Soma ve Kırkağaç çevresini etkileyen ikinci büyük tarihsel dönem depremi 17 Temmuz 1296' da meydana gelmiştir. Bu depreme ait tarihsel dönem kayıtlarında yıkıcı bir deprem yaşandığı, çok sayıda kişinin yaşamını yitirdiği, ayrıca deprem sırasında meydana gelen yüzey kırıkları ve su çıkışlarının olduğu rapor edilmiştir (Ambrasseys, 2009; Başarır Baştürk ve diğer, 2017). 13 Kasım 1891 saat 23:15'te meydana gelen deprem Mermer ve Selendi köylerinde can kaybı olmamış ancak büyük hasara yol açmış, birçok evin yıkımına sebep olmakla birlikte Soma, Manisa ve Alaşehir'deki evlerde küçük çaplı hasar yaratmıştır (Ambrasseys, 2009; Başarır Baştürk ve diğer., 2017). Soma depremi olarak adlandırılan deprem 38.45K/27.39G (İzmir) koordinatlarıyla kataloglara işlenmiştir.

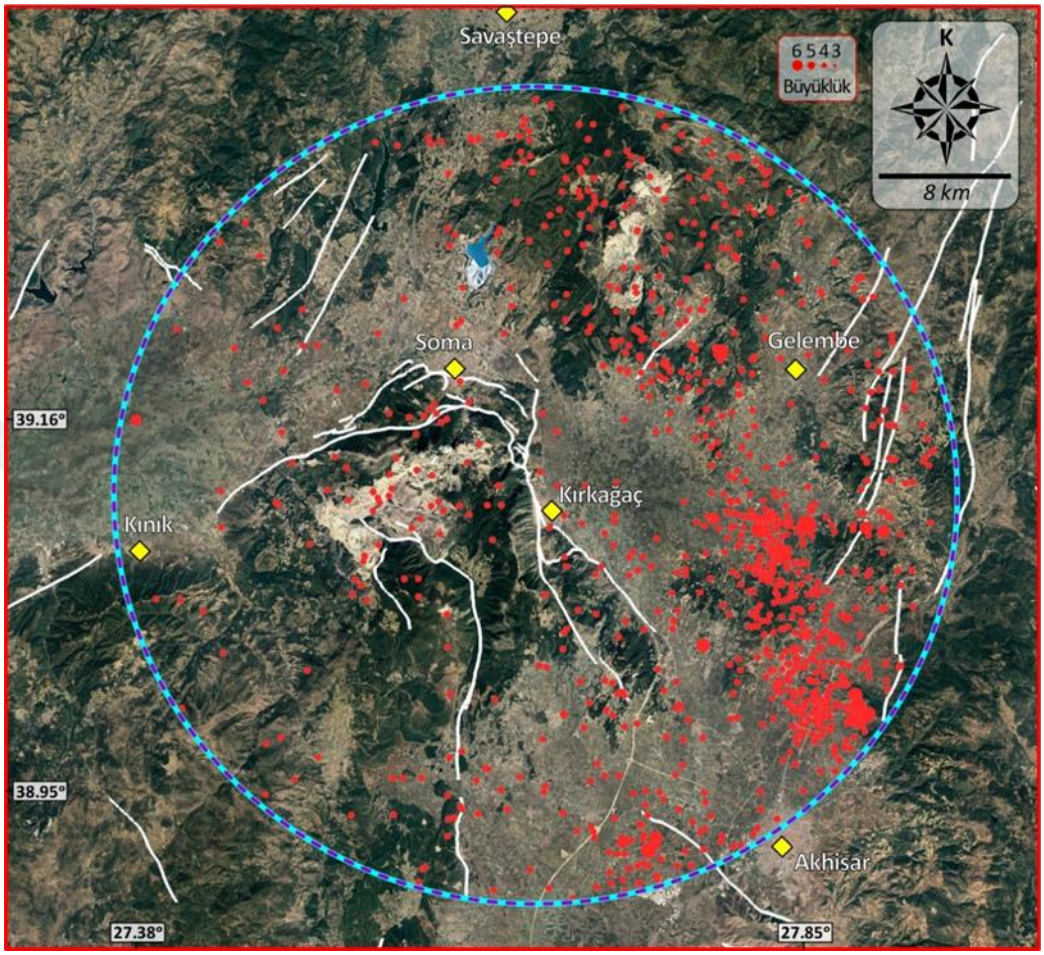
Tarihsel dönem deprem kataloglarına göre inceleme alanı çevresini etkileyen diğer bir yıkıcı deprem 1895 yılındadır ve 3 ay süren bir deprem serisinden bahsedilir (Pınar ve Lahn, 1952). Kaydedilen hasar raporlarına göre bu depremin şiddeti VI olarak tanımlanmış ve episantr koordinatları 39.11K/27.2G (Bergama) olarak belirtilmiştir (Ergin ve diğer., 1967). Başarır Baştürk ve diğer. (2017), bu depremi Kasım ayında iki gün olarak, saat 11'de VIII şiddetinde kaydetmişlerdir. Son yıllarda aletsel dönem depremlerine kaynaklık eden faylar belli olduğu halde, tarihsel dönemde çalışma alanı ve çevresinde meydana gelmiş olan yıkıcı depremlerin kaynakları belli değildir ve tarihsel dönem deprem lokasyonları yıkıma göre belirlendiğinden yanıltıcı olabilmektedir. Söz konusu deprem kaynakları bölgedeki diri faylarda yapılmış ve yapılması gereken paleosismolojik çalışmalarla ortaya konabilmektedir.

5.1.2 Aletsel Dönem Depremleri

Uluslararası sismoloji kayıtlarına göre 1900 ile 2022 yılları arasında Kırkağaç merkezli 25 km yarıçaplı alan içerisinde, 900'ün üzerinde 3 ve 3'ten büyük, 40 adet 4 ve 4'ten büyük momente sahip deprem meydana gelmiştir (Şekil 5.3, Ek 1). Kırkağaç Grabeni güney doğusunda yoğunlaşma gösteren bu depremler, eğim, oblik ve doğrultu atımlı fayları karakterize eden bir dağılım sunar.

Kuzeyde Savaştepe'den güneyde Akhisar'a kadar Manisa/Kırkağaç (39.113, 27.660) merkezli 50 km çapındaki alan içerisinde, Türkiye Diri Fay Haritasına göre (Emre ve diğer., 2011, 2016) Holosen Fayı, Kuvaterner Fayı ve Çizgisellik sınıfında değerlendirilen faylar bulunmaktadır. Kuzeydeki çizgisellik ve güneydeki Akhisar Fayı dahil olmak üzere, alan içinden geçen bu fayların toplam uzunlukları 12 ile 36 km arasında; üretebilecekleri maksimum deprem büyüklükleri ise 6,37 ile 6,90 arasında değişmektedir (Emre ve diğer., 2018) (Tablo 5.3). Son 10 yılda Kırkağaç/Manisa ve çevresinde gerçekleşen büyüklüğü 6'ya ulaşan depremler bölgedeki sismik aktivitenin devam ettiğinin önemli bir göstergesidir. Kırkağaç (Manisa) çevresinde ve içinde yoğunlaşan 20. Yüzyılda meydana gelmiş farklı büyüklükteki depremlerin dış merkezlerinin dağılımı çizgisel olmayıp kümeler

halindedir ve bu dağılım biçimi, değişik doğrultuda gelişmiş ve değişik yönlere eğimli olan normal faylar için oldukça karakteristiktir (İnci vd., 2001).



Şekil 5.3 Manisa/Kırkağaç merkezli 50 km'lik çapa sahip alanda bulunan faylar ve meydana gelmiş aletsel depremler (faylar Tablo 5.1'de açıklanmıştır) (ISC, 2022)

Son 100 yılda meydana gelmiş depremlerden 1916 Bergama depremi için tutulan kayıtlarda geniş bir alanda hasar meydana geldiği ve depremin şiddetinin VI (Io) olduğu belirtilmiştir (Ergin ve diğer., 1967). Deprem sırasında en büyük hasar Bergama civarında olmuş, birçok can kaybı rapor edilmiştir (Pınar ve Lahn, 1952). 18 Kasım 1919 Soma depreminin (Ms=6,8) merkez üssü Soma ilçesinin 30 km kadar dışında verilmektedir ve Soma, Bergama, Balıkesir ve Edremit çevresinde önemli hasarlara sebep olmuştur (Pınar ve Lahn, 1952; Eyidoğan ve diğer., 1991). Şiddeti IX (Io) olan depremde 16.000 binanın ciddi derecede hasar gördüğü, 3.000 kişinin yaşamını yitirdiği rapor edilmiştir (Eyidoğan ve diğer., 1991) Bölgedeki ikinci yıkıcı

deprem olan 28 Ekim 1942 Kırkağaç depreminin (Ms=6,0) merkez üssü Kırkağaç ilçesinin yakınlarındadır (Eyidoğan ve diğer., 1991; Ambraseys, 2001). Kayıtlarda depremin koordinatları 39.0K/28.0G, büyüklüğü 6.3 (Ms) ve şiddeti VII (Io) olarak rapor edilmiştir (Pınar ve Lahn, 1952).

Tablo 5.3 Kırkağaç (Manisa) merkezli 25 km yarıçaplı alan içerisinden geçen fayların parametreleri; T: Türü, U: Uzunluğu, GD: Gözlenen Deprem, TED: Tahmin Edilen Deprem (Emre ve diğer., 2018)

FAY ADI		T	N	U (km)	GD	TED
Gelenbe FZ	Doğu S	DAF-Sağ yönlü	H	35	-	6.89
	Batı S			36	-	6.90
Soma-Kırkağaç FZ		**Normal**	**H**	**17**	-	**6.48**
				20	-	**6.58**
				27	-	**6.90**
Gediz Graben Sistemi	Akhisar F	Normal	H	12	-	6.37

18 Kasım 1919 tarihinde yaklaşık 3000'e yakın kişinin hayatını kaybettiği ve 16000'e yakın binanın ağır hasar aldığı Soma depreminde; Soma, Bergama, Ayvalık, Midilli, Edremit ve Balıkesir'deki birçok evin, minarelerin ve kamuya ait binaların hasara uğradığından veya çöktüğünden, demiryollarında hasarlar oluştuğundan eski kaynaklarda bahsedilmiştir (Pınar ve Lahn, 1952; Eyidoğan ve diğ., 1991). Fakat bu denli zarara yol açan depreme ait ciddi bilgi eksikliği nedeniyle hasarlar, o dönemde yaşanan savaş yıllarına bağlanmıştır (Tunç, 2017). Bu depremin, KD gidişli Bakırçay Grabeni'nin güneydoğu kenarını denetleyen ve kuzeybatıya eğimli olan faydan kaynaklandığına değinilmiştir (Alkaç, 2014). 1919 Bergama depreminin büyüklüğü, Ambraseys, (2001) tarafından MS = 6.9 olarak rapor edilmiştir.

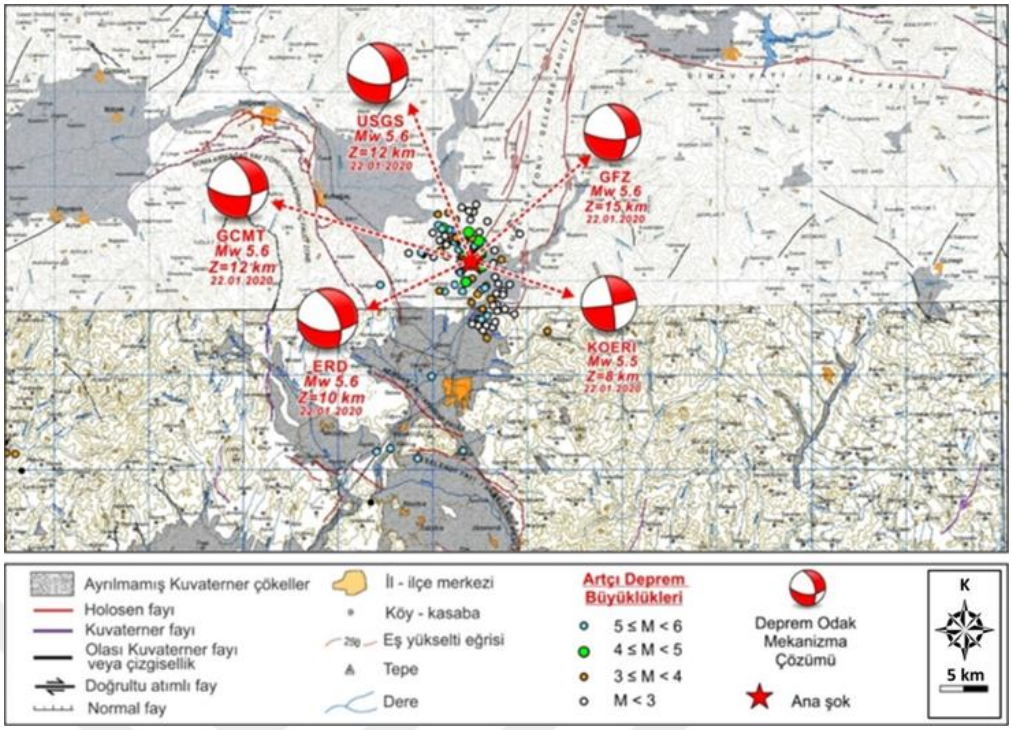
28 Ekim 1942 tarihinde meydana gelen Kırkağaç (Gelenbe) Depremi koordinatları 39.10 K-27.80 D, 39.00 K-27.50D (Ergin ve diğ., 1967) ve 39.25 K-27.93 D (Ambraseys, 2001) olarak verilmiştir. Dış merkezi, Kırkağaç havzasının doğu kenarında yer alan bu deprem, grabenin batı kenarını denetleyen, yaklaşık K-G gidişli ve doğuya doğru eğimli Bakır ya da Kırkağaç faylarından kaynaklanmış olmalıdır (Alkaç, 2014). Neden olduğu hasar ve can kaybı hakkında herhangi bir bilgiye

erişilemeyen depremin odak derinliği 50 km (Gençoğlu ve diğ., 1990), büyüklüğü ise MS =6.0 olarak rapor edilmiştir (Ambraseys, 2001).

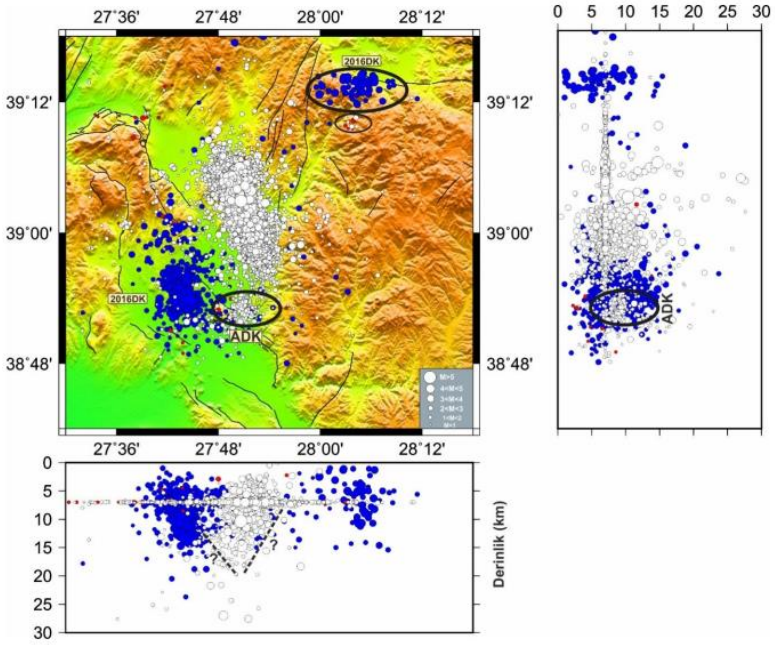
28 Haziran 1994 tarihinde Manisa yakınlarında meydana gelen 5,2 büyüklüğündeki deprem, bölgede kaydedilen önemli sismik aktivite olarak göze çarpmaktadır. Bu depreme ait odak mekanizma çözümlemeleri, çok az sağ yanal doğrultu atımlı, baskın olarak eğim atımlı normal faylanmaya işaret eder. Manisa depremi ile ana şoktan sonraki iki ay içerisinde yerel sismik ağ Kandilli tarafından kaydedilen 13 artçı şok meydana gelmiştir. Ana şokun ve büyüklükleri 3,5 ile 4 arasında değişen artçı şokların mekansal dağılımları, bu şokların Manisa Fay Zonundan yaklaşık 10 km kuzeyinde yoğunlaştığı ve kümeler oluşturduğunu göstermiştir (Özkaymak ve diğer., 2013).

BÜ-Kandilli Rasathanesi ve AFAD verilerine göre, 22 Ocak 2020 günü, saat 22:22'de Akhisar (Manisa) Mw=5,4 büyüklüğünde ve ortalama 10 km derinliğinde bir deprem meydana gelmiştir (Şekil 5.4). Akhisar depremi başta Manisa, İzmir, Balıkesir olmak üzere, İstanbul'da bile hissedilmiştir. Ana şoktan sonra 7000'in üzerinde artçı şok yaşanmıştır. Bu depremlerden bir kısmı ana şokun sismik kaynağını oluşturan ve ana faya bağlı olan ikincil fay kollarında gelişmiştir. Meydana gelen ana şok ve artçı deprem verilerine göre, 10 km uzunluğunda bir fay kolu kırılmıştır. Fayın kırıldığı yer tektonik açıdan önemli sayılabilecek Soma-Kırkağaç Fayı ve Gelenbe Fay Zonu'nun birleşim alanına oldukça yakındır.

Ana şoktan sonra 8 ay içinde meydana gelen artçı şoklar 7000'i geçmiş ve bu depremler Kırkağaç ile Gelenbe arasında 30 km uzunluğunda ve 10 km genişliğinde bir zonda etkili olmuştur (Şekil 5.5). Bu zon içinde meydana gelen artçı depremlerin odak mekanizma çözümleri hem doğrultu atımlı ve hem de normal faylanma mekanizmasına uygun fayların deprem ürettiğini doğrulamaktadır. Bu verilere göre, Akhisar depremleri Soma-Kırkağaç Fay Zonu ve Gelenbe Fay Zonunun birbirini tetiklemesi şeklinde gerçekleşmiş ve çok sayıda deprem fırtınasının yaşanmasına neden olmuştur (Sözbilir ve diğer., 2020, DAUM raporu). Bölgenin gerilme dağılımlarına göre depremlerin meydana geldiği fay düzlemleri, genişlemeli tektonik kabuk deformasyonunu göstermektedir (Irmak ve diğer., 2020).



Şekil 5.4 Ulusal ve uluslararası sismoloji merkezi istasyonlarına göre 22 Ocak 2020 tarihinde meydana gelen Akhisar (Manisa) depremlerinin ana ve artçı şoklar ile deprem odak mekanizma çözümlerini gösteren MTA 1:250.000 ölçekli diri fay haritası (İzmir NJ 35-7, Balıkesir NJ 35-3) (Sözbilir ve diğer., 2020'den alınmıştır.)



Şekil 5.5 12 Eylül 2016 Mw 5.0 (mavi daireler) ve 22 Ocak 2020 Mw 5.5 (beyaz daireler) deprem süreçleri. ADK: Akhisar Deprem Kümesi, 2016DK: 2016 deprem kümesi. Kırmızı daireler 22 Ocak 2020 depreminden önce meydana gelen öncü depremleri göstermektedir. Siyah çizgiler çalışma alanındaki aktif fayları gösterir (Irmak ve diğer., 2020'den alınmıştır)

5.2 Tanım ve Metodoloji

Bu başlık altında, paleosismoloji bilim dalı ve uygulanma yöntemi hakkında bilgi verilecektir.

Paleosismoloji, tarihsel ve aletsel dönemlerde meydana gelen depremleri yer, zaman ve büyüklük bakımından inceleyen bilim dalıdır (McCalpin, 2009). Paleosismolojik çalışmalar, yakın jeolojik dönemde (Kuvaterner) yüzey kırığı oluşturmuş ve deprem üretmiş diri fayların aktivitelerinin belirlenmesi, gelecekteki davranışlarının tahmini ve deprem tehlike değerlendirmelerinde ihtiyaç duyulan fay parametrelerinin (yer, zaman, büyüklük, deprem tekrarlanma aralığı, en büyük kırılma uzunluğu, yer değiştirme miktarı vb.) elde edilmesine olanak sağlar. Paleosismoloji çalışmaları diri faylar için yüzey faylanması tehlikesini ortaya koymak amaçlı fayın son aktivitesini gösteren fay önü çökellerinin mutlak yaş tayini ile yaşlandırılarak, fayın deprem üretme sıklığını ve üreteceği depremin büyüklüğünü ortaya koyabilecek parametreleri açığa çıkarır. Bu çalışmalar faya paralel olarak ve/veya fayı kesebilecek şekilde en uygun bölgede açılacak olan hendek çalışmalarını ve mutlak yaş tayini için numuneler alınmasını kapsar. Alınan örneklerin mutlak yaşına göre fay önü çökellerin çökelim zamanı, buna bağlı olarak fayın aktivite (deprem oluşum) zamanları yorumlanır. Deprem aralıkları bulunarak fayın gelecekteki deprem oluşturma parametreleri ortaya çıkartılır.

5.2.1 Hendek Yeri Seçimi ve Kazı Çalışmaları

Hendek tabanlı paleosismoloji çalışmalarında, hendek kazısına başlanmadan önce hedef fay ve fay segmentinin diri fay haritaları hazırlanır ve hendek yerinin doğru seçimi önem arz eder. Fayın normal karakterine bağlı olarak fay üzerinde, fayın gidişine yaklaşık dik doğrultularda açılması planlanan hendek lokasyonları diri fay haritalama, tektonik jeomorfoloji, aktif tektonik, uzaktan algılama ve/veya jeofizik çalışmaları sonucunda belirlenir. Kesinleştirilen hendek alanı için arazi sahiplerinden (özel-kamu) izin alınır, kazı tipi ve derinliğine litolojik özellikler ve yeraltı suyu seviyesi dikkate alınarak karar verilir. Kazı sırasında kullanılacak iş makinesi türü,

ihtiyaç duyulabilecek destek sistemleri-işçi personel sayısı vb. işler organize edilir, hendek kazısında iş sağlığı ve güvenliğine yönelik önlemler alınır.

Fay boyunca yapılan bölgesel ve yerel ölçeklerde paleosismolojik etütlerde kazı öncesi hazırlanan harita bilgileri hendek alanında tekrar denetlenir, doğrulukları kesinleştirilir. Hendek kazısı çalışmalarında arazinin durumuna göre uygun ekskavatör türü seçilir. Arazi çok çamurlu ise kazıcının daha rahat çalışabilmesi ve batmaması adına paletli ekskavatör tercih edilmektedir (Şekil 5.6). Kazı sırasında hendek duvarlarının düzgün ve birbirine paralel olması, duvarlarda hendek tabanından yüzeye kadar kesintisiz stratigrafik istifin izlenmesi gibi durumlara dikkat edilir.



Şekil 5.6 Hendek açımı sırasında kullanılan ekskavatör ile kazı çalışmaları (Kişisel arşiv, 2020)

Bu çalışma kapsamında kuzeyden güneye sırası ile Keçeli, Kozan, Kovuklu, Kırkağaç, Öndere ve Uzundere olmak üzere toplam 6 adet hendek açılmıştır. Açılan hendeklere, kendilerine en yakın derenin ismi verilmiştir.

5.2.2 Hendek Duvarlarının Temizliği ve Karelajlanması

Kazı sonrasında hendek duvarlarında yapısal unsurların, sedimantolojik özelliklerin ve stratigrafik ilişkinin açık şekilde izlenebilmesi için ayrıntılı temizlik yapılır (Şekil 5.7). Temizlik aşamasında kullanılan ekipmanlar genellikle Nejiri gama, kazma, kürek, çapa, gelberi ve fırçadır. Temizlenen duvarlar 1x1 m ölçeğinde olacak şekilde gridlere ayrılarak karelajlama çalışması yapılır (Şekil 5.8). Bu aşamada 1 metrelik su terazileri kullanılarak etiketler ile çakılan çiviler beyaz yün/naylon ipler yardımıyla birbirine bağlanır.



Şekil 5.7 Hendek duvarlarındaki yapısal unsurların ve litolojinin açığa çıkması için yapılan temizlik aşaması



Şekil 5.8 Hendeklerin duvarlarının 1x1 metre olacak şekilde karelajlanmaları

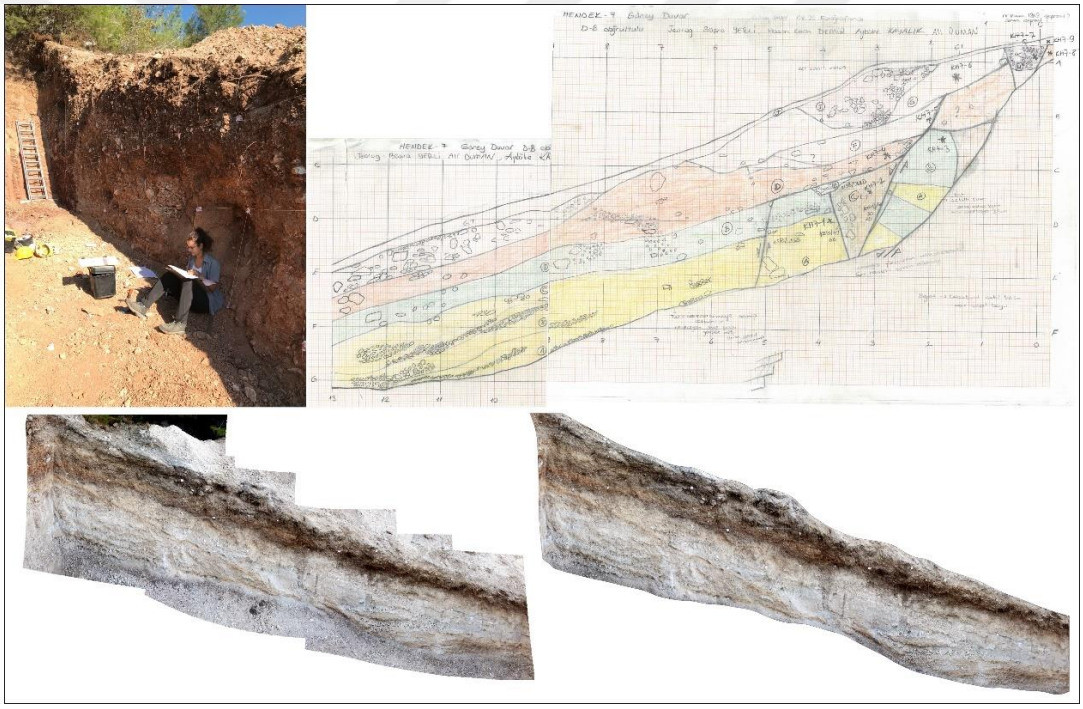
Yatay seviyeler A, B, C, D gibi harflerle adlandırılırken, düşey seviyelere rakamlar atanır. Çivilere takılan etiketler, loglama yaparken veya hendek duvarındaki olayları gözlemlemeyi kolaylaştırır. Çalışılan alan için oluşturulan karelaj, çalışmanın hassasiyetini belirler. En uygun yöntem, veriyi hücre formatında toplamak ve gerekli yerlerde hücre yoğunluğunu arttırmaktır.

5.2.3 Loglama ve Fotomozaik Oluşturma

Loglama ölçeği hendek uzunluğu ve duvarlarda yüzeyleyen tektono-stratigrafik özellikler dikkate alınarak belirlenir. Genellikle A3 boyutunda milimetrik kağıtlara 1:25 ölçeğinde yapılan loglamada öncelikle hendek stratigrafisi kurulur, varsa stratigrafik boşluklar belirlenir ve her hendeğin duvarları hem birbirleri ile hem de yakın hendeklerle karşılaştırılır. Yapısal veriler loga işlenir ve pusula ile ölçülerek

kinematik analiz için veriler toplanır ve litolojik tanımlamaya geçilir. Hendek duvarlarının fotoğraflanmasında her bir fotoğraf karesinin bir sonraki ile en az bir karelaj sütununun çakışmasına dikkat edilmelidir. Her iki duvarın aşmalı birkaç set (güneşli, gölge, ıslak, kuru vb.) fotoğrafları çekilir. Bunlardan en iyileri kullanılarak uygun bilgisayar programları yardımı ile mercek ve perspektif düzeltmeleri yapılarak duvarların fotomozaik görüntüsü oluşturulur (Şekil 5.9).

Bu çalışmada her hendek için loglama 1:25 ölçeğinde uygulanmış, hendek duvarlarının fotomozaiği için Adobe Photoshop CC 2018 programı kullanılmış, CorelDraw programında görsel düzenlemeleri gerçekleştirilmiştir.



Şekil 5.9 Loglama aşaması ve log örneği, birleştirilmiş hendek fotoğrafları ve gerekli düzeltmeler yapılmış hendek duvarı fotomozaik örneği (Kişisel arşiv, 2020)

5.2.4 Örnekleme ve Yaşlandırma

Olay seviyesi, olay öncesi ve sonrası seviyelerinden yaşlandırma amaçlı sistematik örnekler alınır. Örnek yerleri her bir yaşlandırma yöntemi için farklı bir sembol kullanılarak log üzerine işlenir ve örnek defterine yeri yaklaşık çizilerek fotoğraflar ile kayıt altına alınır (Şekil 5.9 ve 5.10). Hendek tabanlı ve yüzey paleosismoloji

çalışmalarında birimleri yaşlandırmak için Radyokarbon (^{14}C), optik uyarmalı lüminesans (OSL), termo lüminesans (TL) ve kozmojenik yaşlandırma yöntemleri kullanılmaktadır (Aitken, 1985). Radyokarbon (^{14}C), bitki veya ağaç kalıntılarının toprak içinde gömülü kalmasıyla oksijenle temasının kesilmesi sonucu kömürleşmeye başladığı kolüvyal çökellerin içinde gözlemlendiğinde kullanılan yöntemdir. Hendek içerisinde radyokarbon örnekleri genellikle paleotoprak seviyelerinden alınır.

Işıldama veya Lüminesans, bazı maddelerin, ısısı değişmeksizin elektromanyetik ışık yaymasıdır. Kaynağın ısısında bir değişme olmaması lüminesansı diğer elektromanyetik ışıldama kaynaklarından ayırmaktadır, soğuk ışık olarak da adlandırılır. Işıldama nın ışık yayma özelliklerinin türleri; Flüro ışıldama (Fluoresans), Isıl ışıldama (Termolüminesans), Optik uyarmalı ışıldama (OSL), Fosfor ışıldama (Fosforesans), Sürtünmeyle ışıldama (Tribolüminesans), Kimyasal ışıldama, Elektriksel ışıldama ve Radyo ışıldama şeklinde sıralanmaktadır (Akiten, 1985). OSL (optik uyarmalı lüminesans), Feldspat ve kuvars taneciklerinin veya topraktan yapılmış diğer seramik ve arkeolojik materyallerin tarihlendirilmesi ya da tarihi bir eserin tescil edilmesidir. OSL örneği alımı için ortamda ışık bulunmamalıdır (Şekil 5.10). Alınacak örnek kolüvyal kamaların içi gibi ince taneli litolojilerden alınmalıdır. Günümüzde lüminesans çalışmaları inorganik maddeler üzerinde yoğunlaşmıştır. Bu işlemlerde en yaygın olarak kullanılan iki mineral ise feldispat ve kuvarstır. Bu minerallerin iyonize radyasyonu birim zamanda ve birim kütle başına içine çektiği enerjinin ölçülmesi ile hesaplanır. Kozmik radyasyon ve 232Th, 40K, 87Rb, doğal U serilerinin bozunumunda ortaya çıkan enerji sabit düşük seviyeli iyonize radyasyonun kaynağı olarak bilinmektedir. Aşınma, ayrışma ve taşınma olayları, gün ışığına maruz kalma, depremler, ısı açığa çıkaran volkanizma aktivitesi gibi olaylar bu birikimleri bozan etkiler sonrası minerallerin kristal yapı içerisindeki tüm tuzaklar boşalır ve minerallerin lüminesans saati sıfırlanır (Aitken, 1985; Şahiner ve diğer., 2017).

Uygun stratigrafik seviyelerdeki örnek lokasyonlarına yaklaşık 50 mm çapında ve 10-15 cm uzunluğunda kesilmiş galvaniz borular hendek duvarlarına dik, yüzeye yatay şekilde balyoz yardımı ile çakılır. Çakılan tüpler çıkartılmadan önce tüplerin çevresinden yıllık doz örnekleri alınır (Şekil 5.10). Örnekleme gün ışığı olmadan

kırmızı ışık altında ve örneği olabildiğince az hareket ettirerek yapılmalıdır. Alınan tüpler siyah poşetlerle ışık geçirmeyecek ve örneğin tüp içinde hareketine izin verilmeyecek şekilde paketlenir. Bu çalışma kapsamında toplamda 18 adet OSL örneği ve 3 adet 14C örneği alınmıştır. Analiz sonuçlarına göre birimlerin kuvars içeriği miktarı 6 adet örneğin yaşlandırılmasına olanak sağlamıştır.



Şekil 5.10 OSL örnek alım aşamaları a. Yıllık doz örneği alımı, b. Kırmızı ışıkta tüp örneği alımı, c. Alınan örneklerin paketlenmesi, ilgili loga ve deftere işaretlenmesi (Kişisel arşiv, 2020)

5.3 Paleosismolojik Hendek Çalışmaları

Fayın normal karakterine bağlı olarak fay üzerinde, fayın gidişine yaklaşık dik doğrultularda açılması planlanan hendek lokasyonları diri fay haritalama, tektonik jeomorfoloji ve aktif tektonik çalışmaları ile seçilmiştir. Kırkağaç ve Öveçli arasında Kırkağaç 6. Jandarma Komando Eğitim Alay Komutanlığı içerisinde 4, toki bölgesinde 2 olmak üzere toplamda 6 hendek açılmıştır (Şekil 5.11). İncelenen bu hendekler, fay zonu genişliğine bağlı olarak 12 ile 23 metre arası uzunluklarda, hendek

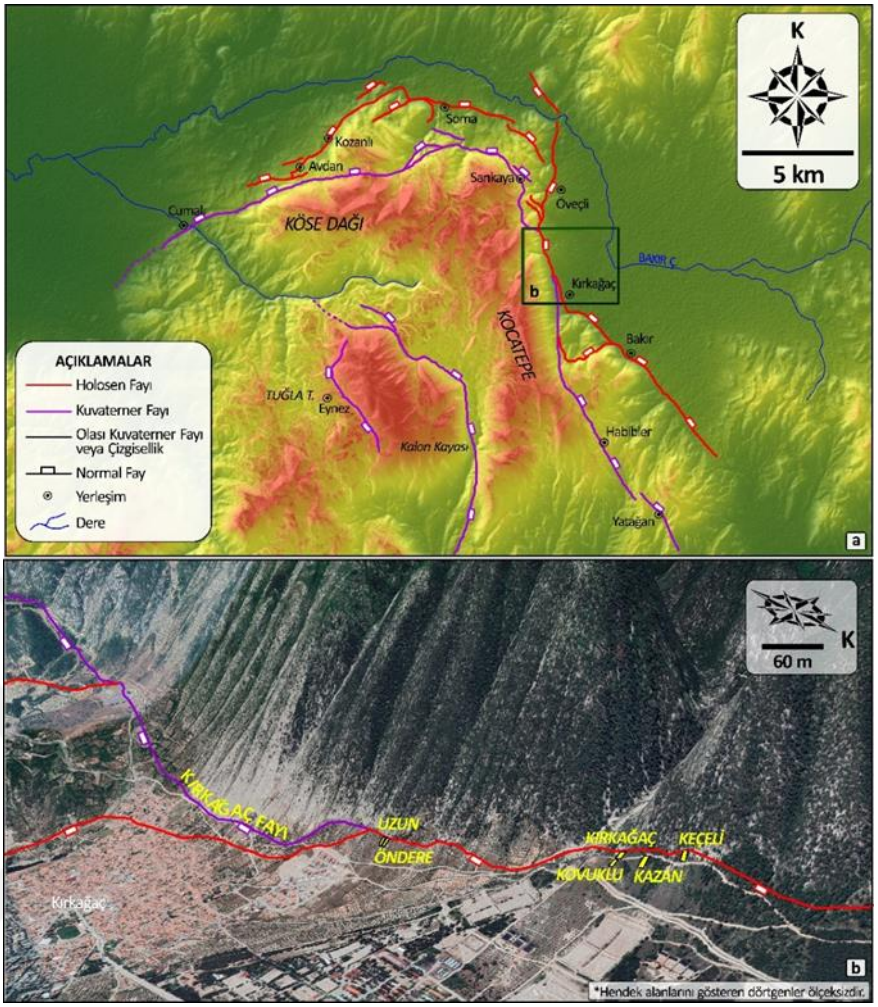
litoloji ile hendek içi yapısal gözlemlere bağlı olarak 3 ile 4 metre arası değişen derinliklerde, 3 ile 5 metre arasında değişen genişliklerdedir (Tablo 5.4). Hendekler açılma sırasına göre çalışılmış, en yakın dere ve yerleşim yerine göre isimlendirilmiştir. Hendek açma ve kapatma çalışmaları sırasında Hidromek HMK200 ve Hitachi ZAXIS250 marka/model ve 100-120 cm kova genişliğine sahip kazıcılar ile JCB kepçe makinası görev yapmıştır.

Tablo 5.4 Kırkağaç Fayı için çalışılan hendeklere ait bilgiler

Hendek Adı	Koordinat-UTM		Doğrultu	Uzunluk (m)	Genişlik-Derinlik (m)	Yükseklik (m)	Loglanan Duvar Uzunluğu (m)	
	Başlangıç (batı)	Bitiş (doğu)					Kuzey Duvar	Güney Duvar
Kovuklu Hendeği	0556951/ 4330518	0556943/ 4330518	K85D	12	4-3	334-329	12	12
Kırkağaç Hendeği	0556935/ 4330530	0556938/ 4330527	D-B	17	4-4	346-342	12	12
Kazan Hendeği	0556927/ 4330625	0556935/ 4330623	K80D	15	3.5-3	353-340	13	13
Keçeli Hendeği	0556893/ 4330727	0556904/ 4330740	D-B	15	3-3	354-353	15	13
Uzun Hendeği	0557241/ 4329634	0557247/ 4329632	K88D	20	3-3	319-303	14.5	14
Öndere Hendeği	0557223/ 4329655	0557245/ 4329665	D-B	23	3-3	309-305	13	13

5.3.1 Kovuklu Hendeği

Soma-Kırkağaç Fay Zonu Kırkağaç Fayı üzerinde açılan Kovuklu hendeği, Jandarma komando eğitim alay komutanlığı içinde açılan ilk hendektir ve Kırkağaç yerleşim yerinin yaklaşık 2,2 km kuzeybatısında bulunur. Fayın doğrultusuna paralel uzanan arazi yolunun hemen altında lokasyonu belirlenen Kovuklu hendek kazısı Kırkağaç fayının deformasyon alanı ve kolüvyal istif ilişkisini gözlemlemek için açılmıştır (Şekil 5.12). Başlangıç ve bitiş koordinatları sırasıyla WGS84 UTM Zone 35N 0556951/4330518 ve 0556943/4330518 olan Kovuklu hendeği K85D doğrultusunda 12 metre uzunluğunda, 4 metre genişliğinde ve 3 metre derinliğinde olacak şekilde açılmıştır (Tablo 5.4).



Şekil 5.11 Paleosismoloji çalışması yapılan hendeklerin Kırkağaç Fayı üzerindeki yerleri (Faylar Emre ve diğer., 2011'den alınmıştır)



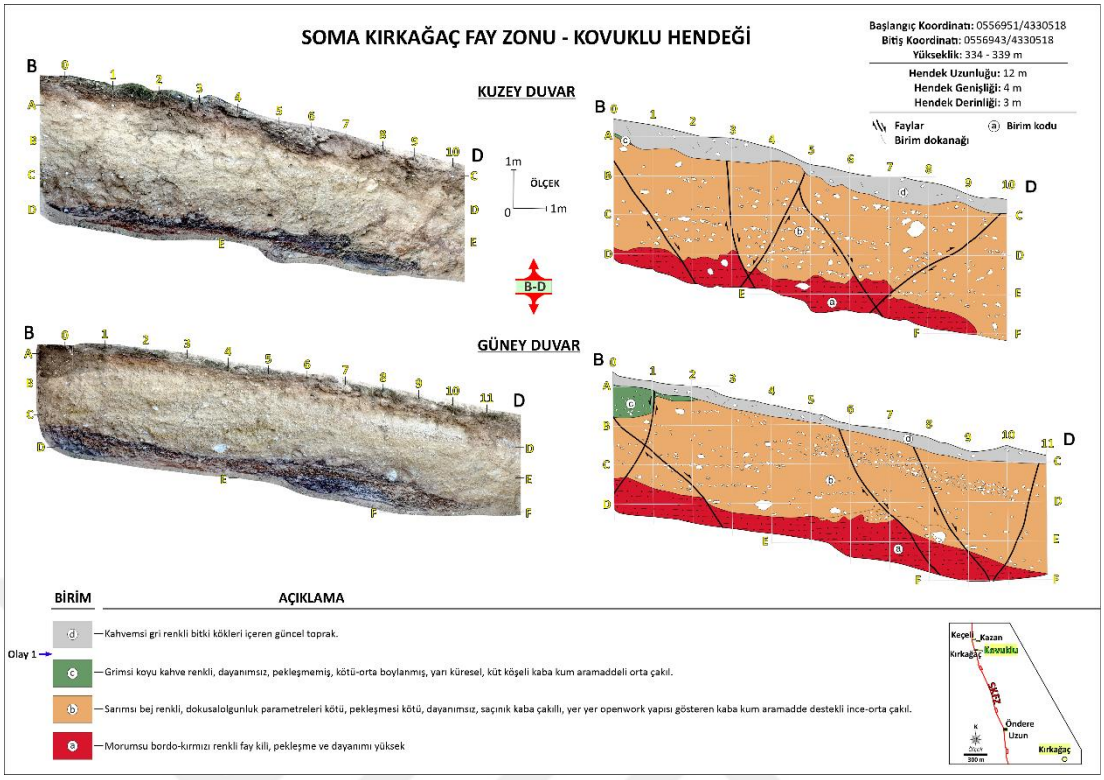
Şekil 5.12 Kovuklu hendeği yeri (Koordinat: 556940/4330512) (Kişisel arşiv, 2020)

5.3.1.1 Stratigrafik ve Yapısal Veriler

Hendeğin açılmasında hendeğe giriş kuzey duvarı tarafından sağlandığından güney duvar 11 metre, kuzey duvar 10 metre olarak şekilde temizlenmiş, karelajlanmış, fotoğraflanarak fotomozaiği oluşturulmuş ve duvarlar korele edilerek loglanmıştır (Şekil 5.13). Hendek loglarında 4 adet stratigrafik seviye tanımlanmıştır. Bunlar yaşlıdan gence olacak şekilde a, b, c ve d birimleri olarak kodlanmıştır. Dayanımı ve pekleşmesi yüksek olan a birimi, hendek tabanı boyunca gözlenir ve morumsu bordo-kırmızı renkli fay kilini tanımlar. Kuzey duvarın 9. metresinde birim faylanma sonucu sınırlanmış ve b birimi ile yan yana gelmiştir. B birimi sarımsı bej renkli kaba kum aramadde destekli ince-orta çakıl birimidir. Kovuklu Hendeği her iki duvarının da büyük kısmını oluşturan bu birimde çakılların dokusal olgunluk parametreleri kötüdür. Saçınık kaba kireçtaşı çakılları içeren birimin ince-orta çakılları yer yer openwork yapısı gösterir ve birimin pekleşmesiyle dayanımı oldukça zayıftır. Hendek tabanındaki a birimi ile uyumsuz dokanak oluşturur. Hendeğin ilk metresinde gözlenebilen c birimi grimsi koyu kahverengiyle ayırt edilir ve kaba kum aramaddeli orta boyutlu çakıllardan oluşur. Dayanımsız ve pekleşmemiş bu birimin çakılları küt köşeli olup kötü-orta boylanmışlardır ve yarı küresel özelliktedirler. Güney duvarın 1. metresinde bu birimde 30 santimetrelik düşey atım gözlenmiştir. En son kahvemsi gri renkli bitki kökleri içeren güncel toprak ile tüm seviyeler ve faylanma olayları örtülmüştür.

5.3.1.2 Yaşlandırma Çalışmaları

Kırkağaç hendeğinin devamı niteliğinde açılan Kovuklu hendeğinde kolüvyal malzeme saptanamamış, birimlerin dokanak ilişkisi gözetilerek bağıl stratigrafi kurulmuştur.



Şekil 5.13 Kovuklu hendeği iki duvarının fotomozaik ve bilgisayar ortamına aktarılmış hendek logu (Kişisel arşiv, 2020)

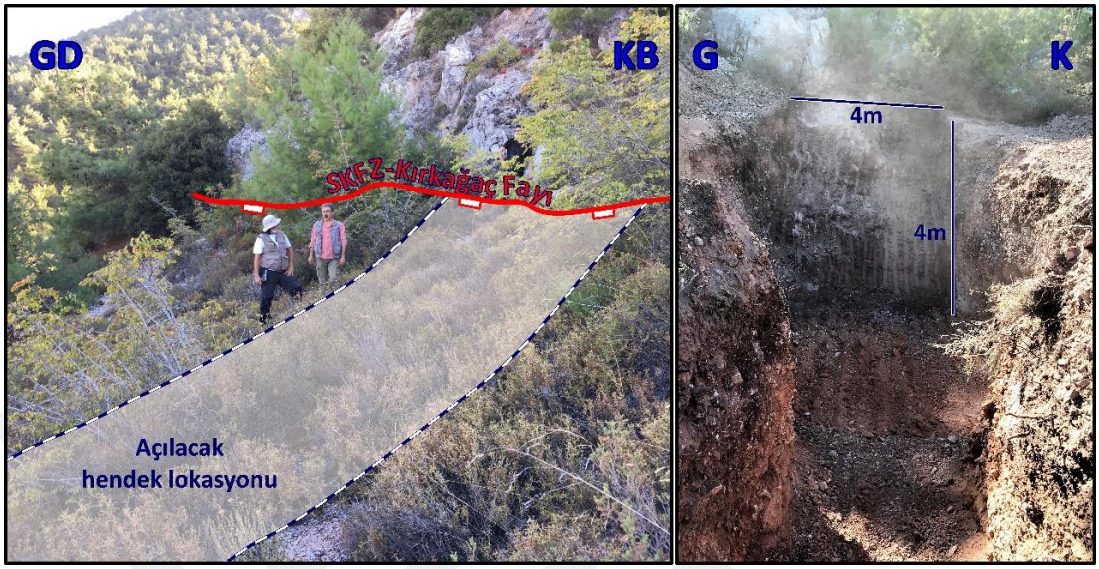
5.3.1.3 Paleosismolojik Yorum

Hendekte tek bir olay saptanmış, Olay 1 olarak ifade edilmiştir. Olay 1, c birimini kesen faylanma ile kesen-kesilen ilişkisine göre saptanmıştır.

5.3.2 Kırkağaç Hendeği

Kırkağaç Hendeği Kırkağaç Fayı üzerinde ve Jandarma komando eğitim alay komutanlığı içerisinde açılan üçüncü hendektir. Kovuklu hendeğinin hemen batısında yer alan Kırkağaç hendek kazısı, Kırkağaç yerleşim yerinin yaklaşık 2,2 km kuzeybatısında ve sarplık ana fay düzlemi önünde açılmıştır (Şekil 5.14). Başlangıç ve bitiş koordinatları sırasıyla WGS84 datum, UTM Zone 35N 0556935/4330530 ve 0556938/4330527 olan Kırkağaç hendeği fay sarplığının doğrultusuna yaklaşık dik (D-B), 17 metre uzunluğunda, 4 metre genişliğinde ve 4 metre derinliğinde olacak

şekilde açılmıştır (Tablo 5.4). Fay ile yaklaşık paralel doğrultuda geçen arazi yolu Kırkağaç ve Kovuklu hendekleri arasında kalmaktadır.



Şekil 5.14 Fay düzlemi önünde açılması planlanan hendek lokasyonu ve açılmış Kırkağaç hendeği (Koordinat: 556935/4330430) (Kişisel arşiv, 2020)

5.3.2.1 Stratigrafik ve Yapısal Veriler

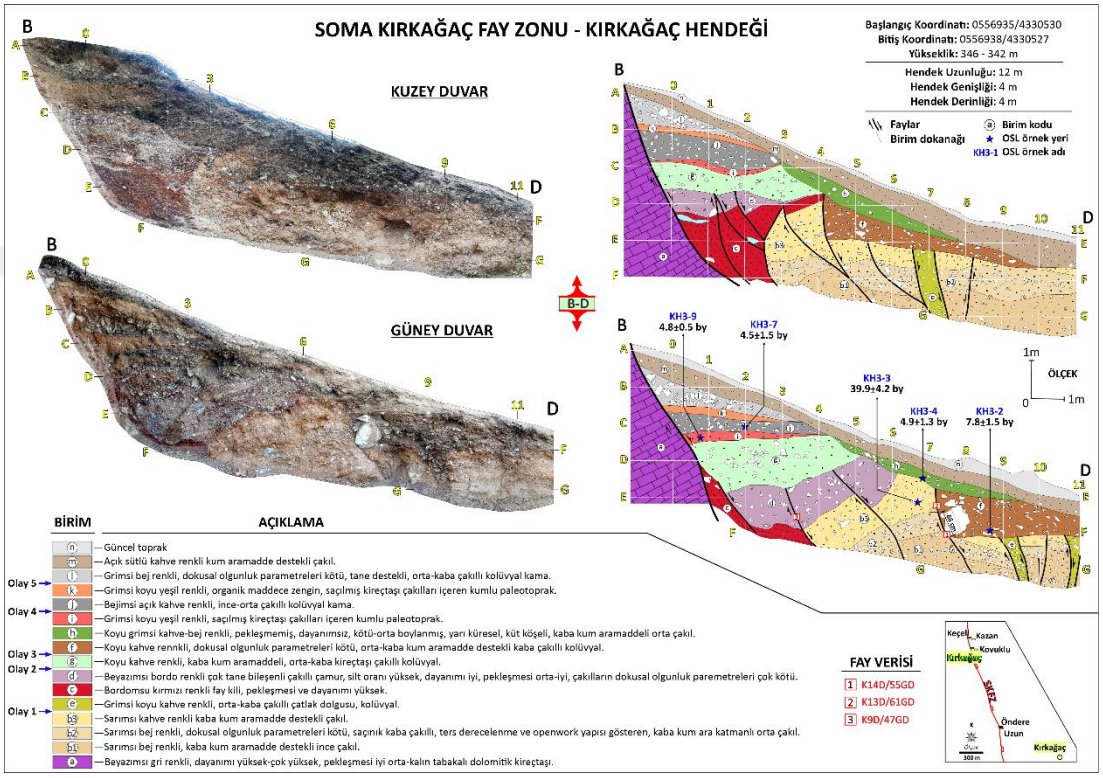
Hendeğin her iki duvarı da 12 metre olacak şekilde temizlenmiş, karelajlanmış, fotoğraflanarak fotomozaiği oluşturulmuş ve paleosismolojik çalışmalara uygun olarak loglanmıştır (Şekil 5.15). Kuvaterner'i kapsayan hendeğin her iki duvarında da 5 tanesi kolüvyal malzeme olmak üzere 14 adet farklı birim saptanmış, tortul paketler ayırtlanmış ve stratigrafik ilişkilerine göre alttan üste doğru kodlanarak litolojik tanımlamaları yapılmıştır. Bunlardan ana kaya niteliğinde sınıflandırılan a birimi, İzmir-Ankara Zonu'nun mega karbonat bloklarından orta-üst Triyas yaşlı Kırkağaç Formasyonu'dur ve orta-kalın tabakalı kireçtaşı-dolomitik kireçtaşından oluşur. Birimin ayrışma yüzey rengi kahvemsi gri, taze yüzey rengi bejimsi gridir. Dayanımı yüksek-çok yüksek, pekleşmesi iyi olan birim hendeğin doğrultusuna dik olan ana fay düzleminin izlendiği, kırıntılı birimlerle tektonik dokanakla ayrılan birimdir.

Hendek tabanında Soma Kırkağaç Fay Zonu'na ait faylarca kesilen ve atılan kırıntılı birimlerden sarımsı bej renkli kaba kumlu çakıl paketi (b1, b2, b3) bulunur.

Bu çakıl paketi, sarımsı bej renkli kaba kum aramadde destekli ince çakıl (b1), sarımsı bej renkli dokusal olgunluk parametreleri bakımından kötü olan ters derecelenmeye sahip ve yer yer "openwork" yapısı gösteren saçınık kaba çakıllar içeren kaba kum ara katmanlı orta çakıl (b2) ve sarımsı kahve renkli kaba kum aramadde destekli çakıl (b3) birimlerinden oluşmaktadır. Kireçtaşı çakıllarından oluşan pakette ve b2 biriminde maksimum tane boyu 8,5 cm'dir. Hendeğin kuzey duvarının baştan 2,5 metresinden itibaren, güney duvarın ise yaklaşık 3,5 metresinden itibaren gözlemlenen çakıl paketinde özellikle güney duvarda daha belirgin olacak şekilde, hendeğin 7. metresine kadar ana fay düzlemine doğru çakıl dizilimlerinde bir eğimlenme görülür. B1, b2 ve b3 birimlerinde düşey kayma ve eğimlenmeye neden olabilecek 6 adet antitetik ve sintetik fay kolları gözlenmiştir. Hendek sonlarında kuzey duvarın 8. metresinde, güney duvarın ise 10. metresinde antitetik fay kolu ile 25 santimetrelik kayma gözlenmiş ve yine hendek sonlarında bu fay kollarıyla ilişkili güney duvarda 2 adet, kuzey duvarda 1 adet grimsi koyu kahve renkli orta-kaba çakıllı çatlak dolgusu kolüvyal malzeme gelişmiştir (e). Çakıllı paketten türeme (b) çakıllar ile oluşan e biriminde dayanım ve pekleşme ile dokusal olgunluk parametreleri çok kötüdür. Güney duvarın 9 ile 10. metreleri arasında 1. Olay olarak tanımlanan faylanma sonrası oluşan çatlak dolgusuyla (e) beraber b1, b2 ve b3 birimlerinde 30 santimetrelik düşey kayma gözlenir.

Kırkağaç ana fay düzlemiyle ilişkili hareket sonucu sintetik fay kolları ve ana fay önünde gelişen, pekleşmesi ve dayanımı yüksek bordomsu kırmızı renkli fay kili (c) hendeğin her iki duvarında da görülmekte olup b paketi birimleri ile faylanma sonucu yanyana gelmiştir. C birimi hendeğin kuzey duvarında ilk üç metresinde daha geniş bir yer kaplarken güney duvarda ise ilk dört metresinde ve taban seviyelerinde, birimlerle oluşturduğu uyumsuzluk daha net olarak izlenebilmektedir. Kuzey duvarda birimin kendi içinden türeme kiltaşı çakılları ve silttaşı mercekleri içerdiği görülür (Şekil 5.15). 2. Olayı gösteren, 3 numaralı ölçününde ait olduğu fay kolları breşik d birimini de keserek sonlanır. Bu sintetik fay kolları boyunca beyazımsı bordo renkli çok tane bileşenli, breşik çakıllı çamur biriminde (d) 32 cm ile 55 cm düşey kaymalar gözlenmektedir. Aynı fay kolları boyunca özellikle b2 çakıl seviyesinde düşey kaymalar gözlenebilmektedir. D birimi c biriminden uyumsuz olarak ayrılır ve güney

duvarda daha kalın olarak görülür. Bu birimde silt içeriği yüksektir, dayanımı iyi, pekleşmesi orta-iyi olup çakılların dokusal olgunluk parametreleri oldukça kötüdür ve maksimum çakıl boyu 28 cm'dir. 2. Olay sonrası üzerine gelen sarımsı koyu kahve renkli kaba kum aramaddeli orta-kaba taneli kireçtaşı çakıllarından oluşan kolüvyal birim (g), d birimini kestiği gözlenen fay kollarını örter.



Şekil 5.15 Kırkağaç hendeği duvarlarının fotomozaik ve bilgisayar ortamına aktarılmış hendek logu (Kişisel arşiv, 2020)

Güney duvarın 7. metresinden sonra, kuzey duvarın ise 4. metresinden sonra koyu kahve renkli, dokusal olgunluk parametreleri kötü-çok kötü olan orta-kaba kum aramadde destekli, bloklu-kaba çakıllı kolüvyal birim (f), b paketi ile faylı dokanak oluşturur ve hendek sonlarında b paketi ile e birimini örter. Hendek logunda 3. Olay olarak tanımlanan ve 1. ve 2. ölçümlerin ait olduğu bu fay kolu boyunca her iki duvarda da 130 santimetreye varan düşey kaymalar gözlenmektedir. Birimde gözlenen maksimum tane boyu 93 cm'dir. F birimi ile 3. Olayı niteleyen bu fay kolunu örten koyu grimsi kahve-bej renkli kaba kum aramadde destekli orta çakıl (h) birimi ayırtlanır. Her iki duvarda da hendek logunda 4. ve 5. olay olarak tanımlanan iki olayı

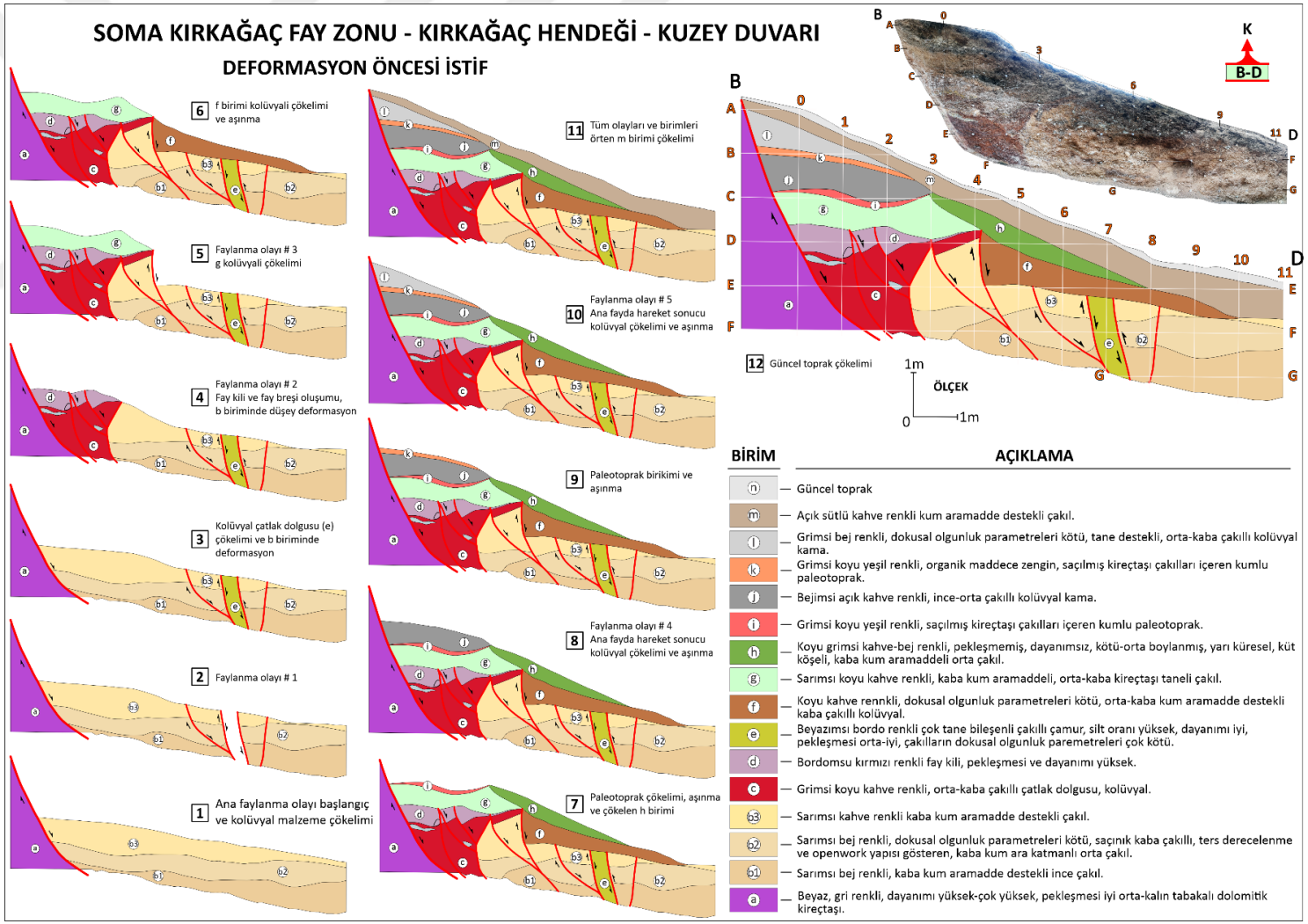
niteleyebilecek paleotoprak seviyeleri (i, k) ve üzerlerine gelen dokusal olgunluk parametreleri bakımından kötü-çok kötü olan kama şekilli kolüvyal malzeme birimleri (j, l) bulunur. H biriminin i ve j birimlerini de örttüğü kuzey duvardan gözlenebilmektedir ve birim içerisinde herhangi bir yapısal süreksizlik gözlenmemiştir. Üstteki kolüvyal kama ve diğer birimler açık sütlü kahve renkli, kum aramadde destekli çakıl (m) ve tüm birimler en son güncel toprak (n) ile örtülür.

5.3.2.2 Yaşlandırma Çalışmaları

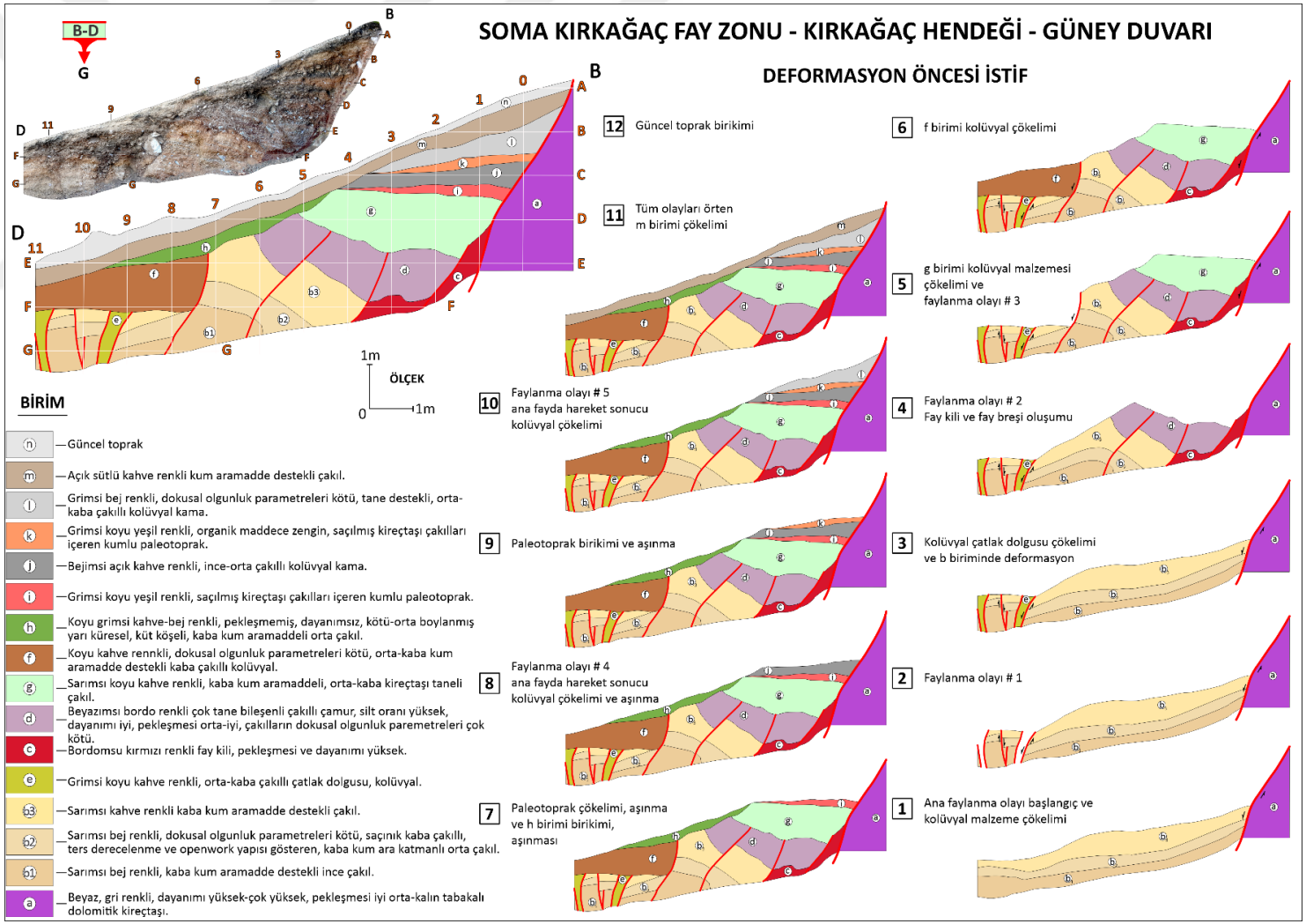
Soma Kırkağaç Fay Zonu, Kırkağaç Fayı Kırkağaç segmenti için çalışma yapılan Kırkağaç hendek kazısında faylanmaya işaret eden olayları yaşlandırabilmek için toplamda 9 adet Optik Uyarmalı Lüminesans (OSL) doğal (eşdeğer) doz ile yıllık doz örnekleri alınmıştır. Alınan örneklerin 4 tanesinden kuvars minerali içermemesi sonucu gerekli sinyal verisi alınamamış ve ait olduğu birimler yaşlandırılamamıştır. B3 biriminden alınan eşdeğer ve yıllık doz örneğinden gelen veriye göre birim 39,9±4,2 by olarak yaşlandırılmıştır. 3. lay sonrasında çökelen kolüvyal f birimi, taban seviyesinden alınan eşdeğer ve yıllık doz örneği ile 7,8±1,5 by olarak yaşlandırılmıştır. 3. ve 4. Olaylar arasında çökelen h birimi ve i paleotoprağı yaşları sırasıyla 4,9±1,3 by ve 4,8±0,5 by'dir. 4. Olay sonrası çökelen j birimi ise 4,5±1,5 by olarak yaşlandırılmıştır. Olayların tümü hendekteki stratigrafik ve yapısal unsurlar gözetilerek belirlenmiş, gelen yaş verilerine göre 3. ve 4. olayların tarihleme çalışmaları yapılmıştır. Buna göre, Kırkağaç hendeğine ait saptanan veriler R programlama ve Oxcal diliyle birlikte istatistiksel olarak değerlendirildiğinde 3. Olay E1:22,6±10,4 by ve 4. Olay E2: 1,8±0,9 by olarak saptanmıştır (Şekil 5.16,17).

5.3.2.3 Paleosismolojik Yorum

Hendekte 5 adet olay saptanmış ve elde edilen yaş verilerine göre 3. ve 4. olayların tarihleme çalışmaları yapılmıştır. Olaylar birimlerin kesen-kesilen ilişkisine ve birimlerdeki atımlara göre belirlenmiştir.



Şekil 5.16 Kırkağaç hendeği kuzey duvarının deformasyon öncesi istif yorumlaması



Şekil 5.17 Kırkağaç hendeği güney duvarının deformasyon öncesi istif yorumlaması

5.3.3 Kazan Hendeği

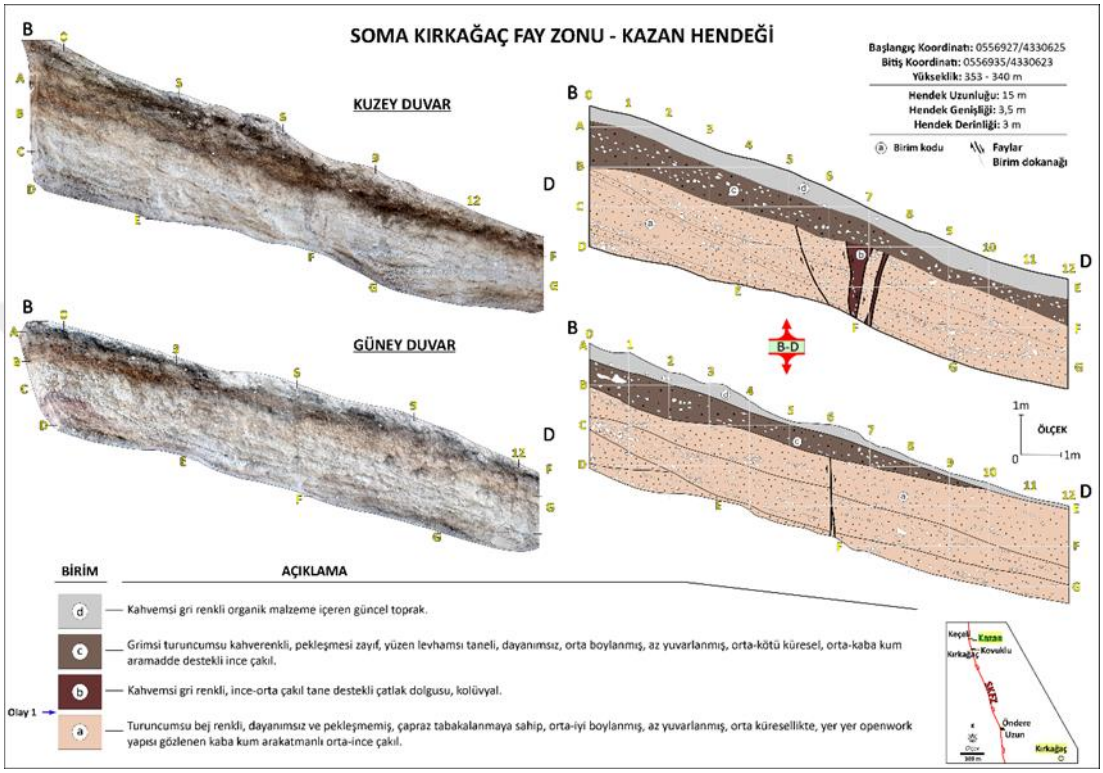
Kazan Hendeği Soma-Kırkağaç Fay Zonu Kırkağaç Fayı'nın Kırkağaç segmenti üzerinde ve Jandarma komando eğitim alay komutanlığı içerisinde açılan dördüncü hendektir. Alan içerisinde fay ile yaklaşık paralel doğrultuda geçen arazi yolunun hemen altında lokasyonu belirlenen Kazan hendek kazısı Kırkağaç segmentinin deformasyon alanı ve kolüvyal istif ilişkisini gözlemlemek için açılmıştır. Kırkağaç yerleşim yerinin yaklaşık 2,3 km kuzeybatısında olan, başlangıç ve bitiş noktası WGS84 UTM Zone 35N 0556927/4330625 ve 0556935/4330623 koordinatlarındaki Kazan hendeği K80^{o}D doğrultusunda, 15 metre uzunluğunda 3 metre derinliğinde ve 3,5 metre genişliğinde açılmıştır (Tablo 5.4).

5.3.3.1 Stratigrafik ve Yapısal Veriler

Hendeğin her iki duvarı da 13 metre olacak şekilde temizlenmiş, karelajlanmış, fotoğraflanarak fotomozaiği oluşturulmuş ve paleosismolojik çalışmalara uygun olarak loglanmıştır. Kazan hendeğinin her iki duvarında da tabanında turuncu-bej renkli kum ara katmanlı çakıl birimi bulunur (a). Dayanımsız ve pekleşmemiş birimde baskın olarak ince-orta çakıllar bulunur ve çakılların yönelimi oldukça belirgindir. Birimde, kuzey duvarın 8 ve 12. metreleri arasında kama şekilli çapraz tabakalanma görülmektedir. Çakıllarda boylanma orta-iyi, yuvarlaklaşma az ve küresellik orta seviyededir. Güney duvarın 6.metresinde oluşan faylanma ile a birimi katmanlarında yaklaşık 40 santimetrelik düşey kayma gözlenir. Kuzey duvarın 5, 6 ve 7. metreleri arasında fay kolları ve 2 adet çatlak dolgusu (b) oluşmuştur. Güney duvarda gözlenemeyen b birimi kahvemsi gri renkli, ince orta çakıl taneli kolüvyaldir. Bu birimler ve fay kolları üstteki grimsi, turuncumsu kahve renkli orta-kaba kum aramadde destekli ince çakıl birimi (c) ile örtülür. Güney duvarda 10. metreye kadar izlenebilen c biriminde en büyük tane boyu 28 cm'dir. En son kahvemsi gri renkli organik malzeme içeren güncel toprak ile tüm birimler örtülmüştür (Şekil 5.18).

Kırkağaç hendeği ve Keçeli hendeğinin yol altındaki devamı sayılabilecek Kazan hendeği içinde faylanma olayına kayıtlanabilecek veriler, her iki duvarda da a birimi

katmanlarındaki 25 santimetrelik düşey kayma oluşturan fay kolu ile çatlak dolgusu b birimini oluşturan faylanmadır. Bu faylanma c birimi tarafından örtülmüştür. Kazan hendeğindeki Olay 1 olarak tanımlanan deprem büyük olasılıkla Kırkağaç hendeği ve Keçeli hendeğinde gözlenen eski bir depreme karşılık gelmektedir.



Şekil 5.18 Kazan hendeği iki duvarının fotomozaik ve bilgisayar ortamına aktarılmış hendek logu (Kişisel arşiv, 2020)

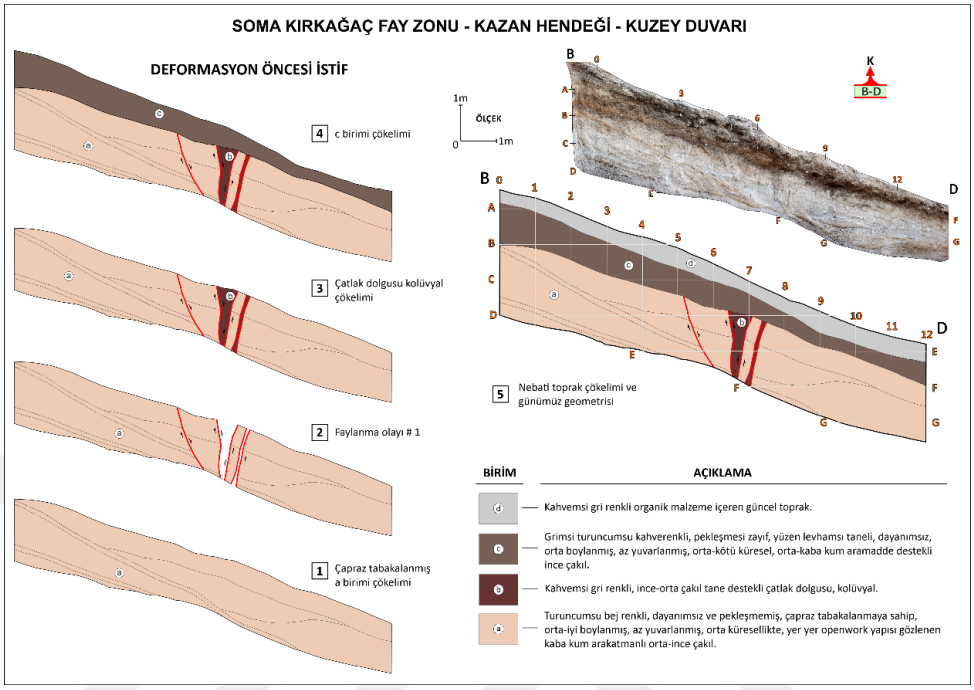
5.3.3.2 Yaşlandırma Çalışmaları

Keçeli hendeğinin devamı niteliğinde açılan Kazan hendeği yedinci metrelerine doğru çatlak dolgusunu oluşturan kolüvyal malzeme saptanmış, birimlerin dokanak ilişkisi gözetilerek bağıl stratigrafi kurulmuştur.

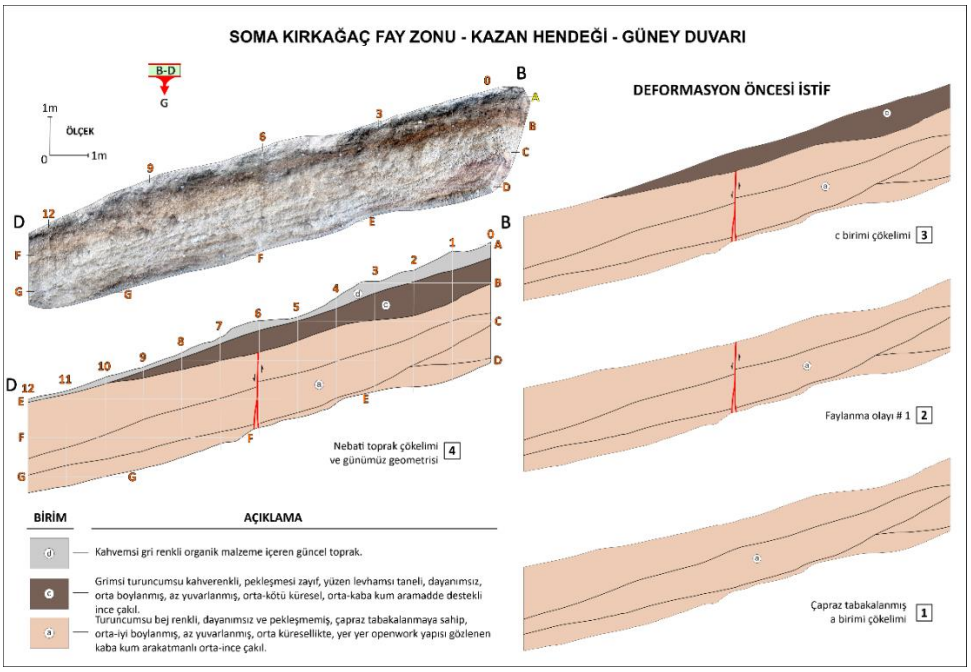
5.3.3.3 Paleosismolojik Yorum

Hendekte tek bir olay saptanmıştır ve Olay 1 olarak ifade edilmiştir. Olay 1, c biriminin çökelimi gerçekleşmeden önce gerçekleşen faylanma ile kesen-kesilen

ilişkisine göre saptanmıştır. A biriminin çökeliminden sonra gerçekleşen Olay 1 ile çatlak dolgusu (b birimi) birikmiş ve c birimi faylanma olayını örtmüştür.



Şekil 5.19 Kazan hendeği kuzey duvarı deformasyon öncesi istif yorumu



Şekil 5.20 Kazan hendeği güney duvarı deformasyon öncesi istif yorumu

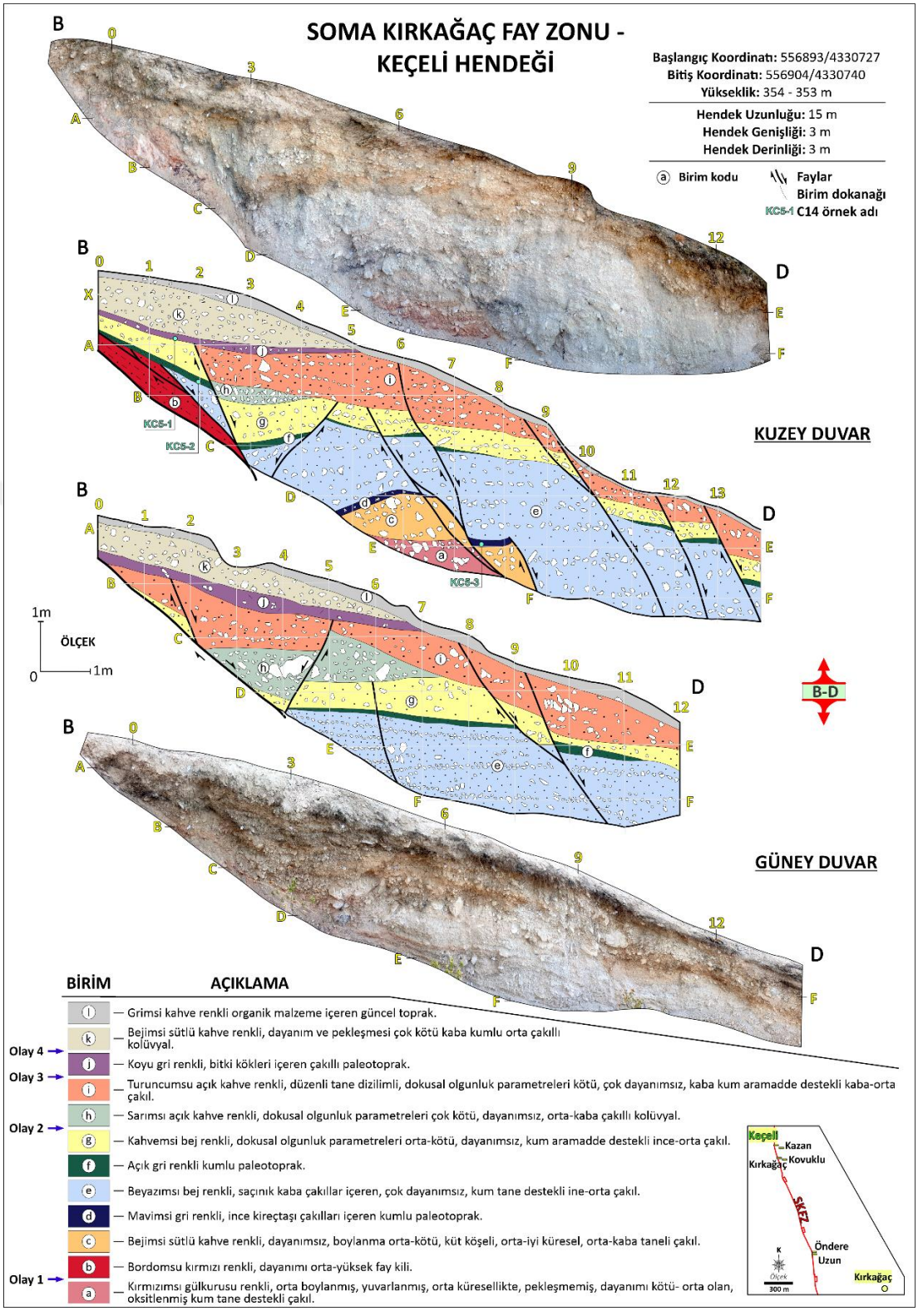
5.3.4 Keçeli Hendeği

Keçeli hendeği Soma-Kırkağaç Fay Zonu Kırkağaç segmenti üzerinde ve Jandarma komando eğitim alay komutanlığı içerisinde açılan beşinci hendektir. Alan içerisinde fay doğrultusunda geçen arazi yolunun hemen üzerinde lokasyonu belirlenen Keçeli hendek kazısı ana fay düzlemi önünde açılmıştır (Şekil 5.21). Kırkağaç yerleşim yerinin yaklaşık 2,5 km kuzeybatısındaki J5 hendek kazısının başlangıç ve bitiş koordinatları WGS84 UTM Zone 35N 0556893/4330727 ve 0556904/4330740 şeklindedir. Keçeli hendeği fay sarplığının doğrultusuna yaklaşık dik (D-B), 15 metre uzunluğunda, 3 metre genişliğinde ve 3 metre derinliğinde olacak şekilde açılmıştır (Tablo 5.4).

5.3.4.1 Stratigrafik ve Yapısal Veriler

Keçeli hendeğinin kuzey duvarı 15 metre güney duvarı da 13 metre olacak şekilde temizlenmiş, karelajlanmış, fotoğraflanarak fotomozaiği oluşturulmuş ve paleosismolojik çalışmalara uygun olarak loglanmıştır (Şekil 5.21). Ana fay düzlemi sunduğu sarplık morfolojiyle karakteristiktir ve Orta-Geç Triyas yaşlı Kırkağaç Formasyonu ile Kuvaterner arasında tektonik dokanak oluşturur. Kuzey duvarın 6. ile 8. metreleri arasında tabanda kırmızımsı gülkurusu renkli, pekleşmemiş ve dayanımı kötü-orta olan oksitlenmiş kum tane destekli orta çakıl (a) birimi bulunur. Birimin çakılları orta boylanmış, yuvarlanmış ve orta küreselliktedir. Üzerine kuzey duvarda gözlenebilen bejimsi sütlü kahve renkli, dayanımsız, kum aramadde destekli orta-kaba çakıl birimi (c) uyumlu olarak gelir. Pekleşmemiş c birimi çakıllarının boylanması orta-kötü olup küt köşelidir ve orta-iyi küreselliktedirler, maksimum çakıl boyu 22 cm'dir. Bu birimi mavimsi gri renkli, ince kireçtaşı çakılları içeren kumlu paleotoprağın (d) örttüğü kuzey duvarda gözlenir. Üzerine beyazımsı bej renkli, saçınık kaba çakıllar içeren kum tane destekli orta çakıl (e) birimi çökelmiştir. Kuzey ve güney duvarda tabanda geniş yer kaplayan birim çok dayanımsızdır ve pekleşmemiştir. Yönelimli çakıllardan oluşan birimde tanelerin boylanması orta-iyi olup küt köşelilerdir ve orta yuvarlanmışlardır. Hendeğin kuzey duvarında 3. ile 6. metreleri arasında birimin çakılları ana faya doğru eğimlenmiştir. Ana fay düzlemiyle

ilişkili hareket sonucu sintetik fay kolları ve ana faylanmaya bağlı gelişen, pekleşmesi ve dayanımı yüksek bordomsu kırmızı renkli fay kili (b) hendeğin sadece kuzey duvarının ilk 3 metresinde tabanda gözlenmiştir ve e biriminden faylanma ile ayrılmaktadır ve J5 hendeğindeki 1. olay olarak değerlendirilmiştir. Fay kili ile bunu kesen fayları ve e birimini açık gri renkli kumlu paleotoprak (f) ince bir seviye olarak örter. Bunun da üzerine çökelen kahvemsi bej renkli kum aramadde destekli ince-orta çakıl (g) biriminin ardından düşey kaymalar oluşturan fay kolları hendekte gözlenmektedir. Özellikle kuzey duvarın 2. ve 3. metreleri arasında 128 santimetrelik düşey kayma dikkat çekicidir. Bu düşey kayma önünde kama şekilli sarımsı açık kahve renkli dayanımsız, orta-kaba çakıllı birim (h) çökelmiştir. Söz konusu olan birim kolüvyal kama olarak tanımlanmıştır. Dolayısı ile hendek logunda olay 2 olarak tanımlanan faylanma h biriminden öncedir. Dokusal olgunluk parametreleri oldukça kötü olan h birimi kuzey duvarda 2. ile 4. m arasında, güney duvarda 2. ile 7. m arasında gözlenir. Maksimum tane boyu 76,5 cm, ortalama tane boyu 10 cm civarındadır. Üzerini turuncumsu açık kahve renkli kaba kum aramadde destekli kaba-orta çakıl (i) birimi örter. Çok dayanımsız olan birimin çakılları düzenli bir dizilime sahiptir ve dokusal olgunluk parametreleri kötüdür. Üzerine gelen koyu gri renkli ve bitki kökleri içeren çakıllı paleotopraktan (j) önce, 120 cm'ye varan düşey kaymalar oluşturan fay kolları i birimini ve kolüvyal kamayı (h) keserler (Şekil 5.21). Güney duvarın 4. ile 5. metreleri arasında oluşan antitetik fay kolu i birimi ve kolüvyal kamada 200 cm kadar kaymaya neden olmuştur. Dolayısıyla oluşan faylanmalar hendek logunda olay 3 olarak tanımlanmıştır. J birimi hendeğin ilk 7 metresine kadar görülmektedir ve üzerine çökelen bejimsi sütlü kahve renkli, dayanımı ve pekleşmesi çok kötü olan birim (k) kolüvyal kama olarak tanımlanmıştır. Hendek logunda olay 4 olarak tanımlanan faylanma hendeğin başlangıcındaki ana fay düzlemi ile gerçekleşmiştir. Faylanma sonucu çökelen k birimi, dokusal olgunluk parametreleri çok kötü olan kaba kumlu orta çakıllardan oluşur. En son bütün birimleri grimsi kahve renkli organik malzeme içeren güncel toprak örter.



Şekil 5.21 Keçeli hendeği iki duvarının fotomozaik ve bilgisayar ortamına aktarılmış hendek logu (Kişisel arşiv, 2020)

5.3.4.2 Yaşlandırma Çalışmaları

Faya dik keserek açılan Keçeli hendeğinde 2 adet kolüvyal düzey saptanmış, faylanma sonucu atım gösteren birimlerin dokanak ilişkisi gözetilerek bağıl stratigrafi kurulmuştur.

5.3.5 Uzun Hendeği

Uzun hendeği lokasyonu Soma-Kırkağaç Fay Zonu Kırkağaç segmenti üzerinde ve Kırkağaç TOKİ binalarının yaklaşık 240 metre kuzeybatısında belirlenmiştir. Kırkağaç yerleşim yerinin yaklaşık 1,4 km kuzeybatısındaki Uzun hendek kazısı ana fay düzlemi önünde açılmıştır (Şekil 5.11). Başlangıç ve bitiş koordinatları ED50 UTM Zone 35N 0557241/4329634 ve 0557247/4329632 olan Uzun hendeği fay sarplığının doğrultusuna yaklaşık dik (K88^{o}D), 20 metre uzunluğunda, 3 metre genişliğinde ve 3 metre derinliğinde olacak şekilde açılmıştır (Tablo 5.4).

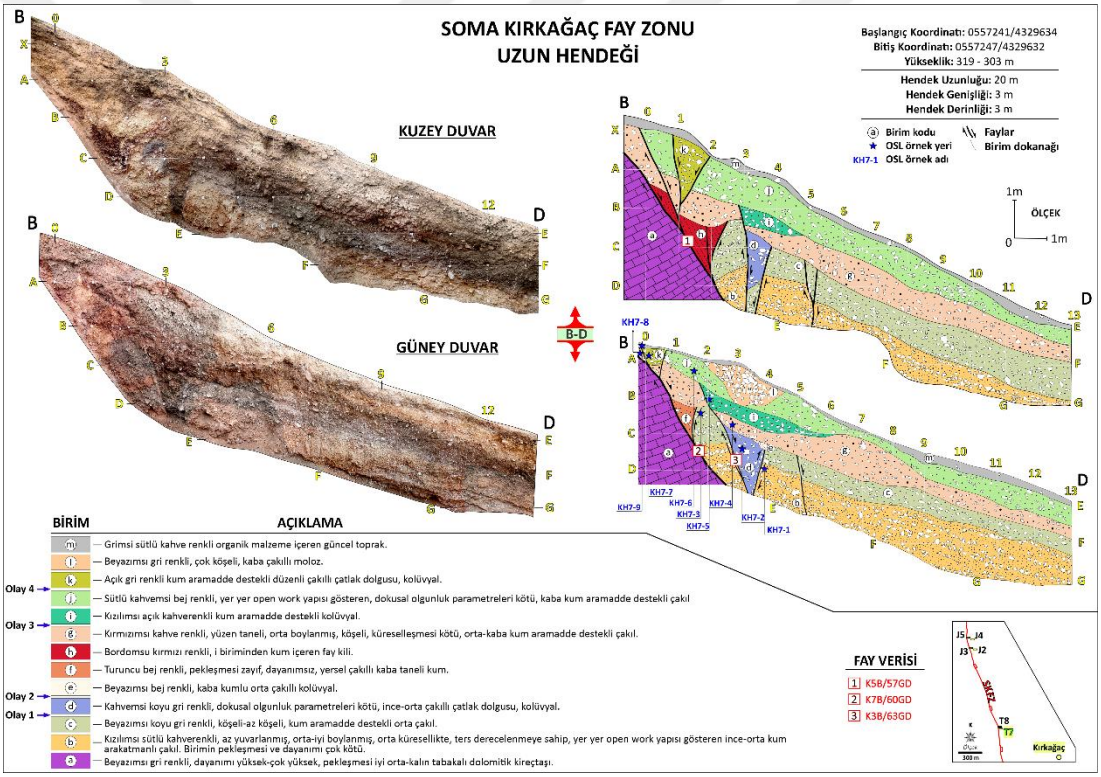
5.3.5.1 Stratigrafik ve Yapısal Veriler

Hendeğin kuzey duvarı 14,5 metre, güney duvarı 14 metre olacak şekilde temizlenmiş, karelajlanmış, fotoğraflanarak fotomozaiği oluşturulmuş ve paleosismolojik çalışmalara uygun olarak loglanmıştır. Açılan hendekte Kuvaterner'i kapsayan toplam 13 stratigrafik seviye stratigrafik ilişkilerine göre alttan üste doğru kodlanarak litolojik tanımlamaları yapılmıştır. Bunlardan ana kaya niteliğinde sınıflandırılan a birimi, İzmir-Ankara Zonu'nun mega karbonat bloklarından Orta-Geç Triyas yaşlı Kırkağaç Formasyonu'dur ve orta-kalın tabakalı kireçtaşı-dolomitik kireçtaşından oluşur. Birimin ayrışma yüzey rengi kahvemsi gri, taze yüzey rengi beyazımsı gridir. Dayanımı yüksek-çok yüksek, pekleşmesi iyi olan birim hendeğin doğrultusuna dik olan, 1. ve 2. fay ölçümlerinin ait olduğu ana fay düzlemiyle tektonik dokanak sunarak kırıntılı birimlerle ayrılmaktadır. Kırkağaç ana fay düzlemi hendek başlangıç noktası olsa da hendek içinde güncel birimleri kesen fay kollarına rastlanılmıştır. Özellikle 3 numaralı ölçünün ait olduğu fay kolu ile çökelen, 2 olaya

işaret eden çatlak dolgusu ve kolüvyal kama çökelimlerine rastlanır (Şekil 5.22). Hendeğin ilk 5 metresinde turuncumsu bir alterasyon rengi gözlenir.

Hendek boyunca tabanda kızılımsı sütlü kahve renkli, ince-orta kum arakatmanlı çakıl (b) birimi gözlenmektedir. Pekleşmemiş ve oldukça dayanımsız olan birimde çakıllar az yuvarlanmış, orta-iyi boylanmış ve orta küreselliğe sahip olup ters derecelenme gösterirler. Çakılların yer yer "openwork" yapısı oluşturduğu gözlenir. Üzerine beyazımsı koyu gri renkli kum aramadde destekli orta çakıl (c) birimi uyumlu olarak gelir. C biriminin çökeliminden sonra birim 3 numaralı fay ve antitetiğininde dahil olduğu fay kollarıyla kesilmiş olup kahvemsi koyu gri renkli kolüvyal malzeme (d) hendeğin 3. ve 4. metreleri arasında çatlak dolgusunu oluşturmuştur. Hendek logunda bu deprem Olay 1 olarak tanımlanmıştır. D birimi çökeliminin tamamlanması akabinde çatlak dolgusunu oluşturan fay kollarından birini örten beyazımsı bej renkli kaba kumlu orta çakıllı ince bir kolüvyal kama (e) seviyesine sadece güney duvarda rastlanır. Dolayısı ile hendek logunda tanımlanan Olay 2, d birimi çökeliminden hemen sonra e birimi çökeliminden önce gerçekleştiği şeklinde tanımlanmıştır. Bu sırada ana fay düzlemiyle ilişkili hareket sonucu sintetik ve antitetik fay kolları ve ana faylanmaya bağlı gelişen, pekleşmesi ve dayanımı yüksek bordomsu kırmızı renkli fay kili (b), hendeğin sadece kuzey duvarının ilk 3 metresinde tabanda oluştuğu gözlenmiştir. Güney duvarda ise kuzey duvardaki antitetik fay kolunun geometrisiyle eş antitetik fay kolu ile ana fay arasında turuncu bej renkli çakıllı kaba taneli kum (f) birimi bulunur. Birimin dayanımı ve pekleşmesi zayıf-orta olsa da nispeten diğer kırıntılı birimlere göre daha pekleşmiş olarak bulunur. Hendekteki tüm birimleri kırmızımsı kahve renkli orta-kaba kum aramadde destekli çakıl (g) birimi örter. Birim boylanması orta, küreselleşmesi kötü, köşeli ve yüzen taneli çakıllardan oluşur. Söz konusu birimde dayanım ve pekleşme orta-zayıftır. Kuzey duvarın 3. metresinde, güney duvarın ise 2 ile 3. metreleri arasında 3 numaralı ölçünün ait olduğu fay kolu, g birimini keserek düşey kayma oluşturmuş ve akabinde kızılımsı açık kahve renkli kum aramadde destekli kolüvyal (i) çökelmiştir. 62 santimetrelik bu düşey kayma özellikle güney duvarda daha net olarak izlenir. Üzerine açık sütlü kahvemsi bej renkli kaba kum aramadde destekli çakıl (j) birimi çökelmiştir. Yer yer "openwork" yapısı gösteren çakılların dokusal olgunluk parametreleri kötüdür. Olay 4 olarak tanımlanan

deprem ile j birimi kesilmiş ve düşey kaymalar oluşmuştur. Olay 4 sonrası açık gri renkli kum aramadde destekli düzenli çakıllı kolüvyal (k) birimi sintetik ve antitetik faylanma ile oluşan çatlak dolgusu olarak çökelmiştir. Kuzey duvarda fay kilini de kesen fay kolu 72 santimetre düşey kayma ile g ve j birimi yanyana gelmiştir. Beyazımsı gri renkli çok köşeli kaba çakıllı moloz (l) birimi hendeğin güney duvarında gözlenmektedir. Hendek bölgesinde zeytin ağaçları için insanlar tarafından oluşturulan l birimine benzer moloz yığınları görülmüştür. Dolayısıyla hendek logunda j birimi insanlar tarafından l birimi ile bozulduğu görülmektedir. Son olarak tüm birimleri grimsi sütlü kahve renkli organik malzeme içeren güncel toprak (m) ince bir seviye olarak tüm birimleri örtmektedir.



Şekil 5.22 Uzun hendeği iki duvarının fotomozaik ve bilgisayar ortamına aktarılmış hendek logu (Kişisel arşiv, 2020)

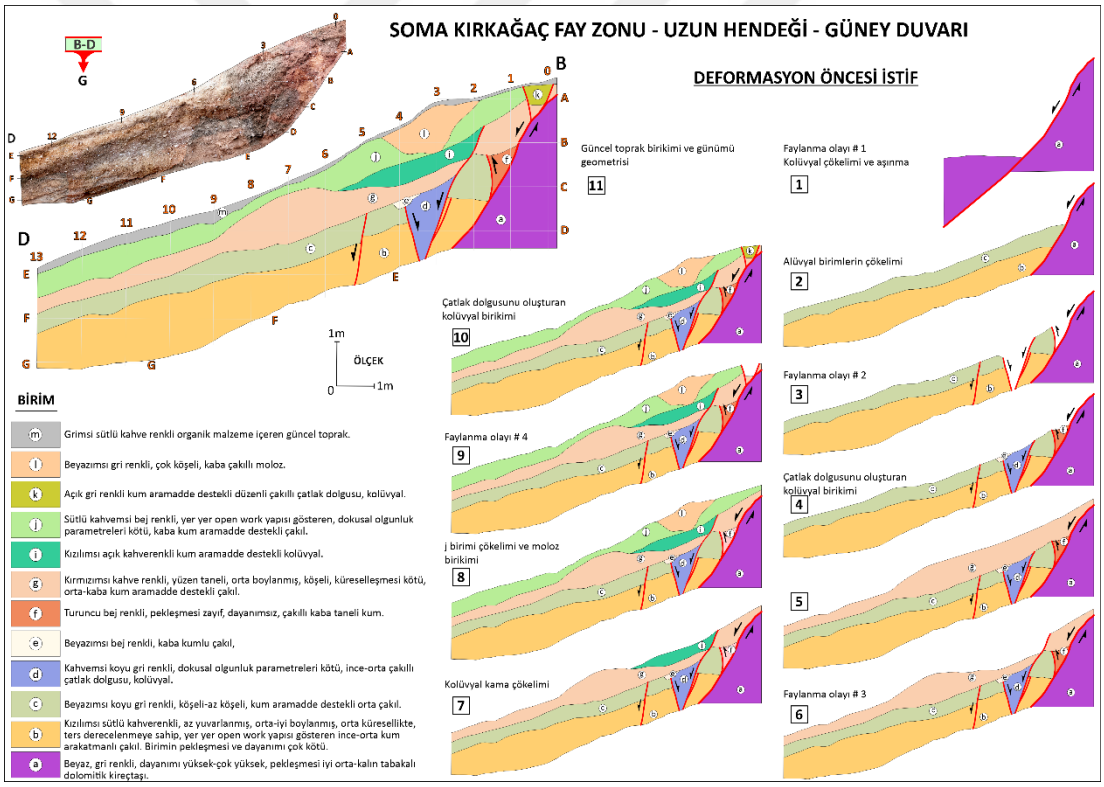
5.3.5.2 Yaşlandırma Çalışmaları

Soma Kırkağaç Fay Zonu Kırkağaç segmenti için çalışma yapılan Uzun hendeği kazısında faylanmaya işaret eden olayları yaşlandırabilmek için toplamda 9 adet Optik

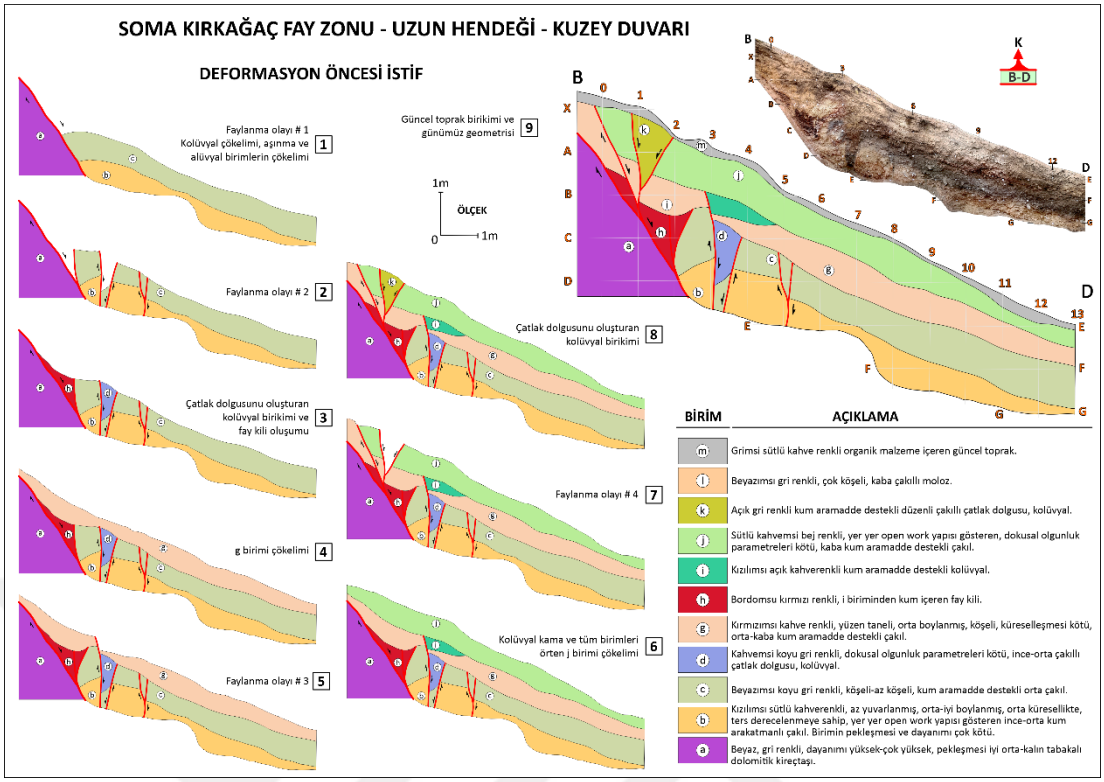
Uyarmalı Lüminesans (OSL) doğal (eşdeğer) doz ile yıllık doz örnekleri alınmıştır (Şekil 5.22). Alınan örneklerin 8 tanesinden yeterli kuvars minerali içermemesi sonucu gerekli sinyal verisi alınamamış ve ait olduğu birimler yaşlandırılamamıştır. Sadece hendeğin ilk metresinde Olay 4 ve 3 öncesinde çökelmiş g birimi, alınan eşdeğer doz ve yıllık doz örnekleri sonucu, 19,5±2,7 by olarak yaşlandırılmıştır.

5.3.5.3 Paleosismolojik Yorum

Uzun hendeği deformasyon gerisi istif yorumlaması birimlerin kesen kesilen ve ilksel çökelmezliğe uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Hendekte 4 adet olası faylanma saptanmıştır (Şekil 5.23).



Şekil 5.23 Uzun hendeğinin güney duvarı deformasyon öncesine ilerleyen istifin yorumu



Şekil 5.24 Uzun hendeğinin kuzey duvarı deformasyon öncesine ilerleyen istifin yorumu

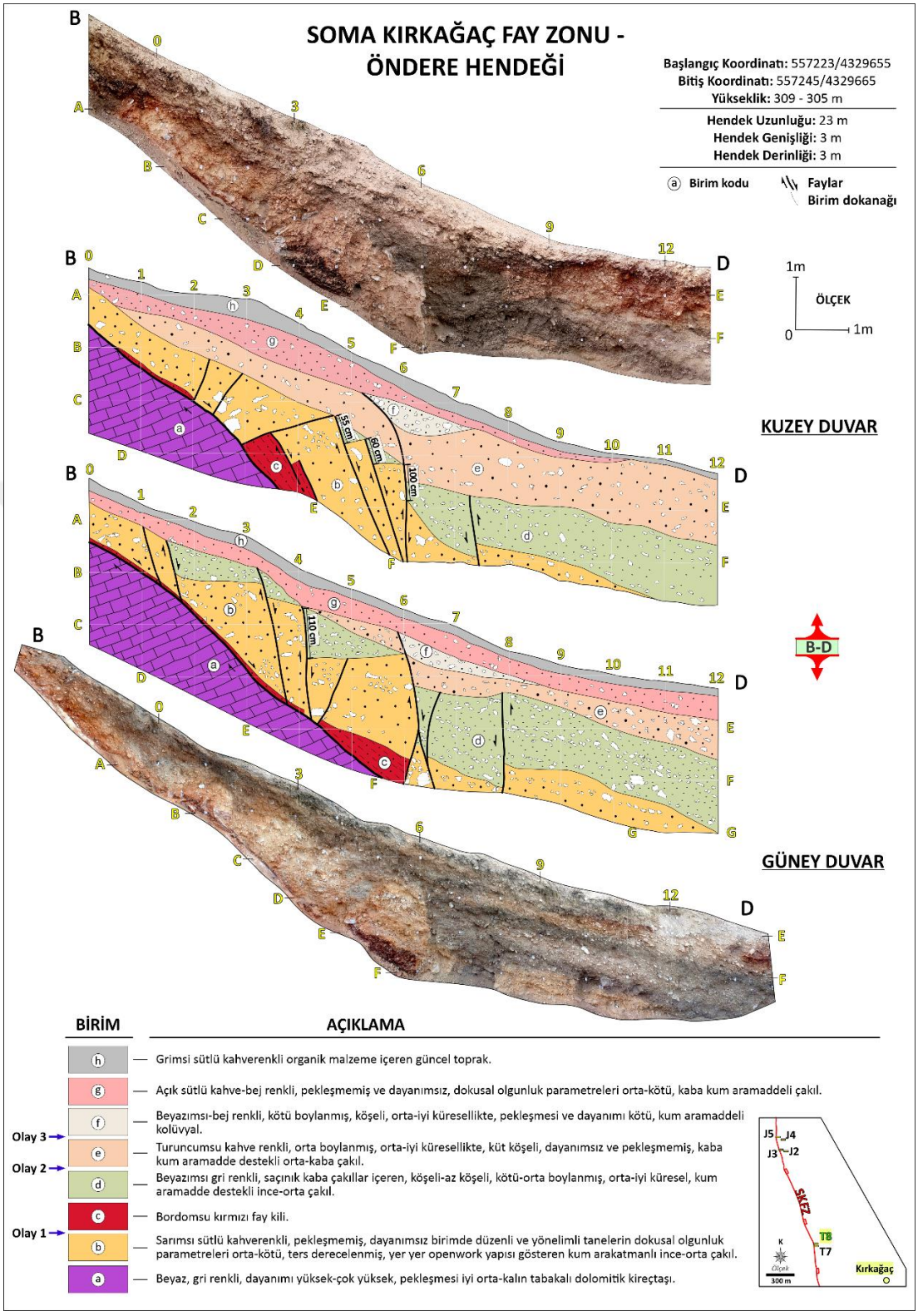
5.3.6 Öndere Hendeği

Öndere hendeği lokasyonu Soma-Kırkağaç Fay Zonu Kırkağaç segmenti üzerinde ve Kırkağaç TOKİ binalarının yaklaşık 240 metre kuzeybatısında belirlenmiştir. Kırkağaç yerleşim yerinin yaklaşık 1,4 km kuzeybatısındaki hendek kazısı ana fay düzlemi önünde açılmıştır (Şekil 5.11.b). Başlangıç ve bitiş koordinatları ED50 UTM Zone 35N 0557223/4329655 ve 0557245/4329665 olan Öndere hendeği fay sarplığının doğrultusuna yaklaşık dik (D-B), Uzun hendeğine paralel olarak daha kuzeyinde, 13 metre uzunluğunda, 3 metre genişliğinde ve 3 metre derinliğinde olacak şekilde açılmıştır (Tablo 5.4).

5.3.6.1 Stratigrafik ve Yapısal Veriler

Hendeğin her iki duvarı da 12 metre olacak şekilde temizlenmiş, karelajlanmış, fotoğraflanarak fotomozaiği oluşturulmuş ve paleosismolojik çalışmalara uygun olarak loglanmıştır. İzmir-Ankara Zonu'nun mega karbonat bloklarından Orta-Geç

Triyas yaşlı Kırkağaç Formasyonu ana kaya niteliğindedir ve a birimi olarak tanımlamıştır. Birim orta-kalın tabakalı kireçtaşı-dolomitik kireçtaşından oluşur. Birimin ayrışma yüzey rengi kahvemsi gri, taze yüzey rengi beyazımsı gridir. Dayanımı yüksek-çok yüksek, pekleşmesi iyi olan birim hendeğin doğrultusuna dik olan ana fay düzlemiyle tektonik dokanak sunarak kırıntılı birimlerle ayrılmaktadır. Kırkağaç ana fay düzlemi hendek başlangıç noktası olsa da hendek içinde güncel birimleri kesen fay kollarına rastlanılmıştır. Hendeğin ilk 5 metresinde turuncumsu bir alterasyon rengi gözlenir. Hendeğin genelinde tabanda sarımsı sütlü kahve renkli kum arakatmanlı ince-orta çakıl (b) birimi bulunur. Pekleşmemiş ve dayanımsız olan birimde taneler düzenli ve yönelime sahiptir. Dokusal olgunluk parametreleri orta-kötü olan çakıllar ters derecelenme ve yer yer "openwork" yapısı gösterir. Ana fay düzlemi boyunca hendek tabanında pekleşmesi ve dayanımı yüksek olan bordomsu kırmızı renkli fay kili (c) ince bir seviye olarak izlenir. Kırkağaç ana fay düzlemiyle ilişkili hareket sonucu sintetik fay kolları ve ana fay önünde gelişen fay kili (c) hendeğin her iki duvarında da görülmekte olup b birimi ile faylanma sonucu uyumsuz olarak gözlenmiştir. Hendek logunda tanımlanan Olay 1, fay kilinin oluşumuyla ilişkili olarak değerlendirilmiştir. Akabinde beyazımsı gri renkli kum aramadde destekli ince-orta çakıl (d) birimi çökelmiştir. Saçınık kaba çakıllar içeren d birimi çakılları köşeli-az köşeli, kötü-orta boylanmış ve orta-iyi küreselleşmiştir. Fay kilini sınırlayanlar da dahil olmak üzere, fay kolları d birimini kesmiştir. D biriminde basamak oluşturacak düşey kaymalara rastlanılmıştır. Bu basamakları oluşturan fay kolları kuzey duvarda 4,5 metre ile 6 metre arasında, güney duvarda ise 1,5 metre ile 6 metre arasında görülmektedir (Şekil 5.25). Hendeğin 7. ve 8. metreleri arasında oluşan bir antitetik fay kolu da b ve d birimlerinde 25 cm civarında düşey kayma oluşturmuştur. 110 santimetreye varan kaymalar gözlenen hendekte bu faylanmalar Olay 2 olarak tanımlanmıştır. Bunları turuncumsu kahve renkli kaba kum aramadde destekli orta-kaba çakıl (e) birimi örter. Dayanımsız ve pekleşmemiş bu birimin çakılları küt köşeli, orta boylanmış ve orta-iyi küreselliktedir. E biriminin çökelimi tamamlandıktan sonra, d biriminde basamak oluşturan fay kollarından biri e birimini de keserek düşey kayma oluşturmuştur. Faylanmanın önünde beyazımsı bej renkli kum aramaddeli kolüvyal (f) çökelimine rastlanmıştır. Dolayısıyla yaklaşık 60 cm düşey kayma oluşturan bu faylanma, hendek logunda Olay 3 olarak tanımlanan depreme neden olan faylanmadır.



Şekil 5.25 Öndere hendek logu

Maksimum tane boyu 13 cm olan f biriminde çakıllar kötü boylanmış, köşeli ve orta-iyi küreselliktedir. Üzerine çökelen açık sütlü kahve bej renkli kaba kum

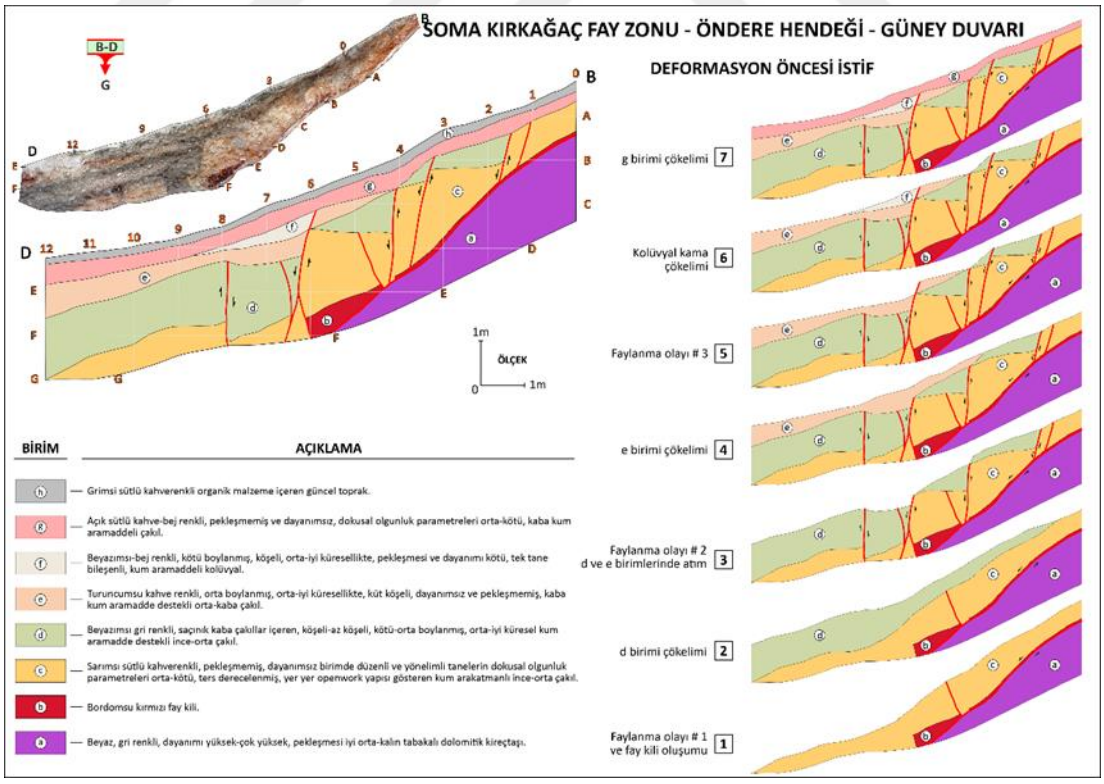
aramaddeli çakıl (g) birimi tüm birimleri ve son olayı da örtmüştür. Pekleşmemiş ve dayanımsız olan birimde çakıllar orta-kötü dokusal olgunluk parametrelerine sahiptir. Söz konusu birim kuzey duvarın 10. metrelerine kadar gözlenmiştir. En son tüm birimleri ve olayları grimsi sütlü kahve renkli organik malzeme içeren güncel toprak (h) örter.

5.3.6.2 Yaşlandırma Çalışmaları

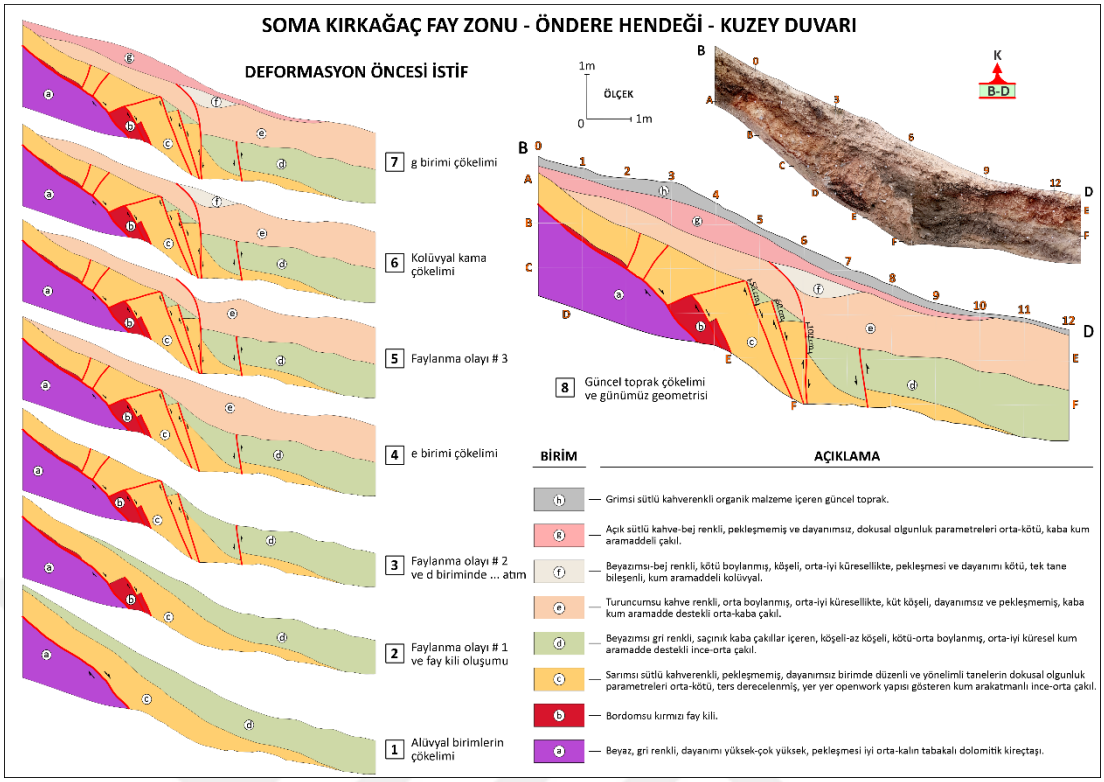
Uzun hendeğinin paralelinde açılan Öndere hendeğinde kolüvyal malzeme saptanmış, birimlerin dokanak ilişkileri gözetilerek bağıl stratigrafi kurulmuştur.

5.3.6.3 Paleosismolojik Yorum

Öndere hendeği log çalışmaları ve deformasyon öncesi istif yorumunda 3 olay belirlenmiştir (Şekil 5.26 ve 2.27).



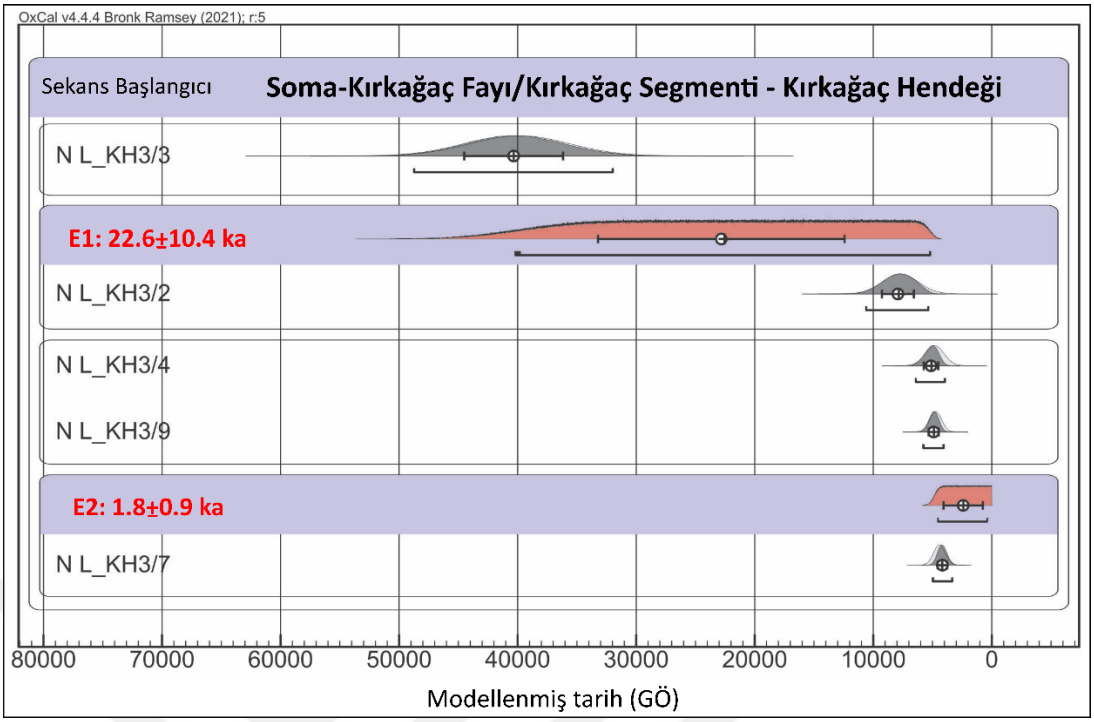
Şekil 5.26 Öndere hendeğinin güney duvarı deformasyon öncesine ilerleyen istifin yorumu



Şekil 5.27 Öndere hendeğinin kuzey duvarı deformasyon öncesine ilerleyen istifin yorumu

5.4 Faylanma Olaylarının Değerlendirilmesi

Kırkağaç Fayında gerçekleştirilen paleosismolojik hendek çalışmalarında tanımlanan olaylar neticesinde fayın geçmişte en fazla 5 deprem üretmiş olduğu yorumlanmış, bunlardan iki depreme neden olduğu alınan örnekler neticesinde saptanmıştır. Farklı olaylar olarak saptanan bu depremler, R programlama ve Oxcal dilinde birlikte istatistiki değerlendirildiğinde; E1: 22.6±10.4 by ve E2: 1.8±0.9 by olarak bulunmuştur (Şekil 5.28). Elde edilen sonuçlara göre E2 olayı MÖ 680 ile MS 920 tarihleri arasındaki depremleri kapsamakta olup MS 253 depremine karşılık gelebildiği yorumlanabilmektedir.



Şekil 5.28 Kırkağaç Segmentinde gerçekleştirilen Kırkağaç hendek kazısından elde edilen verilerin Oxcal ve R programlamasıdna fayın kaynaklık ettiği deprem olaylarını gösteren istatiksel değerlendirme (Kırmızı renkteki "E" yazısı ve rakamları deprem olaylarını ve rakamları deprem olaylarını ve tarihlerini göstermektedir)

BÖLÜM 6
SONUÇLAR

Yüksek lisans tez çalışmasının son bölümünde, Manisa ili sınırları içinde tanımlanan Soma-Kırkağaç Fay Zonu-Kırkağaç Fayı'nın yeri ve özellikleri özetlenmiş, havzada yapılan arazi ağırlıklı çalışmalarda elde edilen stratigrafik, jeomorfolojik, yapısal ve paleosismolojik sonuçlar sunulmuştur.

Manisa ili Kırkağaç ilçesinin kuzey-kuzeybatısında bulunan çalışma alanı, 1/25000 ölçekli Balıkesir J19d2 ve J19d3 paftasında, 38°05' ve 39°24' kuzey enlemleri ile 27°05' ve 29°07' doğu boylamları arasında yaklaşık 45 km^2'lik alanı kapsar. Önceki çalışmalardan faydalanarak çalışma alanında bulunan kaya birimlerinin, bölgesel jeoloji haritası ve litostratigrafik kolon kesiti oluşturulmuştur. İstifin en altında Miyosen öncesi İzmir-Ankara Zonu kayalarından Kınık, Kırkağaç, Avgediği, Pilavtepe Formasyonları bulunmaktadır. Miyosende çökelmiş Soma ve Deniş Formasyonları İzmir-Ankara Zonu Kayaları üzerine uyumsuzlukla gelir. Miyosende gölsel bir ortamı ifade eden formasyonların birikimi ile Miyosen sonu- Pliyosan başında volkanik aktivite sonucu Adilköy Volkanitleri, Yuntdağ Volkanitleri, Rahmanlar Aglomerası, Dededağ Volkanitleri çökeldiği belirlenmiştir. Bu birimleri Geç Pliyosen yaşlı, Kumköy Formasyonu uyumsuz olarak üzerler. Son olarak çalışma alanında bulunan en genç birimler olan, geç Pliyosen-Kuvaterner yaşlı Alüvyon yelpazesi ve güncel birimler bütün birimleri uyumsuz olarak üzerlediği litostratigrafik kolon kesitte anlatılmıştır.

Çalışma alanını kapsayan 12,5 m çözünürlüklü sayısal yükseklik modeli haritaları kullanılarak Kırkağaç Fayı'nın kestiği/sınırladığı drenaj havzaları oluşturulmuştur. 35 adet oluşturulan drenaj havzaları D-B ve KD-GB doğrultularında olduğundan Kırkağaç Fayı geometrik olarak 2 segmentte incelenmiştir. 1/25000 ölçekli haritalardan ve arazi çalışmalarından saptanan jeomorfolojik unsurlar göz önünde bulundurularak fayın morfoloji ile ilişkisi gözlemlenmiş, Kırkağaç Fayının Kırkağaç segmenti boyunca kayma/yükselim oranı minimum 0.55 mm/yıl olarak hesaplanmıştır.

Belirgin fay eğimi ve fay zonu önünde aktif olarak alüvyal yelpaze oluşumlarıyla beraber, 39 adet fay düzlem ölçümlerinden elde edilen kinematik veriler, Kırkağaç fayı üzerindeki ilk hareketin ortalama K-G sıkışma sonucu sağ yanal doğrultu atımlı faylanma şeklinde geliştiğini, son hareketin ise KD-GB açılma rejimi ile eğim/oblik atımlı normal fay şeklinde olduğunu ifade etmektedir. Bölgesel ölçekte İBTZ içinde değerlendirilen Kırkağaç Fayı bu kinematik özellikleriyle Holosen'de yeniden aktif hale gelmiş (reaktif) fay sınıfında değerlendirilebilir. Kırkağaç segmenti ve Bakır segmetinin bağlanmasından sonra hem daha önce oluşmuş faylar hem de Kırkağaç segmentinin en güney ucu hareketsiz hale gelmiştir (Uzel, 2016).

Hendeklerde kesen kesilen ilişkisine göre olay yorumlaması yapılmış, gözlenen maksimum düşey ötelenmenin tek bir olayla ilgili olduğu ve bu yer değiştirmenin Wells ve Coppersmith (1994)'in maksimum yer değiştirme-moment regresyon ilişkisine göre 6,69 büyüklüğündeki deprem ile oluşabileceği, Smf ve Vf indisleri kullanılarak Rockwell vd. (1984) aktivite sınıflarına göre Kocatepe Horstu'nun yılda 0,5 mm'den daha fazla bir hızla yükseldiği, literatür ile değerlendirildiğinde bu değer ortalama 0.4 mm/yıl olarak saptanmıştır.

KAYNAKLAR

Aitken, M. J. (1985*). Thermoluminescence Dating.* Orlando: Academic Press.

Akyol, N., Zhu, L., Mitchell, B. J., Sözbilir, H. ve Kekovalı, K. (2006). Crustal Structure And Local Seismicity İn Western Anatolia. *Geophysical Journal International, 166*(3), 1259-1269.

Akyürek, B. ve Sosyal, Y., (1978). Kırkağaç- Soma (Manisa), Savaştepe- Korucu-Ayvalık (Balıkesir), Bergama (İzmir) Civarının Jeolojisi*: MTA Enstitüsü Rapor No 6452*, Ankara.

Akyürek, B. ve Soysal, Y., (1983*).* Biga Yarımadası Güneyinin (Savaştepe, Kırkağaç, Bergama, Ayvalık) Temel Jeoloji Özellikleri: *Maden Tetkik ve Arama Enst, Derg. 95/96*, 1-12.

Akyürek, B., ve Akdeniz, N. (1989). 1: 100.000 Ölçekli Açınsama Nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi: Ayvalık G3 Paftası. *MTA Genel Müd. Yayınları, 97*(9), 1249-1273.

Akyüz, H. S. ve Altunel, E. (2001). Geologicaland Archaeological Evidence For Post–Roman Earthquake Surface Faulting At Cibyra, SW Turkey.*Geodinamica Acta*, *14*(1-3), 95-101.

Alipoor, R., Poorkermani, M., Zare, M. ve El Hamdouni,R. (2011). Active Tectonic Assessment Aroundrudbar Lorestan Dam Site, High Zagros Belt (Swof Iran). *Geomorphology*, *128*(1-2), 1-14.

Alkaç, O. (2014). *Kınık (İzmir) Dolayının Neojen Stratigrafisi ve Neotektonik Özellikleri.* [Yüksek Lisans Tezi]. İstanbul Üniversitesi.

Altunel, E. (1999). Geological And Geomorphological Observations In Relation To The 20 September 1899 Menderes Earthquake, Western Turkey. *Journal Of The Geological Society*, *156*(2), 241-246.

Ambraseys, N. (2009). *Earthquakes İn The Mediterranean And Middle East: A Multidisciplinary Study Of Seismicity Up To 1900*. Cambridge University Press.

Ambraseys, N. N. (2001). Reassessment Of Earthquakes, 1900–1999, İn The Eastern Mediterranean And The Middle East. *Geophysical Journal International*, *145*(2), 471-485.

Ambraseys, N. N. ve Finkel, C. (1995). *The Seismicity Of Turkey And Adjacent Areas: A Historical Revie*w, *1500-1800*. MS Eren.

Ambraseys, N. N. ve Menu, J. A. M. (1988). Earthquake-Induced Ground Displacements. *Earthquake Engineering & Structural Dynamics*, *16*(7), 985-1006.

Ambraseys, N. N., ve Jackson, J. A. (1998). Faulting Associated With Historical And Recent Earthquakes in The Eastern Mediterranean Region. *Geophysical Journal International*, *133*(2), 390-406.

Anderson, E.M. (1942). *The Dynamics Of Faulting And Dyke Formation With Application To Britain*, 191 Pp. Oliver And Boyd, Edinburgh, Scotland.

Angelier, J. (1984). Tectonic Analysis Of Fault Slip Datasets. *Journal Of Geophysical Research: Solid Earth*, *89*(B7), 5835-5848.

Armenteros, I., ve Daley, B. (1998). Pedogenic Modification And Structure Evolution İn Palustrine Facies As Exemplified By The Bembridge Limestone (Late Eocene) Of The Isle Of Wight, Southern England. *Sedimentary Geology*, *119*(3-4), 275-295.

Arpalıyiğit, İ. (1996*). Quaternary Geology Of The Soma District, Western Turkey* [Doktora Tezi] Dokuz Eylül Üniversitesi

Arpalıyiğit, İ. (2004). *Pliocene-Quaternary Geology Of The Soma Graben. Western Turkey* [Doktora Tezi], Dokuz Eylül University

Arpalıyiğit, İ., ve İnci, U. (2000). *Kırkağaç Diri Fay Zonu. Batı Anadolu'nun Depremselliği Sempozyumu,* BADSEM-2000, Bildiriler, 184-189.

Bagha, N., Arian, M., Ghorashi, M., Pourkermani, M., El Hamdouni, R. ve Solgi, A. (2014). Evaluation Of Relative Tectonic Activity İn The Tehran Basin, Central Alborz, Northern Iran. *Geomorphology, 213,* 66-87.

Barka A. A. ve Reilinger R. (1997). Active Tectonics Of The Mediterranean Region: Deduced From GPS, Neotectonic And Seismicity Data. *Annali Di Geophis.* XI, 587-610.

Başarır Baştürk, N., Özel, N.M., Altınok, Y. Ve Duman, T.Y. (2017). Türkiye ve Yakın Çevresi İçin Geliştirilmiş Tarihsel Dönem (MÖ 2000- MS 1900) Deprem Katalogu. T.Y. Duman (Ed.), *Türkiye Sismotektonik Haritası Açıklama Kitabı Özel Yayınlar Serisi-34 (239 S.).* Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü.

Blikra, L. H., ve Nemec, W. (1998). Postglacial Colluvium İn Western Norway: Depositional Processes, Facies And Palaeoclimatic Record. *Sedimentology, 45*(5), 909-960.

Bott, M. H. P. (1959). The Mechanics Of Oblique Slipfaulting. *Geological Magazine*, *96*(2), 109-117.

Bozkurt, E. (2001). Neotectonics Of Turkey–A Synthesis. *Geodinamica Acta*, *14*(1-3), 3-30.

Brinkmann, R., Feist, R., Marr, W. U., Nickel, E., Schlimm, W. T., ve Walter, H. R. (1970). *Geologie Der Soma Dağları. Bulletin Of The Mineral Research And Exploration, 74*(74).

Bull, W. B. (2007). *Tectonic Geomorphology Of Mountains: A New Approach To Paleoseismology*. Blackwell Publishing Ltd.

Bull, W. B. (2008). *Tectonic Geomorphology Of Mountains: A New Approach To Paleoseismology*. John Wiley & Sons.

Bull, W.B. ve Mcfadden, L. D. (1977). Tectonic Geomorphology North And South Of The Garlockfault, California. Doehring, D.O (Ed.), Geomorphology in Arid Regions. Proceedings Ofthe Eighth Annual Geomorphology Symposium (115-138). State University Of New York,Binghamton.

Burbank, D. ve Anderson, R. A. (2000). *Tectonic Geomorphology*, (Pp. 201-231). Blackwellscience, Book USA.

Burbank, D. W., ve Anderson, R. S. (2001). Geomorphic Markers. *Tectonic Geomorpholgy*. Malden:(Ed.) Blackwell Publishing, 13-32.

Burbank, D. W., ve Anderson, R. S. (2013). *Tectonic Geomorphology*. Environmental & Engineering Geoscience

Cannon, P. J. (1976). Generation Of Explicit Parameters For A Quantitative Geomorphic Study Of The Mill Creek Drainage Basin. *Oklahoma Geology Notes, 36*(1), 3–16.

Caputo, R. ve Helly, B. (2005). The Holocene Activity Of The Rodia Fault, Central Greece. *Journal Of Geodynamics, 40*(2-3), 153–169.

Caputo, R. ve Helly, B. (2008). The Use Of Distinct Disciplines To Investigate Past Earthquakes. *Tectonophysics, 453*(1-4), 7-19.

Caputo, R., Helly, B., Pavlides, S. ve Papadopoulos, G. (2004). Palaeoseismological İnvestigation Of The Tyrnavos Fault, Central Greece. A Contribution To The Seismic Hazard Assessment Of Thessaly. *Tectonophysics, 394*(1), 1–20.

Cox, R. T. (1994). Analysis Of Drainage-Basin Symmetryas A Rapid Technique To Identify Areas Of Possiblequaternary Tilt-Block Tectonics: an Example From the Mississippi Embayment. *Geological Society Of America Bulletin, 106*(5), 571-581.

Daxberger, H. ve Riller, U. (2015). Kinematics Of Neogene To Recent Upper-Crustal Deformation İn The Southern Central Andes (23–28 S) Inferred From Fault–Slip Analysis: Evidence For Gravitational Spreading Of The Puna Plateau. *Tectonophysics, 642*, 16-28.

Dewey, J. F. ve Şengör, A. M. C. (1979). Aegean And Surrounding Regions: Complex Multiplate And Continuum Tectonics in a Convergent Zone. *Geological Society Of America Bulletin, 90*(1), 84- 92.

Dindi, F. (2011). *Soma Havzası ve Çevresindeki Neojen Yaşlı Volkanik Kayalarının Petrografisi Ve Jeokimyası* [Doktora Tezi], Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Dokuz Eylül Üniversitesi Deprem Araştırma Uygulama Merkezi (Daum). (2020) İmar Planına Esas Jeolojik – Jeoteknik Mikrobölgeleme Etüt Raporu.

Duman, T.Y., Emre, Ö., Selim Özalp, S., Çan, T., Olgun, Ş., Elmacı, H. ve Şaroğlu, F. 2017, Türkiye ve yakın çevresindeki diri faylar ve özellikleri. *Türkiye Sismotektonik Haritası Açıklama Kitabı (Ed. T.Y. Duman). Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Özel Yayınlar Serisi-34,* 12 s. Ankara-Türkiye.

Eerdoğan, B. (1990). Tectonic Relations Between Izmir-Ankara Zone And Karaburun Belt. *Bulletin Of The Mineral Research And Exploration, 110* (110), 1-15.

El Hamdouni, R., Irigaray, C., Fernández, T., Chacón, J. ve Keller, E. A. (2008). Assessment Of Relative Active Tectonics, Southwest Border Of The Sierra Nevada (Southern Spain). *Geomorphology, 96,* 150–173.

Emre, Ö., Doğan, A. ve Özalp, S. (2011). 1:250.000 Ölçekli Türkiye Diri Fay Haritaları Serisi, Balıkesir (NJ 35-3) Paftası, Seri No:4, Maden Tetkik Ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara- Türkiye.

Emre, Ö., Duman, T. Y., Özalp, S., Şaroğlu, F., Olgun, Ş., Elmacı, H., ve Çan, T. (2018). Active Fault Database Of Turkey. *Bulletin Of Earthquake Engineering*, *16*(8), 3229-3275.

Emre, T., Tavlan, M., Akkiraz, M. S., ve İşintek, İ. (2011). Stratigraphy, Sedimentology And Palynology Of The Neogene-Pleistocene (?) Rocks Around Akçaşehir-Tire-İzmir (Küçük Menderes Graben, Western Anatolia). *Turkish Journal Of Earth Sciences, 20*(1), 27-56.

Ergin, K., Guolu, U. ve Uz, Z. (1967*), A Catalog Of Earthquakes For Turkey And Surrounding Areas, Tech. Univ. Istanbul Mining Eng. Fac*., Publ. No. 24, 74 Pp.

Eroğlu, İ., ve Bozyiğit, R. (2012). Yunt Dağı ve Çevresinin İklim Özellikleri. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, (27),* 129-151.

Eski, S., Sözbilir, H., Uzel, B., Özkaymak, Ç. ve Sümer, Ö. (2020). Gölmarmara Fayı'nın Morfotektonik Evriminin CBS Tabanlı Yöntemlerle Araştırılması, Gediz Grabeni, Batı Anadolu. *Türkiye Jeoloji Bülteni, 63*(3), 345-372.

Eyidoğan, H., Utku, Z., Güçlü, U., ve Değirmenci, E. (1991). Türkiye Büyük Depremleri Makro Sismik Rehberi (1900-1988). *İstanbul Teknik Üniversitesi. Maden Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü.*

Goldsworthy, M., ve Jackson, J. (2000). Active Normal Fault Evolution İn Greece Revealed By Geomorphology And Drainage Patterns. *Journal Of The Geological Society*, *157*(5), 967-981.

Gürer, A., Bayrak, M. ve Gürer, Ö. F. (2004). Magnetotelluric İmages Of The Crust And Mantle İn The Southwestern Taurides, Turkey. *Tectonophysic*s, *391*(1-4), 109-120.

Hack, J. T. (1973). Stream-Profile Analysis And Streamgradient İndex. *Journal Of Research Of The Us Geological Survey*, *1*(4), 421-429.

Hare, P. W. ve Gardner, T. W. (1985). Geomorphic İndicators Of Vertical Neotectonism Along Converging Plate Margins, Nicoya Peninsula, Costa Rica. *Tectonic Geomorphology*, *4*, 75-104.

Helvacı, C., Ersoy, E.Y. ve Dindi, F. (2012). Soma Havzası Ve Çevresindeki Neojen Volkanizmasının Jeolojisi Ve Jeokimyası. Dokuz Eylül Üniversitesi Rektörlüğü, Proje No: 2009 Kb.Fen.026

Hurtrez, J. E., Sol, C. ve Lucazeau, F. (1999). Effect Of Drainage Area On Hypsometry From An Analysis Of Small-Scale Drainage Basins İn The Siwalik Hills (Central Nepal). Earth Surface Processes And Landforms: *The Journal Of The British Geomorphological Research Group*, *24*(9), 799- 808.

Hutchinson, M. F., ve Dowling, T. I. (1991). A Continental Hydrological Assessment Of A New Grid-Based Digital Elevation Model Of Australia. *Hydrological Processes*, *5*(1), 45-58.

Irmak, T. S., Dogan, B., Yavuz, E., Livaoglu, H., ve Sertcelik, F. (2020). Focal Mechanisms Of The January 22, 2020 Akhisar-Manisa Earthquake (Mw5. 5) And İts Aftershocks: Seismotectonic İmplications. *Turk. J. Earthq. Res*, *2*(1), 27-46.

ISC (13.12.2021.). http://www.isc.ac.uk/iscbulletin/search/catalogue/interactive/

İnci, U. (1998). Lignite And Carbonate Deposition İn Middle Lignite Succession Of The Soma Formation, Soma Coalfield, Western Turkey. *International Journal Of Coal Geology, 37*(3-4), 287-313.

İnci, U. (2002). Depositional Evolution Of Miocene Coal Successions İn The Soma Coalfield, Western Turkey. *International Journal Of Coal Geology, 51*(1), 1-29.

İnci, U., Koçyiğit, A., Bozkurt, E. ve Arpalıyiğit, İ. (2001). Kırkağaç ve Soma (Manisa) grabenleri kenar faylarının kinematik analizi ve depremselliği. TÜBİTAK Proje No: YDABÇAG-199Y013.

İnci, U., Koçyiğit, A., Bozkurt, E., ve Arpalıyiğit, İ. (2003). Soma ve Kırkağaç Grabenlerinin Kuvaterner Jeolojisi. *Batı Anadolu. Kuvaterner Çalıştayı, 4,* 84-100.

İşintek, İ. (2007). İzmir-soma (Manisa) Arasında Yüzeyleyen Mesozoyik Karbonat Kütlelerinin Foraminifer ve Alg Biyostratigrafisi ve Paleocografik Anlamları, Proje No: 103Y191.

Jackson, J. ve Mckenzie, D. (1989). Relations Between Seismicity And Paleomagnetic Rotations İn Zones Of Distributed Continental Deformation. In Paleomagnetic Rotations And Continental Deformation (Pp. 33-42*). Springer,* Dordrecht.

Kahraman, B. (2011). *Güney Soma (Manisa Kd'su – Türkiye) Neojen Havzası'nın Tektonik Özellikleri.* [Yüksek Lisans Tezi] Hacettepe Üniversitesi.

Kavzoğlu, T., ve Çölkesen, İ. (2011). Uzaktan Algılama Teknolojileri Ve Uygulama Alanları. *Türkiye'de Sürdürülebilir Arazi Yönetimi Çalıştayı, 2*6(27), 431-444.

Keller, E. A. (1986). Investigation Of Active Tectonics:Use Of Surficial Earth Processes. In: R. E. Wallace (Ed.), Active Tectonics, Studies in Geophysics (136-147). *National Academy Press*.

Keller, E. A., ve Pinter, N. (1996). Active Tectonics (Vol. 338). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

Keller, E.A., ve Pinter, N. (2002*). Active Tectonics:Earthquakes, Uplift, And Landscape. Uppersaddle River,* New Jersey, Prentice-Hall Inc.

Keskin, A. (2018). *Soma ve Akhisar Arasının Jeolojisi, Kinematiği Ve Sismotektoniği*. [Yüksek Lisans Tezi] Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi.

Khalifa, A., Cakir, Z., Lewis, O. ve Şinasi, K. (2018) Morphotectonic Analysis Of The East Anatolianfault, Turkey. *Turkish Journal Of Earth Sciences*, *27*(2), 110-126.

Koçyigit, A., Yusufoglu, H. ve Bozkurt, E. (1999). Discussion On Evidence From The Gediz Graben For Episodic Two-Stage Extension in Western Turkey. *Journal Of The Geological Society*, London, *156*, 1240-1242.

Konak, N., vd. (2002). Maden Teknik Arama Müdürlüğü, 1/500000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası.

Le Pichon, X. ve Angelier, J. (1979). The Hellenic Arc And Trench System: A Key To The Neotectonic Evolution Of The Eastern Mediterranean Area. *Tectonophysics*, *60*(1-2), 1-42.

Mayer, L. (1986). Tectonic Geomorphology Of Escarpments And Mountain Fronts. In R. E. Wallace (Ed.), Active Tectonics, Studies İn Geophysics (Pp. 125-135). *National Academy Press.*

Mccalpin, J. (2009). Paleoseismology (2nd Ed.). California: *Academic Press.*

Mckenzie, D. (1972). Active Tectonics Of The Mediterranean Region. *Geophysical Journal International*, *30*(2), 109-185.

Mckenzie, D. (1978). Active Tectonics Of The Alpine—Himalayan Belt: The Aegean Sea And Surrounding Regions. *Geophysical Journal International, 55*(1), 217-254.

Nebert, K. (1978). *Linyit İceren Soma Neojen Bölgesi, Bati Anadolu. Bulletin Of The Mineral Research And Exploration, 90*(90), 20-72.

Okay, A. I., İşintek, İ., Altıner, D., Özkan-Altıner, S., ve Okay, N. (2012). An Olistostrome–Mélange Belt Formed Along A Suture: Bornova Flysch Zone, Western Turkey. *Tectonophysics, 568,* 282-295.

Okay, A. I., ve Altiner, D. (2007). A Condensed Mesozoic Succession North Of Izmir: A Fragment Of The Anatolide-Tauride Platform in The Bornova Flysch Zone. *Turkish Journal Of Earth Sciences, 16*(3), 257-279.

Okay, A. İ., Kaşlılar-Özcan, A., Imren, C., Boztepe-Güney, A., Demirbağ, E. ve Kuşçu, İ. (2000). Active Faults And Evolving Strike-Slip Basins İn Themarmara Sea, Northwest Turkey: A Multichannelseismic Reflection Study. *Tectonophysics, 321*(2),189-218.

Ouchi, S. (1985). Response Of Alluvial Rivers To Slow Active Tectonic Movement. *Geological Society Of America Bulletin, 96*(4), 504-515.

Özer, S., ve Sözbilir, H. (2003). Presence and tectonic significance of Cretaceous rudist species in the so-called Permo-Carboniferous Göktepe Formation, central Menderes metamorphic massif, western Turkey. *International Journal of Earth Sciences, 92*(3), 397-404.

Özkaymak, Ç. ve Sözbilir, H. (2012). Tectonicgeomorphology Of The Spildağı High Ranges,Western Anatolia. *Geomorphology, 173,* 128-140.

Özkaymak, Ç., Sözbilir, H. ve Uzel, B. (2013). Neogene–Quaternary Evolution Of The Manisabasin: Evidence For Variation İn The Stress Patternof The İzmir-Balıkesir Transfer Zone, Western Anatolia. *Journal Of Geodynamics, 65,* 117-135.

Özkaymak, Ç., Sözbilir, H., Gecievi, M. O., ve Tiryakioğlu, İ. (2019). Late Holocene Coseismic Rupture And Aseismic Creep On The Bolvadin Fault, Afyon Akşehir Graben, Western Anatolia. *Turkish Journal Of Earth Sciences, 28*(6), 787-804.

Özkaymak, Ç., ve Sözbilir, H. (2008). Stratigraphic And Structural Evidence For Fault Reactivation: The Active Manisa Fault Zone, Western Anatolia. *Turkish Journal Of Earth Sciences, 17*(3), 615-635.

Papazachos, B.C. Ve Papazachou, K. (1997). *The Earthquakes Of Greece, Ziti Publi*., 304 Pp., Thessaloniki, Greece.

Pavano, F., Pazzaglia, F. J., ve Catalano, S. (2016). Knickpoints as geomorphic markers of active tectonics: A case study from northeastern Sicily (southern Italy). *Lithosphere, 8*(6), 633-648.

Pavlides, S. (1996). First Palaeoseismological Results From Greece. Annals Of *Geophysics, 39*(3).

Pavlides, S., ve Caputo, R. (2004). Magnitude Versus Faults' Surface Parameters: Quantitative Relationships From The Aegean Region. *Tectonophysics, 380*(3-4), 159-188.

Pérez-Peña, J. V., Azor, A., Azañón, J. M. ve Keller, E. A. (2010). Active Tectonics İn The Sierra Nevada (Betic Cordillera, SE Spain): Insights From Geomorphic İndexes And Drainage Pattern Analysis. *Geomorphology, 119*(1-2), 74-87.

Petit, C., Gunnell, Y., Gonga-Saholiariliva, N., Meyer, B., ve Séguinot, J. (2009). Faceted spurs at normal fault scarps: Insights from numerical modeling. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 114*(B5).

Pettijohn, F.J., Potter, P.E. ve Siever, R. (1972). Sand And Sandstones. *Springer,* New York, N.Y., 618 Pp.

Pınar, N., ve Lahn, E. (1952). *Türkiye Depremleri İzahlı Kataloğu, T.C. Bayındırlık Bakanlığı, Yapı Ve İmar İşleri Reisliği Y.*

Powers, M. C. (1953). A New Roundness Scale For Sedimentary Particles. *Journal Of Sedimentary Research, 23*(2), 117-119.

Ramírez-Herrera, M. T. (1998). Geomorphicassessment Of Active Tectonics İn Theacambay Graben, Mexican Volcanic Belt.*Earth Surface Processes And Landforms,23*(4), 317-332.

Reilinger, R., Mcclusky, S., Vernant, P., Lawrence, S., Ergintav, S., Cakmak, R., ... ve Karam, G. (2006). GPS Constraints On Continental Deformation İn The Africa-Arabia-Eurasia Continental Collision Zone And İmplications For The Dynamics Of Plate İnteractions. *Journal Of Geophysical Research: Solid Earth, 111(B5).*

Rockwell, T. K., Keller, E. A., Clark, M. N. ve Johnson, D. L. (1984). Chronology And Rates Of Faulting Of Ventura River Terraces, California. *Geological Society Of America Bulletin, 95*(12), 1466-1474.

Sangu, E., Gürer, Ö. F., ve Gürer, A. (2020). Fault kinematic and Plio-Quaternary paleostress evolution of the Bakırçay basin, western Turkey. *International Geology Review, 62*(10), 1245-1261.

Sari, B. (2013). Late Maastrichtian-late Palaeocene planktic foraminiferal biostratigraphy of the matrix of the Bornova Flysch Zone around Bornova (İzmir, western Anatolia, Turkey). *Turkish Journal of Earth Sciences, 22*(1), 143-171.

Schumm, S. A. (1956). Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy, New Jersey. Geological society of America bulletin, *67*(5), 597-646.

Schwanghart, W. ve Kuhn, N.J. (2010) Topotoolbox: Aset Of Matlab Functions For Topographic Analysis.*Environment Modelling And Software 25*, 770-781.

Scotti, V. N., Molin, P., Faccenna, C., Soligo, M., ve Casas-Sainz, A. (2014). The İnfluence Of Surface And Tectonic Processes On Landscape Evolution Of The Iberian Chain (Spain): Quantitative Geomorphological Analysis And Geochronology. *Geomorphology, 206*, 37-57.

Selby, M. J. (1980). A Rock Mass Strength Classification For Geomorphic Purposes: With Tests From Antarctica And New Zealand. *Zeitschrift Für Geomorphologie Stuttgart, 24*(1), 31-51.

Seyitoğlu, G. ve Scott, B. (1991). Late Cenozoic Crustalextension And Basin Formation İn West Turkey. *Geological Magazine, 128*(2), 155-166.

Silva, P. G., Goy, J. L., Zazo, C. ve Bardajı, T. (2003). Fault-Generated Mountain Fronts İn Southeast Spain: Geomorphologic Assessment Of Tectonic And Seismic Activity. *Geomorphology, 50*(1-3), 203-225.

Smith, G.A. (1986). Coarse-Grained Non-Marine Volcaniclastic Sediments: Terminology And Depositional Processes. *Geol. Soc. Am. Bull., 97*, 1-10.

Softa, M., Emre, T., Sözbilir, H., Spencer, J. Q. ve Turan, M. (2018). Geomorphic Evidence Foractive Tectonic Deformation İn The Coastal Partof Eastern Black Sea, Eastern Pontides, *Turkey.Geodinamica Acta, 30*(1), 249-264.

Soysal, H., Sipahioğlu, S., Kolçak, D. ve Altınok, Y. (1981). *Türkiye ve Cevresinin Tarihsel Deprem Kataloğu.* (Proje no: TBAG 341). İstanbul TUBITAK.

Sözbilir, H., Çakır, R., Eski, S., Duran, İ., Utku, M. ve Akgün, M. (2020). *22 Ocak 2020 Akhisar Depremleri ve Bölgenin Sismotektoniği Ön Raporu*, DEÜ-DAUM.

Sözbilir, H., Sarı, B., Uzel, B., Sümer, Ö. ve Akkiraz, S. (2011). Tectonic İmplications Of Transtensional Supradetachment Basin Development İn An Extension-Parallel Transfer Zone: The Kocaçay Basin, Western Anatolia, Turkey. *Basin Research, 23*(4), 423-448.

Strahler, A. N. (1952). Hypsometric (Area-Altitude) Analysis Of Erosional Topography. *Geological Society Of America Bulletin, 63*(11), 1117-1142.

Strahler, A. N. (1964). *Quantitative geomorphology of drainage basin and channel networks.* Handbook of applied hydrology.

Şahiner, E., Kitis, G., Pagonis, V., Meriç, N., ve Polymeris, G. S. (2017). Tunnelling recombination in conventional, post-infrared and post-infrared multi-elevated temperature IRSL signals in microcline K-feldspar. *Journal of Luminescence, 188,* 514-523.

Şaroğlu, F., Emre, Ö. ve Kuşçu, İ. (1992). *Türkiye Diri Fay Haritası, 1:2,000,000 Ölçekli.* Ankara: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü.

Şaroğlu, F., Emre, Ö., ve Boray, A. (1987). *Türkiye'nin Diri Fayları Ve Depremsellikleri. MTA. Rap,* 394.

Şengör, A. M. C. ve Yilmaz, Y. (1981). Tethyan Evolution Of Turkey: A Plate Tectonic Approach. *Tectonophysics, 75*(3-4), 181-241.

Şengör, A. M. C., Görür, N. ve Şaroğlu, F. (1985). Strike-Slip Faulting And Related Basin Formation İn Zones Of Tectonic Escape: Turkey As A Case Study. 382 In K.T. Biddle & N. Christie-Blick (Eds) Strike- Slip Faulting And Basin Formation. *Spec. Publ. Soc. Econ. Paleontol. Mineral, 37,* 227- 264.

Tan, O., Tapirdamaz, M. C. ve Yörük, A. (2008). Theearthquake Catalogues For Turkey. *Turkish Journalof Earth Sciences, 17*(2), 405-418.

Tandon, S. K., Andrews, J. E., Sood, A., ve Mittal, S. (1998). Shrinkage and sediment supply control on multiple calcrete profile development: a case study from the Maastrichtian of Central India. *Sedimentary Geology*, *119*(1-2), 25-45.

Tandon, S. K., ve Andrews, J. E. (2001). Lithofacies associations and stable isotopes of palustrine and calcrete carbonates: examples from an Indian Maastrichtian regolith. *Sedimentology, 48*(2), 339-355.

Tandon, S. K., ve Narayan, D. (1981). Calcrete conglomerate, case-hardened conglomerate and cornstone-a comparative account of pedogenic and non-pedogenic carbonates from the continental Siwalik Group, Punjab, India. *Sedimentology, 28*(3), 353-367.

Taxeidis, K. (2003). *Study Of Historical Seismicity Ofthe Eastern Aegean Islands* [Doctoral Dissertation,Phd Thesis], N. K. University Of Athens.

Taymaz, T., Eyidoğan, H., ve Jackson, J. (1991). Source Parameters Of Large Earthquakes İn The East Anatolian Fault Zone (Turkey). *Geophysical Journal International, 106(3),* 537-550

Tepe, Ç. (2013). *Kemalpaşa Havzası'nı Kontrol Eden Holosen Dönemi Aktif Faylarının Jeolojik, Jeomorfolojik Özellikleri Ve Kinematik Analizi, Gediz Grabeni Güneybatı Kolu, Batı Anadolu* [Doktora Tezi] Dokuz Eylül Üniversitesi.

Tepe, Ç., ve Sözbilir, H. (2017). Tectonic Geomorphology Of The Kemalpaşa Basin And Surrounding Horsts, Southwestern Part Of The Gediz Graben, Western Anatolia. *Geodinamica Acta, 29*(1), 70-90.

Topal, S. (2019a). Evaluation Of Relative Tectonic Activity Along The Priene-Sazlı Fault (Söke Basin, Southwest Anatolia): Insights From Geomorphic İndices And Drainage Analysis. *Journal Of Mountain Science, 16*(4), 909-923.

Topal, S. (2019b). Karacasu Fayı'nın (GB Türkiye) Göreceli Tektonik Aktivitesinin Jeomorfik İndislerle İncelenmesi. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9*(1), 37-48.

Troiani, F. ve Della Seta, M. (2008). The Use Of The Stream Length–Gradient İndex İn Morphotectonic Analysis Of Small Catchments: A Case Study From Central Italy. *Geomorphology, 102*(1), 159-168.

Tunç, G. (2017). *Cumhuriyetin İlk Yıllarında Meydana Gelen Depremler Sonrası Uygulamalar Ve İlk Türk Deprem Yönetmeliği.* Atılım Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü.

Uzel, B. (2016). Field Evidence For Normal Fault Linkage And Relay Ramp Evolution: The Kırkağaç Fault Zone, Western Anatolia (Turkey). *Geodinamica Acta, 28*(4), 311-327.

Uzel, B. ve Sözbilir, H. (2008). A First Record Of A Strike-Slip Basin İn Western Anatolia And İts Tectonicimplication: The Cumaovası Basin. *Turkishjournal Of Earth Sciences, 17*(3), 559-591.

Uzel, B., Langereis, C. G., Kaymakci, N., Sözbilir, H., Özkaymak, Ç. ve Özkaptan, M. (2015). Paleomagnetic Evidence For An İnverse Rotation History Of Western Anatolia During The Exhumation Of Menderes Core Complex. *Earth And Planetary Science Letters, 414,* 108-125.

Uzel, B., Sözbilir, H. ve Özkaymak, Ç. (2012). Neotectonic Evolution Of An Actively Growingsuperimposed Basin İn Western Anatolia: Theinner Bay Of Izmir, Turkey. *Turkish Journal Of Earth Sciences, 21*(4), 439-471.

Uzel, B., Sözbilir, H., Özkaymak, Ç., Kaymakcı, N. ve Langereis, C. G. (2013). Structural Evidencefor Strike-Slip Deformation İn The İzmir–Balıkesirtransfer Zone And Consequences For Late Cenozoicevolution Of Western Anatolia (Turkey). *Journal Ofgeodynamics, 65*, 94-116.

Uzel, B., Sözbilir, H., Özkaymak, Ç., Kaymakcı, N., ve Langereis, C. G. (2013). Structural evidence for strike-slip deformation in the İzmir–Balıkesir transfer zone and consequences for late Cenozoic evolution of western Anatolia (Turkey). *Journal of Geodynamics, 65,* 94-116.

Wallace, R. E. (1951). Geometry Of Shearing Stress And Relation To Faulting. The *Journal Of Geology*, *59*(2), 118-130.

Wells, D. L. ve Coppersmith, K. J. (1994). Newempirical Relationships Among Magnitude, Rupturelength, Rupture Width, Rupture Area, And Surfacedisplacement. *Bulletin Of The Seismological Societyof America*, *84*(4), 974-1002.

Wells, S. G., Bullard, T. F., Menges, C. M., Drake,P. G., Karas, P. A., Kelson, K. I., Ritter, J. B. ve Wesling, J. R. (1988). Regional Variationsin Tectonic Geomorphology Along A Segmentedconvergent Plate Boundary Pacific Coast Of Costarica. *Geomorphology, 1*(3), 239-265.

Wentworth, C. K. (1922). A Scale Of Grade And Class Terms For Clastic Sediments. The *Journal Of Geology*, *30*(5), 377-392.

Willgoose, G. ve Hancock, G. (1998). Revisiting The Hypsometric Curve As An İndicator Of Form And Process İn Transport-Limited Catchment. *Earth Surface Processes And Landforms 23*(7), 611-623.

Woodcock, N. H. (1987). Kinematics Of Strike-Slip Faulting, Builth Inlier, Mid-Wales. *Journal Of Structural Geology, 9,* 353-363.

Wyatt, P. J. (1993). Light scattering and the absolute characterization of macromolecules. *Analytica chimica acta, 272*(1), 1-40.

Xu, S., Nieto-Samaniego, Á. F., Alaniz-Álvarez, S. A., ve Cerca-Martínez, L. M. (2011). Structural analysis of a relay ramp in the Querétaro graben, central Mexico: Implications for relay ramp development. *Revista mexicana de ciencias geológicas, 28*(2), 275-289.

Yasar, E., ve Tolgay, A. (2011). Industrial Use Of Conglomerate From The Kayranlik Mountains, Turkey. *Bulletin Of Engineering Geology And The Environment, 70*(2), 239-242.

Yaşar, E., K. (2011). *Soma (Manisa-Türkiye) Kömürlerinin Organik Petrografik, Organik Jeokimyasal Özellikleri Ve Gaz Depolama Kapasiteleri.* [Yüksek Lisans Tezi]. İstanbul Üniversitesi.

Yerli, B., Softa, M., ve Sözbilir, H. (2021). Gümüldür Fayının Morfometrik Ve Kinematik Analizi Ve Batı Anadolu'daki Sismotektonik Anlamı. *Türkiye Jeoloji Bülteni, 64*(3), 349-382.

Yeşilyurt, S. K., ve Taner, G. (1999). Manisa (Soma) Yöresi (Batı Anadolu) Neojen Stratigrafisi Ve Molluska Faunası. *I. Batı Anadolu Hammadde Kaynakları Sempozyumu,* 157-165.

Yıldırım, C. (2014). Relative Tectonic Activity Assessment Of The Tuz Gölü Fault Zone; Central Anatolia, Turkey. *Tectonophysics, 630,* 183-192.

Zimmermann, R., Brandmeier, M., Andreani, L., Mhopjeni, K. ve Gloaguen, R. (2016). Remotesensing Exploration Of Nb-Ta-LREE-Enrichedcarbonatite (Epembe/Namibia). *Remote Sensing*, *8*(8), 620.

Zuchiewicz, W. ve Mccalpın, J. P. (2000). Geometry Of Faceted Spurs On An Active Normal Fault: Case Study Of The Central Wasatch Fault, Utah, USA. *In Annales Societatis Geologorum Poloniae* (Vol. 70, No. 3-4).

EKLER

EK 1 : Kırkağaç merkezli 25 km yarıçaplı alanda meydana gelmiş aletsel dönem depremleri (ISC, 2020)

DEPREM KODU	KAYNAK	TARİH	SAAT	ENLEM	BOYLAM	DERİNLİK	TİP	BÜYÜKLÜK
		18.11.1919		39.16667	27.66667		M	6.9
854247	ISC	30.09.1965	19:36:39.04	390.083	278.759	10.0	M	4.3
796399	ISC	7.04.1970	10:54:58.62	390.410	278.203	11.0	M	4.4
729580	ISC	30.05.1975	05:13:45.01	391.035	276.846	9.2	M	3.8
706720	ATH	4.10.1976	05:22:14	392.000	275.000	14.0	mL	4.0
698481	ISK	13.05.1977	14:53:54.10	391.500	276.800	0.0	M	3.4
521302	ISC	28.07.1985	12:33:50.60	393.030	276.648	12.0	mL	3.9
507351	ISC	1.12.1985	11:47:40.51	393.039	277.200	12.0	mb	4.8
496743	ATH	27.05.1986	04:44:50.10	389.400	275.300	10.0	mL	4.0
487105	ISC	23.09.1986	08:41:25.19	390.728	277.360	11.0	mL	4.2
487583	ATH	29.09.1986	17:38:03.90	390.900	278.600	11.0	mL	4.1
412347	ATH	9.02.1989	15:25:24.10	390.200	276.700	10.0	MD	3.8
373709	ISK	25.04.1990	18:48:58.30	390.600	276.700	5.0	mb	3.2
363889	ISK	24.07.1990	12:17:45	391.500	275.800	0.0	M	3.0
355833	ISK	8.09.1990	05:15:04.30	392.200	277.700	8.0	M	3.5
352271	ISK	2.10.1990	15:06:02.70	391.200	276.800	14.0	M	3.0
352467	ISK	4.10.1990	19:34:33.70	392.300	277.200	8.0	M	3.2
352939	NEIC	8.10.1990	11:28:25.10	391.050	276.170	10.0	MD	3.1
354116	ISK	20.10.1990	10:00:51.10	391.100	275.900	18.0	MD	3.0
354382	ISK	23.10.1990	05:59:32.80	390.800	277.300	5.0	M	3.0
349512	ISK	3.11.1990	03:23:14.20	390.700	277.700	6.0	M	3.1
350068	ATH	9.11.1990	14:31:54.30	392.500	276.900	10.0	md	3.5
350069	ISC	9.11.1990	14:35:56.21	392.626	276.420	11.0	M	3.1
350351	ISK	12.11.1990	14:41:41.30	392.600	276.900	0.0	M	3.0
350429	ISK	13.11.1990	09:56:04.30	391.100	276.400	6.0	M	3.0
351297	NEIC	22.11.1990	13:23:25.30	391.340	276.160	10.0	MD	3.0
347148	NEIC	12.12.1990	13:56:53.10	391.200	275.620	10.0	MD	3.7
341950	ISK	18.02.1991	15:31:38.10	392.900	277.100	4.0	M	3.1
338411	ISK	13.03.1991	19:39:22.40	391.800	278.200	9.0	M	3.1
339060	ISK	20.03.1991	10:48:55.90	392.400	277.300	13.0	M	3.0
339752	ISK	27.03.1991	00:45:20.50	391.600	279.000	6.0	M	3.1
331866	ISK	11.05.1991	23:28:36.10	392.900	276.900	5.0	M	3.1
331869	ISK	12.05.1991	00:03:47.80	393.000	276.900	5.0	M	3.0
331940	ISK	12.05.1991	14:09:19	392.700	277.000	9.0	M	3.0

327684	ISK	1.06.1991	09:03:19.50	390.600	279.000	5.0	M	3.1
327701	ISK	1.06.1991	13:31:11.90	391.300	275.800	0.0	M	3.0
327713	ISK	1.06.1991	18:21:42.80	390.500	279.300	5.0	M	3.2
327876	ISK	3.06.1991	14:30:22.90	390.700	275.800	66.0	M	3.4
327967	ISK	4.06.1991	12:58:45.90	391.100	276.100	0.0	M	3.0
324864	ISK	4.07.1991	14:49:40.20	391.600	276.700	1.0	M	3.1
325614	ISK	11.07.1991	22:38:48	392.000	278.300	8.0	M	3.2
326724	ISK	22.07.1991	06:19:58.30	390.600	275.800	0.0	M	3.3
327330	ISK	28.07.1991	14:37:20.20	391.500	276.800	10.0	M	3.0
323124	ISK	17.08.1991	10:54:36.80	391.800	279.100	8.0	mL	3.0
303603	ISK	12.02.1992	04:42:58.40	391.300	279.400	12.0	mL	3.5
298579	ISK	5.03.1992	04:38:28.80	391.700	279.100	13.0	mL	3.0
298607	ISK	5.03.1992	10:29:36.30	391.500	279.400	11.0	mL	3.0
299852	ISK	15.03.1992	10:40:47.60	392.800	277.100	10.0	mL	3.0
290143	ISK	5.05.1992	14:57:16.10	390.800	277.700	10.0	mL	3.1
293778	ISK	30.05.1992	06:19:28.40	390.900	277.500	8.0	mL	3.1
285652	ISK	4.06.1992	10:01:28.30	392.000	275.100	8.0	mL	3.0
284131	ISK	25.07.1992	18:34:20	391.000	277.200	8.0	mL	3.1
277715	ISK	16.08.1992	21:40:58.70	390.200	278.800	10.0	mL	3.0
263168	ISK	17.11.1992	18:06:38.40	389.100	275.800	6.0	mL	3.0
264764	ISK	27.11.1992	11:23:38.10	391.100	276.300	18.0	mL	3.0
249690	ISK	27.02.1993	07:12:02.50	390.600	277.800	10.0	mL	3.0
244935	ISK	26.03.1993	02:49:19.60	392.000	278.800	10.0	mL	3.1
245066	ISK	26.03.1993	19:24:03.90	391.300	277.900	9.0	mL	3.3
245169	ISK	27.03.1993	08:15:46.10	390.600	274.100	11.0	mL	3.2
245171	ISK	27.03.1993	08:19:51.60	391.900	279.100	11.0	mL	3.8
245876	ISK	31.03.1993	18:47:21.20	390.700	277.300	10.0	mL	3.0
237420	ISK	6.04.1993	10:24:26.50	391.200	274.400	8.0	md	3.2
240220	ISK	24.04.1993	15:23:15.40	390.300	274.400	10.0	md	3.0
230469	ISK	2.05.1993	03:27:58	389.300	277.800	10.0	md	3.2
232174	ISK	13.05.1993	03:20:35.50	391.800	279.200	10.0	md	3.1
225895	ATH	2.06.1993	10:19:45.70	390.900	279.000	5.0	mL	4.3
227290	ISC	9.06.1993	23:39:58.63	391.208	276.382	11.0	md	3.6
228176	ISK	16.06.1993	07:06:54	390.600	278.600	10.0	md	3.2
228205	ISK	16.06.1993	10:36:20.30	390.100	279.100	9.0	md	3.5
229061	ISK	22.06.1993	17:52:07	391.700	278.900	10.0	md	3.0
225020	ISK	29.07.1993	05:56:02	393.200	276.600	5.0	md	3.4
212265	ISK	6.08.1993	23:35:59.90	393.200	277.000	5.0	md	3.0
216120	ISK	24.08.1993	04:47:48.20	391.200	279.000	12.0	md	3.0

216624	ISK	26.08.1993	15:50:56.20	391.100	277.700	10.0	md	3.2
216659	ISC	26.08.1993	19:50:25.55	390.813	277.847	11.0	mb	4.0
205552	ISK	1.09.1993	13:11:34.60	391.500	279.200	5.0	md	3.2
204703	ISK	26.10.1993	14:52:50.60	392.800	277.000	7.0	md	3.0
188156	ISK	8.01.1994	12:00:24.30	389.100	277.700	11.0	md	3.1
190148	ATH	21.01.1994	14:10:59.10	389.600	275.800	5.0	md	3.5
190812	ISK	26.01.1994	10:07:35.40	390.900	278.300	9.0	md	3.8
191450	ATH	31.01.1994	17:20:48.70	389.600	274.900	5.0	md	3.6
183952	ATH	2.02.1994	18:24:35.80	389.400	275.600	5.0	md	3.8
184453	ATH	6.02.1994	01:15:06.40	389.500	277.300	5.0	mL	4.1
186048	ATH	18.02.1994	20:58:50.40	389.200	277.400	5.0	mL	4.0
183743	ISK	31.03.1994	22:54:19.40	389.900	278.600	9.0	md	3.5
175900	ISC	1.04.1994	04:57:18.22	389.761	278.464	10.0	md	3.1
176016	ISK	1.04.1994	20:52:46.10	389.900	278.000	12.0	md	3.0
179106	ISK	25.04.1994	16:11:20.50	390.500	278.700	5.0	md	3.2
173827	ISC	19.05.1994	11:46:07.32	392.818	278.033	11.0	md	3.6
174556	ISK	24.05.1994	04:42:03.50	389.400	276.800	10.0	md	3.2
175804	ISK	31.05.1994	10:44:00.10	391.900	278.600	10.0	md	3.0
168365	ISK	8.06.1994	16:10:09.40	392.600	276.100	6.0	md	3.2
161674	ATH	24.08.1994	17:55:29.90	391.300	279.400	10.0	md	3.8
161682	ISK	24.08.1994	18:34:20.40	390.600	278.700	10.0	md	3.0
161683	ISK	24.08.1994	18:52:22	390.500	278.900	10.0	md	3.0
161702	ISK	24.08.1994	21:38:29.40	391.000	278.700	6.0	md	3.4
161743	ISK	25.08.1994	03:55:27.90	391.300	278.400	5.0	md	3.4
162733	ATH	31.08.1994	19:33:27.10	393.000	276.500	10.0	md	3.6
154746	ATH	5.09.1994	11:25:54.50	390.400	277.400	32.0	md	4.0
154993	ISK	7.09.1994	06:44:36.50	392.200	279.000	5.0	md	3.2
156337	ISK	16.09.1994	07:11:48.90	390.500	279.100	10.0	md	3.0
157312	ISK	23.09.1994	10:17:40.50	389.800	277.800	10.0	md	3.0
157614	ISK	25.09.1994	15:00:55.10	391.400	277.900	10.0	md	3.1
150688	ISK	17.10.1994	18:59:45.10	390.700	278.500	10.0	md	3.3
151700	ISK	21.10.1994	12:48:42.90	392.400	277.400	10.0	md	3.0
151913	ISK	22.10.1994	10:39:07.30	391.800	274.600	10.0	md	3.0
152030	ISK	22.10.1994	20:39:24.20	391.000	278.200	10.0	md	3.2
152031	ISK	22.10.1994	20:40:20.40	390.700	278.800	8.0	md	3.3
152039	ISK	22.10.1994	21:05:13	390.800	277.400	9.0	md	3.0
152043	ISC	22.10.1994	22:19:49.75	390.377	278.679	11.0	md	3.9
152059	ISK	22.10.1994	23:56:04.90	390.500	278.500	7.0	md	3.1
153230	ISK	28.10.1994	01:34:08	393.000	276.500	5.0	md	3.1

153970	ISK	31.10.1994	19:09:33.90	392.600	277.400	5.0	md	3.1
141604	ISK	14.11.1994	16:27:31.80	389.100	277.600	14.0	md	3.2
138570	ISK	31.12.1994	18:10:53.70	393.100	275.700	5.0	md	3.1
119212	ISK	12.02.1995	18:38:01.50	391.500	277.600	8.0	md	3.0
121192	ISK	23.02.1995	23:19:50.70	392.600	276.400	8.0	md	3.3
115236	ISK	24.03.1995	21:24:23.80	391.000	274.400	5.0	md	3.0
109973	ISK	19.04.1995	16:42:04.70	389.400	275.600	8.0	md	3.1
103157	ISK	11.05.1995	13:50:07.50	389.900	278.300	10.0	md	3.3
105270	ISK	21.05.1995	08:56:17.30	392.500	274.700	10.0	md	3.0
95295	ISK	24.07.1995	19:56:14.40	389.300	276.900	10.0	md	3.0
89892	ISK	20.08.1995	06:36:00.90	392.900	276.400	5.0	md	3.0
71834	ISK	27.11.1995	03:31:41.30	390.000	274.100	10.0	md	3.0
940585	ISK	6.01.1996	04:06:53.60	392.500	276.400	10.0	md	3.0
940710	ISK	6.01.1996	15:13:38.60	392.400	277.900	13.0	MD	3.6
961614	ISK	30.04.1996	13:49:01.20	389.600	277.100	8.0	md	3.0
962107	ISK	3.05.1996	01:17:29.30	390.200	279.100	10.0	md	3.5
962108	ISK	3.05.1996	01:18:57.80	390.700	278.900	10.0	md	3.0
962118	ISK	3.05.1996	01:45:10.30	390.700	279.300	6.0	md	3.4
962520	ISK	5.05.1996	04:16:39.80	390.700	279.200	10.0	md	3.2
962531	ISK	5.05.1996	04:38:32	390.800	279.100	9.0	md	3.2
964717	ISK	17.05.1996	15:54:16.80	390.800	279.100	9.0	md	3.3
966455	ISK	28.05.1996	18:16:52.40	390.700	279.000	10.0	md	3.0
972712	ISK	29.06.1996	19:55:14.70	390.600	279.100	9.0	md	3.0
973380	ISK	3.07.1996	07:27:39.60	390.300	278.800	10.0	md	3.0
975733	ISK	18.07.1996	04:10:36.40	391.200	277.000	7.0	md	3.0
983352	ISK	29.08.1996	06:33:57.90	389.500	278.200	10.0	md	3.0
987472	ISK	21.09.1996	04:12:00.40	390.200	275.000	14.0	md	3.0
987484	ATH	21.09.1996	05:40:25.20	392.900	277.900	1.0	md	3.5
987495	ISK	21.09.1996	07:33:13	390.000	277.000	10.0	md	3.0
997921	ISK	19.11.1996	18:18:55.30	393.000	276.600	9.0	md	3.1
1003591	ISK	26.12.1996	09:32:38	391.300	279.000	7.0	md	3.2
1007536	ISK	21.01.1997	07:47:09.60	389.800	274.700	10.0	md	3.1
1007543	ISK	21.01.1997	09:46:41.60	389.600	275.600	10.0	md	3.1
1007577	ISK	21.01.1997	15:03:39.60	389.600	277.600	5.0	md	3.3
1012807	ISK	26.02.1997	04:20:16.70	392.000	279.200	11.0	md	3.3
1016776	ISK	17.03.1997	08:07:25.40	390.400	277.600	12.0	md	3.1
1019982	ISK	4.04.1997	11:11:08.80	393.200	277.100	6.0	md	3.3
1020234	ISK	5.04.1997	20:58:55.60	393.200	276.600	10.0	md	3.3
1025357	ATH	4.05.1997	20:20:15.40	390.700	275.700	5.0	md	3.6

1053759	ISK	21.11.1997	06:36:50.30	390.700	279.000	11.0	md	3.0
1055737	ISK	1.12.1997	14:59:23.80	390.500	277.500	10.0	md	3.0
1056453	ISK	5.12.1997	09:16:01	390.100	278.600	6.0	md	3.2
1056619	ISK	5.12.1997	17:27:51.40	390.500	278.200	7.0	md	3.2
1075219	ATH	4.02.1998	16:22:25.60	389.100	277.700	31.0	md	3.8
1075244	ISK	4.02.1998	19:52:39.50	389.600	276.500	10.0	md	3.0
1075245	ISK	4.02.1998	20:03:51	389.900	277.700	10.0	md	3.0
1075914	ISK	8.02.1998	17:56:19.50	389.000	277.500	8.0	md	3.1
1076161	ISK	10.02.1998	10:10:20.70	389.200	278.000	10.0	md	3.1
1204789	ISK	15.09.1998	07:03:15.40	392.200	276.500	5.0	md	3.2
1205804	ATH	20.09.1998	09:32:31.40	389.400	276.200	5.0	md	3.5
1322357	ISK	4.11.1998	14:23:21.10	392.100	274.100	5.0	md	3.0
1333719	ISK	14.12.1998	01:04:54.20	389.500	277.800	10.0	md	3.4
1335865	ISK	27.12.1998	17:33:16	392.500	278.000	10.0	md	3.0
1437148	ATH	6.01.1999	22:41:04.20	391.600	278.200	5.0	MD	3.7
1438869	ISK	12.01.1999	22:03:30.80	389.210	278.050	5.0	MD	3.1
1623811	ISK	14.04.1999	23:47:45.10	393.010	278.080	10.0	MD	3.0
1626136	ISK	20.04.1999	21:59:33.30	390.360	277.220	10.0	MD	3.0
1681904	ISK	23.05.1999	08:05:29.40	392.250	278.420	10.0	MD	3.5
1681930	ISK	23.05.1999	09:35:22.80	392.150	277.560	10.0	MD	3.1
1682491	ISK	24.05.1999	20:47:20.40	392.570	277.630	13.0	MD	3.1
1705800	ISK	3.06.1999	11:50:32.90	392.760	277.170	9.0	MD	3.2
1669001	ISK	3.06.1999	12:12:19.40	392.700	276.780	11.0	MD	3.4
1706964	ISK	7.06.1999	04:08:11.80	388.980	276.300	10.0	MD	3.3
1709894	ISK	15.06.1999	16:07:05.40	391.920	278.890	10.0	MD	3.0
1712409	ISK	25.06.1999	15:31:24.50	392.730	276.850	8.0	MD	3.0
1713058	ISK	28.06.1999	03:08:01.10	393.050	277.700	7.0	MD	3.0
1713307	ISK	29.06.1999	05:12:08.90	392.560	276.630	8.0	MD	3.0
1713336	ISK	29.06.1999	08:12:37.80	392.350	277.550	5.0	MD	3.4
1713338	ISK	29.06.1999	08:22:02.10	392.250	275.730	10.0	MD	3.0
1713396	ATH	29.06.1999	15:05:20.60	392.500	277.600	10.0	MD	3.7
1713492	ISK	30.06.1999	03:44:30.50	392.430	276.760	10.0	MD	3.0
1722445	ISK	4.07.1999	01:15:41.60	392.640	277.810	10.0	MD	3.1
1722478	ISK	7.07.1999	05:44:11.20	392.520	277.850	5.0	MD	3.4
1722520	ATH	10.07.1999	11:32:05.60	390.200	278.000	10.0	MD	3.2
1772590	NEIC	10.07.1999	13:32:02.79	391.140	275.310	2.3	MD	3.2
1776329	ISK	25.07.1999	07:08:57.20	391.500	279.050	10.0	MD	3.2
1776348	ISK	25.07.1999	08:14:29.70	392.970	277.350	8.0	MD	3.6
1777072	ISK	28.07.1999	08:14:37.90	391.990	274.510	10.0	MD	3.0

1723682	ISK	16.09.1999	05:00:35.40	392.440	278.110	10.0	MD	3.1
1723684	ISK	16.09.1999	05:39:34.30	392.640	276.740	13.0	MD	3.5
1723755	ATH	19.09.1999	15:50:37.40	392.100	276.100	10.0	MD	3.6
1852574	ISK	19.09.1999	18:36:33.80	390.410	276.850	10.0	MD	3.1
1719068	ISC	26.09.1999	06:38:39.78	390.917	279.105	11.0	mb	4.0
1854251	ISK	27.09.1999	23:47:41.80	390.840	278.300	10.0	MD	3.5
1854254	ISK	27.09.1999	23:56:55	391.060	278.590	8.0	MD	3.5
1854496	ISK	29.09.1999	01:37:08.80	390.620	279.220	10.0	MD	3.0
1643104	ISK	8.10.1999	08:20:50.30	390.690	278.070	7.0	MD	3.1
1645018	ISK	23.10.1999	02:00:18.40	392.850	278.000	10.0	MD	3.4
1764683	ISK	10.01.2000	18:54:03.30	391.730	279.350	9.0	MD	3.2
1765176	ISK	6.03.2000	20:20:17.70	391.510	278.210	6.0	MD	3.0
2898580	ISK	5.05.2000	10:01:07.10	393.000	277.440	5.0	MD	3.4
1766095	ISK	20.05.2000	23:05:41.70	390.830	275.420	8.0	MD	3.0
1767605	ISK	8.09.2000	09:37:39.80	393.290	277.310	5.0	MD	3.3
1767613	ISK	8.09.2000	13:17:57.20	392.740	277.320	10.0	MD	3.3
1767637	ISK	9.09.2000	06:52:48.40	393.310	276.800	5.0	MD	3.4
1768255	ISK	3.11.2000	14:39:31.70	392.770	277.370	9.0	MD	3.0
1914686	ISK	5.12.2000	08:24:14.60	391.310	279.200	7.0	MD	3.7
3367817	ISK	5.12.2000	08:36:33.40	391.890	277.780	5.0	MD	3.0
2906922	ISK	9.12.2000	04:04:29.60	391.670	276.180	10.0	MD	3.0
1914969	ISK	12.12.2000	05:33:35.80	391.320	279.160	5.0	MD	3.6
2906986	ISK	12.12.2000	14:09:53.50	391.810	279.310	9.0	MD	3.1
1915118	ISK	16.12.2000	11:26:19.50	392.160	277.860	5.0	MD	3.5
3007417	ISC	19.01.2001	04:38:38.14	391.424	279.431	11.0	MD	3.8
3255315	ISK	19.01.2001	05:35:17.80	391.670	277.680	8.0	MD	3.0
3255323	ISK	20.01.2001	07:33:23.60	391.400	278.700	7.0	MD	3.2
1908712	ISK	4.04.2001	14:39:44.70	391.170	278.580	8.0	MD	3.3
3255470	ISK	31.05.2001	09:43:02.30	392.830	276.870	5.0	MD	3.0
2119198	ISK	22.06.2001	13:01:17.70	392.690	278.360	6.0	MD	3.0
2119210	ISK	22.06.2001	14:30:15.70	392.720	278.200	5.0	MD	3.1
2119248	ISK	22.06.2001	16:34:16.10	392.940	278.290	5.0	MD	3.2
2119342	ISK	23.06.2001	01:20:54.70	392.800	278.490	9.0	MD	3.4
2119358	ISK	23.06.2001	03:22:43.60	392.870	278.150	5.0	MD	3.5
2119431	ISK	23.06.2001	15:00:31.70	392.320	278.540	9.0	MD	3.2
2119433	ISK	23.06.2001	15:26:31.40	392.030	278.080	5.0	MD	3.3
2119461	ISK	23.06.2001	23:55:30.30	393.000	278.130	7.0	MD	3.0
2119473	ISK	24.06.2001	02:42:33.40	392.580	277.870	8.0	MD	3.2
2119523	ISK	24.06.2001	23:17:04.20	392.530	278.610	10.0	MD	3.1

2119534	ISK	25.06.2001	02:56:15.80	393.020	277.950	8.0	MD	3.1
2119538	ISK	25.06.2001	03:45:33.80	391.630	278.470	9.0	MD	3.1
2148341	ISK	1.07.2001	04:07:55.90	392.830	277.550	10.0	MD	3.1
2148452	ISK	7.07.2001	01:51:06.70	392.640	278.570	6.0	MD	3.1
2093962	ISK	10.07.2001	03:03:57.50	392.920	278.350	9.0	MD	3.3
2151675	ISK	15.07.2001	08:11:04.70	392.460	278.090	9.0	MD	3.0
2151693	ISK	17.07.2001	12:44:31.80	390.300	276.820	12.0	MD	3.0
2320932	ISK	5.09.2001	15:34:09.90	390.490	279.080	8.0	MD	3.1
2431141	ISK	28.10.2001	03:27:30.90	389.190	277.790	12.0	MD	3.0
2729877	ATH	12.11.2001	00:34:20.60	390.600	277.600	10.0	MD	3.6
3220421	ISK	4.02.2002	17:20:57.10	392.410	278.810	10.0	MD	3.0
2947870	ISK	18.02.2002	08:05:28.80	393.100	277.920	5.0	MD	3.1
3265901	ISC	22.04.2002	17:54:46.85	393.117	277.062	12.0	MD	3.8
3491400	ISK	4.05.2002	11:02:43.90	391.330	278.640	15.0	MD	3.6
3491513	ISK	18.05.2002	03:13:14.40	390.170	279.190	8.0	MD	3.1
4103829	ATH	19.05.2002	02:12:58.20	392.200	275.000	5.0	MD	3.8
3360361	ISK	1.06.2002	18:21:14.10	390.180	277.490	8.0	MD	3.2
3491706	ISK	10.06.2002	00:13:11.40	392.760	278.590	11.0	MD	3.1
3645195	ISK	10.07.2002	00:13:11.40	392.760	278.590	11.0	MD	3.1
3644869	ISK	26.07.2002	03:23:22.50	392.930	277.930	5.0	MD	3.3
3645074	ISK	10.08.2002	05:30:13.50	389.790	277.660	12.0	MD	3.0
3254960	ATH	15.08.2002	09:58:35.90	389.600	277.200	5.0	MD	3.6
3645014	ISK	18.08.2002	05:23:47.30	388.990	277.030	6.0	MD	3.0
4005549	ISK	29.09.2002	03:29:05.20	392.260	277.500	6.0	MD	3.0
3724054	ISK	3.10.2002	22:00:28.80	392.160	277.840	6.0	MD	3.0
6122236	ISK	2.11.2002	14:02:23.30	392.940	276.660	10.0	MD	3.0
6132280	ISK	13.11.2002	15:00:20.40	391.960	279.200	13.0	MD	3.1
6140607	ISK	25.11.2002	14:55:10.50	391.750	275.240	3.0	MD	3.0
6534118	ISK	10.01.2003	04:54:02.20	391.020	278.970	10.0	MD	3.0
6614656	ISK	15.03.2003	02:58:53.30	391.030	278.030	10.0	MD	3.0
6620086	ISK	23.03.2003	09:58:36.50	391.460	277.860	9.0	MD	3.0
6838009	ATH	9.05.2003	22:05:54.60	391.600	273.800	5.0	MD	3.8
7003604	ISK	22.07.2003	03:19:00.50	391.100	278.260	15.0	MD	3.0
7174634	ISK	2.11.2003	14:35:09.10	391.030	275.820	10.0	MD	3.0
7225104	NEIC	3.01.2004	02:32:17.90	391.000	277.930	13.0	MD	3.0
7226233	NEIC	4.01.2004	03:40:14.70	390.020	278.680	11.0	MD	3.0
7247550	ISK	4.02.2004	11:05:49.40	391.180	279.270	10.0	MD	3.0
7252116	NEIC	17.02.2004	04:23:56.70	390.960	279.440	18.0	MD	3.1
7304668	ISK	6.03.2004	08:08:55.90	389.940	276.820	14.0	MD	3.2

7324530	ISK	1.04.2004	12:40:26.60	390.900	275.030	17.0	MD	3.0
7326319	ISK	5.04.2004	14:58:31.50	391.350	274.910	5.0	MD	3.0
7340919	ISK	9.05.2004	07:47:03	391.580	276.020	8.0	MD	3.0
7346637	NEIC	22.05.2004	07:43:05.90	391.320	275.300	6.0	MD	3.0
7352166	ISK	2.06.2004	11:48:18.10	391.150	275.520	8.0	MD	3.0
7366920	ISK	2.07.2004	01:52:25.90	391.280	276.680	9.0	MD	3.0
7369648	ISK	9.07.2004	22:14:00.30	390.340	278.630	21.0	MD	3.0
7375623	ISK	24.07.2004	23:33:43.50	391.330	278.980	5.0	MD	3.0
7393507	ISK	27.08.2004	08:06:22.60	389.300	278.170	9.0	MD	3.0
7418301	CSEM	13.10.2004	22:56:21.50	389.090	276.560	6.0	MD	3.0
7431113	ISK	5.11.2004	14:41:06.30	392.050	277.390	8.0	MD	3.4
7431134	ISK	5.11.2004	15:24:33.50	392.000	277.420	6.0	MD	3.0
7431172	ISC	5.11.2004	17:30:22.98	391.924	277.981	14.4	mb	4.5
8032550	ATH	5.11.2004	17:37:12.30	392.700	278.100	18.0	MD	3.3
7431289	NEIC	5.11.2004	21:22:26.33	392.060	277.370	10.2	MD	3.0
7431296	CSEM	5.11.2004	21:50:10.50	392.062	275.538	2.0	MD	3.4
7431316	ISK	5.11.2004	22:46:55.20	392.010	277.440	12.0	MD	3.1
7431327	ISK	5.11.2004	23:20:34.30	392.030	277.580	12.0	MD	3.1
7431449	CSEM	6.11.2004	05:06:11.80	391.972	277.520	10.0	MD	3.4
7431472	NEIC	6.11.2004	06:10:50.70	391.810	277.820	7.9	MD	3.0
7431477	CSEM	6.11.2004	06:25:21.40	392.040	277.410	10.0	MD	3.0
7432113	CSEM	7.11.2004	10:34:29.30	391.930	277.300	6.0	MD	3.2
7432342	CSEM	7.11.2004	19:58:55.50	391.760	277.970	17.0	MD	3.0
7432369	ISK	7.11.2004	21:15:28.60	391.820	277.700	17.0	MD	3.2
7432415	ISC	7.11.2004	23:25:02.78	391.879	277.979	10.9	MD	3.0
7433808	CSEM	10.11.2004	08:11:37.80	391.910	277.400	14.0	MD	3.0
7444909	CSEM	2.12.2004	10:04:38.10	393.120	275.540	6.0	MD	3.0
7445212	CSEM	3.12.2004	04:45:28.50	391.440	276.250	9.0	MD	3.2
7451314	CSEM	24.12.2004	00:37:35.10	391.490	277.510	16.0	MD	3.0
7456988	CSEM	29.12.2004	15:02:16.70	392.103	278.294	13.5	MD	3.1
7457030	CSEM	29.12.2004	16:27:10.10	391.950	277.940	21.0	MD	3.0
7460947	ISC	12.01.2005	11:25:41.62	392.168	277.549	9.3	mb	4.0
7460954	ISK	12.01.2005	12:29:28.20	391.970	277.330	11.0	MD	3.4
7461008	ISK	12.01.2005	15:53:03.40	391.870	277.580	15.0	MD	3.5
7461016	ISK	12.01.2005	17:04:59.90	392.050	277.040	9.0	MD	3.3
7461037	CSEM	12.01.2005	19:48:36.30	391.821	277.618	12.0	MD	3.0
7461049	CSEM	12.01.2005	20:14:50.40	391.609	277.868	16.1	MD	3.0
7461079	CSEM	12.01.2005	23:02:24.30	391.780	277.580	15.0	MD	3.2
7461208	ISC	13.01.2005	11:00:48.06	391.897	277.407	10.8	MD	4.1

7461211	CSEM	13.01.2005	11:15:39.70	391.850	277.600	15.0	MD	3.0
7461228	CSEM	13.01.2005	12:12:58.60	391.460	278.160	20.0	MD	3.0
7461253	ISK	13.01.2005	13:37:24.20	390.960	278.740	67.0	MD	3.3
7461254	ISC	13.01.2005	13:39:02.97	391.964	277.793	11.8	mb	3.1
7461268	CSEM	13.01.2005	14:14:19.70	391.830	277.320	14.0	MD	3.1
7461290	ISK	13.01.2005	16:12:43.50	391.590	277.610	17.0	MD	3.6
7461301	ISK	13.01.2005	17:45:56.90	391.550	277.830	16.0	MD	3.2
7461316	ISK	13.01.2005	19:53:04.80	390.190	279.100	18.0	MD	3.0
7461320	ISK	13.01.2005	19:56:59.30	391.350	279.460	28.0	MD	3.0
7461374	CSEM	13.01.2005	22:41:34	391.820	277.410	14.0	MD	3.2
7461480	CSEM	14.01.2005	11:08:41.80	391.450	277.790	19.0	MD	3.0
7461669	CSEM	15.01.2005	02:19:26.80	391.760	277.870	12.0	MD	3.0
7461922	NEIC	16.01.2005	06:24:49.93	391.940	277.800	10.3	MD	3.0
7462239	CSEM	17.01.2005	14:52:07.30	391.820	277.310	14.0	MD	3.1
7462283	CSEM	17.01.2005	21:15:38.20	391.860	277.490	16.0	MD	3.0
7462290	ISK	17.01.2005	22:22:37.40	391.910	277.410	21.0	MD	3.1
7462404	CSEM	18.01.2005	11:32:08.60	390.110	277.620	7.0	MD	3.0
7462447	CSEM	18.01.2005	15:04:52.30	391.770	277.480	15.0	MD	3.1
7462602	ISK	19.01.2005	08:25:03.80	391.790	277.750	14.0	MD	3.4
7462615	CSEM	19.01.2005	09:29:50.50	391.800	277.540	14.0	MD	3.1
7462620	CSEM	19.01.2005	10:17:11.90	391.840	277.260	5.0	MD	3.2
7463052	CSEM	20.01.2005	23:24:42.90	391.740	277.420	15.0	MD	3.1
7466322	CSEM	28.01.2005	16:40:57.50	390.640	278.090	32.0	MD	3.0
7471215	CSEM	10.02.2005	05:58:58.50	392.120	276.880	25.0	MD	3.0
7471587	ISK	11.02.2005	23:18:57.90	390.990	279.160	12.0	ML	3.6
7471659	CSEM	12.02.2005	04:29:07.20	390.910	278.520	14.0	MD	3.0
7471714	CSEM	12.02.2005	10:49:15.20	390.320	276.000	26.0	MD	3.0
7471787	CSEM	12.02.2005	22:39:04.90	391.000	279.140	9.0	MD	3.0
7472753	CSEM	16.02.2005	21:43:25.30	392.160	277.760	16.0	MD	3.0
7475159	NEIC	26.02.2005	06:36:59.01	390.970	276.740	28.2	MD	3.0
7480429	CSEM	13.03.2005	02:11:06.70	392.300	276.490	11.0	MD	3.1
7485609	CSEM	27.03.2005	05:14:27	391.966	277.226	12.0	MD	3.2
7492830	ISK	15.04.2005	22:26:28.60	392.080	277.060	15.0	MD	3.1
7494215	ATH	23.04.2005	06:28:28.80	389.500	278.500	24.0	MD	3.5
7378629	CSEM	3.05.2005	04:06:28.40	391.730	277.740	17.0	MD	3.2
7379151	ISK	6.05.2005	19:54:49.90	391.280	275.610	10.0	MD	3.1
7667486	CSEM	7.07.2005	13:44:27	392.050	276.440	16.0	MD	3.0
7668706	ISK	20.07.2005	22:48:12.30	389.260	277.920	21.0	MD	3.4
7668724	CSEM	21.07.2005	03:09:55.20	389.960	278.470	18.0	MD	3.1

7669848	CSEM	1.08.2005	08:17:32.40	391.330	278.450	25.0	MD	3.1
7670041	CSEM	3.08.2005	10:07:48.30	391.690	278.100	22.0	MD	3.0
7670124	CSEM	4.08.2005	09:09:19.20	391.780	275.440	22.0	MD	3.0
7670216	CSEM	6.08.2005	03:47:05.80	393.150	276.460	17.0	MD	3.0
8073973	ISK	21.09.2005	21:35:42.40	391.860	277.140	14.0	MD	3.3
8074149	ISK	25.09.2005	22:19:23.20	391.740	278.100	13.0	MD	3.2
8074150	CSEM	25.09.2005	22:21:13	391.530	277.910	16.0	MD	3.0
8074517	ISK	8.10.2005	15:36:08.70	389.400	276.200	16.0	MD	3.3
8076598	ISK	29.11.2005	19:43:10	391.360	279.470	16.0	MD	3.1
8076832	CSEM	6.12.2005	17:15:53.30	389.180	277.660	15.0	MD	3.1
8076883	ISK	8.12.2005	20:40:33.90	390.710	277.640	12.0	MD	3.2
8076886	ISK	8.12.2005	23:24:39.80	390.750	277.100	8.0	MD	3.1
8076888	CSEM	8.12.2005	23:43:09.30	390.750	277.460	12.0	MD	3.0
8076890	CSEM	8.12.2005	23:54:57	390.500	277.640	17.0	MD	3.0
8077300	CSEM	24.12.2005	14:16:45.10	389.420	276.410	7.0	MD	3.1
8077309	NEIC	25.12.2005	00:57:31.10	388.930	276.860	5.0	MD	3.0
8077389	NEIC	27.12.2005	00:51:25.36	390.440	277.610	25.9	MD	3.1
8504595	CSEM	19.04.2006	02:57:34.80	392.214	277.883	15.0	MD	3.1
8504796	CSEM	28.04.2006	09:45:48.10	393.179	277.613	27.9	MD	3.0
8530708	CSEM	20.05.2006	14:47:36	392.850	278.323	5.0	MD	3.0
8530885	CSEM	28.05.2006	19:51:35.30	391.687	279.039	12.0	MD	3.2
8566343	ISK	7.06.2006	17:00:40.70	391.760	278.710	7.0	MD	3.2
8566344	CSEM	7.06.2006	17:22:17.90	391.881	278.202	2.0	MD	3.1
8566467	CSEM	11.06.2006	23:15:44.70	389.866	276.961	2.0	MD	3.0
8566473	CSEM	12.06.2006	03:00:40.10	391.697	279.346	10.0	MD	3.0
8566862	CSEM	29.06.2006	13:33:31.60	391.079	275.485	15.0	MD	3.0
8814030	CSEM	4.07.2006	13:27:37.90	391.597	279.278	10.0	MD	3.1
8814087	CSEM	7.07.2006	01:58:09.20	390.991	276.972	10.0	MD	3.0
8953131	CSEM	2.08.2006	20:55:46.60	393.020	276.890	5.0	MD	3.0
9136256	CSEM	23.10.2006	16:51:17.60	389.180	277.120	10.0	MD	3.0
9225848	ISK	29.11.2006	06:23:08.20	390.830	277.330	7.0	MD	3.4
9084305	ISK	29.11.2006	13:30:33.30	390.450	277.270	13.0	MD	3.4
9226066	ISK	10.12.2006	01:25:05.30	389.350	278.310	6.0	MD	3.1
9226591	CSEM	15.12.2006	11:27:02.80	391.123	275.533	12.0	MD	3.0
10380069	CSEM	5.01.2007	09:05:26.40	390.980	275.760	13.0	MD	3.0
10380696	CSEM	6.01.2007	10:15:04.10	391.160	275.600	11.0	MD	3.0
10384653	CSEM	12.01.2007	06:41:45.70	389.338	277.715	10.0	MD	3.0
10396014	CSEM	26.01.2007	14:32:36.80	391.380	275.220	10.0	MD	3.0
11507171	DDA	21.02.2007	14:05:06.61	391.617	275.610	8.4	Md	3.0

11931658	ISK	22.04.2007	09:01:55.50	391.520	274.840	8.0	MD	3.0
11936879	ISK	29.04.2007	06:39:38.40	390.710	277.060	5.0	MD	3.2
11936952	CSEM	29.04.2007	09:37:38.50	392.000	277.213	25.0	MD	3.0
12664414	CSEM	27.05.2007	14:43:18.30	390.052	279.109	2.0	MD	3.1
12666175	DDA	30.05.2007	07:51:44.81	391.788	276.120	6.4	Md	3.0
12679917	DDA	14.06.2007	12:16:36.90	389.520	274.690	6.9	Md	3.1
12961512	DDA	11.09.2007	05:32:01.66	392.330	277.750	7.0	Md	3.1
12961395	CSEM	11.09.2007	20:59:01.90	392.239	277.499	8.0	MD	3.3
12962357	ISK	12.09.2007	07:21:49.80	390.890	275.520	12.0	MD	3.0
12961872	DDA	12.09.2007	19:08:47.48	392.638	277.228	7.0	Md	3.0
12964603	CSEM	15.09.2007	11:49:11.90	392.284	277.257	5.0	MD	3.1
12974835	CSEM	30.09.2007	17:47:32.90	392.203	276.802	8.0	Md	3.1
13236369	CSEM	6.10.2007	05:11:46.50	392.324	278.996	12.0	MD	3.0
13245104	ISK	19.10.2007	02:24:26.40	390.450	277.610	13.0	MD	3.5
13247357	DDA	22.10.2007	14:40:17.46	391.633	275.898	7.2	Md	3.2
13249083	ISC	25.10.2007	05:02:04.64	393.245	277.582	14.3	mb	4.0
13262676	ISK	9.11.2007	07:54:22.90	392.160	277.360	7.0	Md	3.0
13280387	DDA	1.12.2007	11:34:22.82	390.200	278.962	7.4	Md	3.1
13330805	ISK	9.01.2008	05:08:52.40	389.370	275.990	7.0	MD	3.1
13335627	CSEM	16.01.2008	06:41:03.90	390.533	274.262	6.9	MD	3.1
12085346	DDA	4.02.2008	15:25:20.97	392.635	276.045	7.0	Md	3.0
13489232	CSEM	15.03.2008	11:33:06.20	390.433	278.509	5.0	MD	3.2
13489248	ISK	15.03.2008	11:52:12.80	390.470	278.290	14.0	ML	4.2
13489250	ISK	15.03.2008	11:59:05.50	390.430	278.680	7.0	MD	3.3
13489271	CSEM	15.03.2008	12:48:59.20	390.163	278.976	2.0	MD	3.2
13489359	ISK	15.03.2008	15:34:17.80	390.730	277.700	5.0	MD	3.3
13491841	CSEM	19.03.2008	03:03:25.90	390.357	278.714	2.0	MD	3.2
11381587	ISK	1.06.2008	16:41:44.70	391.530	279.100	5.0	MD	3.2
13501837	DDA	8.06.2008	16:50:47.99	390.315	278.713	17.0	Md	3.0
11382133	ISK	27.06.2008	01:56:23.40	392.160	277.240	5.0	MD	3.2
11514247	ISK	13.07.2008	14:30:52.60	389.230	277.910	6.0	ML	3.2
11514248	ISK	13.07.2008	14:34:43.80	389.270	278.140	13.0	MD	3.3
11514315	ISK	16.07.2008	21:36:14.60	389.380	277.400	2.0	ML	3.5
11525316	CSEM	9.08.2008	09:36:08.80	390.123	278.981	2.0	MD	3.1
11660802	CSEM	17.09.2008	21:00:38.40	389.370	277.842	2.0	MD	3.2
11660893	CSEM	24.09.2008	07:48:21.30	390.956	278.894	10.0	MD	3.0
11661008	CSEM	30.09.2008	21:20:43.80	392.980	278.255	5.0	MD	3.1
12074953	ISK	26.11.2008	21:29:28.20	392.580	278.130	5.0	MD	3.1
12864892	ISK	2.12.2008	10:03:10.80	391.120	274.810	2.0	MD	3.0

12865134	CSEM	13.12.2008	22:57:07.40	389.807	277.541	2.0	Md	3.0
13434824	CSEM	18.02.2009	13:01:46.90	392.773	277.601	10.0	MD	3.1
13435279	ISK	1.03.2009	13:08:17.20	390.700	275.350	12.0	MD	3.0
13435910	ISK	10.03.2009	10:13:21.10	389.410	277.620	14.0	ML	3.6
13435913	CSEM	10.03.2009	10:41:52.40	389.651	277.652	5.0	MD	3.0
15134462	DDA	17.03.2009	08:49:50.34	390.667	275.393	7.0	MD	3.0
15134447	DDA	17.03.2009	15:20:31.43	390.122	277.115	7.5	MD	3.3
13436625	CSEM	18.03.2009	08:45:46.70	390.120	276.937	5.0	MD	3.0
13568189	CSEM	17.04.2009	03:19:37	389.282	277.767	10.0	MD	3.0
13568247	ISK	19.04.2009	09:19:45.90	390.800	275.410	13.0	MD	3.2
15136035	DDA	21.04.2009	08:58:53.50	391.123	275.952	7.0	MD	3.0
13568317	ISK	21.04.2009	23:38:31.10	390.490	277.060	3.0	MD	3.0
13568460	DDA	28.04.2009	03:14:38.01	392.583	274.417	7.0	MD	3.0
13568517	CSEM	30.04.2009	02:00:40.30	389.503	275.986	10.0	MD	3.0
13568526	ISK	30.04.2009	14:53:13.30	389.710	276.000	6.0	MD	3.5
13839159	ISK	2.05.2009	03:17:14.50	389.600	275.670	5.0	MD	3.1
13839479	CSEM	10.05.2009	09:01:51.30	390.890	275.520	10.0	MD	3.0
13839702	ISK	15.05.2009	03:28:26.20	392.690	278.240	5.0	MD	3.2
13839796	CSEM	17.05.2009	05:20:10.40	392.740	278.030	12.0	MD	3.0
13839977	CSEM	22.05.2009	18:09:07.10	392.833	277.054	5.0	MD	3.0
13840659	CSEM	15.06.2009	09:05:46.90	390.500	276.000	12.0	MD	3.0
13841272	ISK	23.06.2009	05:47:55.80	392.400	278.380	6.0	MD	3.0
15157440	DDA	12.07.2009	16:44:12.71	390.945	275.960	7.0	ML	3.0
13882056	CSEM	16.07.2009	09:13:19.20	390.619	275.330	10.0	MD	3.0
13882178	CSEM	21.07.2009	09:50:11	389.427	276.084	10.0	MD	3.1
13882291	ISK	23.07.2009	02:58:59	389.720	275.070	7.0	MD	3.0
13882439	CSEM	26.07.2009	21:11:55.20	389.744	276.090	2.0	MD	3.2
14090770	DDA	2.08.2009	00:13:23.82	391.973	277.770	7.0	MD	3.1
14090807	ISK	3.08.2009	12:47:19.80	391.020	278.940	5.0	MD	3.3
14090850	ISK	5.08.2009	19:28:27.60	392.250	278.700	5.0	ML	3.8
14090997	CSEM	15.08.2009	08:01:12.10	390.584	275.434	5.0	MD	3.0
14091329	CSEM	31.08.2009	02:48:43.90	390.514	276.933	2.0	ML	3.2
14091339	ISK	31.08.2009	19:43:52.90	390.390	276.830	11.0	MD	3.4
14611629	CSEM	9.09.2009	13:42:01.10	392.773	276.543	10.0	MD	3.0
15744544	CSEM	13.09.2009	11:04:17.60	392.532	277.013	7.0	MD	3.0
15744558	CSEM	13.09.2009	14:22:04.70	392.893	277.775	7.0	MD	3.0
14611845	ISK	16.09.2009	04:37:55	392.510	278.620	5.0	ML	3.3
14612799	CSEM	18.10.2009	09:59:32.40	391.198	275.161	1.0	MD	3.0
14618273	CSEM	21.12.2009	03:39:10.20	391.582	279.131	5.0	ML	3.0

14618428	ISK	26.12.2009	18:56:49.30	392.100	274.820	8.0	MD	3.3
14756342	CSEM	7.03.2010	09:41:25.80	393.087	277.886	2.0	MD	3.4
15072512	CSEM	11.03.2010	05:02:01.90	393.130	277.730	2.0	MD	3.0
14756557	ISK	13.03.2010	13:19:25.90	392.500	278.050	5.0	ML	3.2
15252511	AFAD	6.04.2010	08:50:50	390.755	276.853	7.0	MD	3.0
15567547	CSEM	22.05.2010	08:01:06.70	392.903	277.500	1.0	MD	3.0
15567722	CSEM	24.05.2010	21:35:55.80	391.132	274.793	8.0	MD	3.0
15568318	AFAD	13.06.2010	09:07:41.70	392.628	277.060	6.9	MD	3.0
15568538	CSEM	22.06.2010	14:02:29.80	392.233	278.707	10.0	ML	3.2
600182301	AFAD	23.06.2010	12:20:43.21	392.765	277.802	7.0	MD	3.0
15781570	CSEM	6.07.2010	10:39:55	392.854	277.299	1.0	MD	3.0
15782080	CSEM	22.07.2010	10:24:29.20	392.650	277.731	10.0	MD	3.0
15782265	CSEM	27.07.2010	09:37:39.90	393.018	277.368	1.0	MD	3.3
15898731	CSEM	6.08.2010	16:32:26.20	392.308	276.146	1.0	MD	3.1
15899227	ISK	22.08.2010	14:32:10.90	389.030	275.770	15.0	MD	3.1
15899294	CSEM	25.08.2010	22:18:40.20	390.238	278.196	2.0	MD	3.1
15903213	ISK	10.09.2010	23:55:32.70	392.780	277.890	5.0	MD	3.2
15809179	CSEM	27.09.2010	22:53:29.50	389.108	275.818	2.0	MD	3.3
15974651	ISK	1.10.2010	01:29:18.10	390.930	278.890	9.0	Ml	3.0
16318990	CSEM	4.11.2010	14:02:55.20	391.701	274.713	1.0	MD	3.0
16320718	AFAD	12.12.2010	13:43:27.54	392.102	277.735	7.8	MD	3.2
16320719	AFAD	12.12.2010	13:47:42.34	392.082	277.690	7.1	MD	3.1
16358100	ISC	15.01.2011	14:41:08.64	389.404	278.195	6.4	Md	3.0
16358483	ISC	31.01.2011	00:52:52.10	390.058	277.236	12.6	MD	3.2
16494296	AFAD	7.02.2011	09:41:58.03	391.183	275.488	7.0	MD	3.0
16494299	ISK	7.02.2011	12:09:08.90	391.270	275.910	5.0	MD	3.1
16648491	CSEM	11.04.2011	08:57:59.80	389.446	277.810	2.0	MD	3.0
16648554	CSEM	12.04.2011	07:09:31.40	391.072	275.985	1.0	MD	3.0
16648561	ISC	12.04.2011	11:18:58.99	390.908	276.332	0.0	MD	3.4
16648569	CSEM	12.04.2011	15:55:37.90	393.121	276.644	5.0	Md	3.0
16854573	CSEM	22.05.2011	16:37:30.10	389.441	276.075	5.0	ML	3.2
16883115	ISC	17.06.2011	00:40:47.93	391.153	278.954	13.0	ML	3.1
602863588	AFAD	28.06.2011	07:02:04.54	391.368	275.655	7.0	Md	3.0
602864053	AFAD	8.07.2011	19:23:48.42	393.053	276.578	7.3	Md	3.0
17556942	ISC	9.07.2011	07:38:41.06	393.149	276.423	0.0	MD	3.0
600013361	CSEM	14.08.2011	21:39:14.60	393.168	276.642	2.0	Md	3.0
600013395	CSEM	15.08.2011	03:17:41.50	393.144	276.574	5.0	MD	3.0
600013420	CSEM	16.08.2011	08:28:53.20	393.233	276.607	8.0	Ml	3.0
17331419	ISC	25.08.2011	10:45:27.52	389.645	276.275	9.5	mb	3.4

600014667	CSEM	28.08.2011	06:42:26.80	391.665	275.932	10.0	MD	3.1
600114651	CSEM	5.09.2011	18:34:49.90	392.123	276.132	5.0	Ml	3.2
600754362	AFAD	6.11.2011	16:21:06.38	389.648	278.447	7.0	Ml	3.0
600755749	ISC	18.11.2011	04:10:10.79	390.607	273.925	11.7	Md	3.0
600756099	ISC	22.11.2011	19:59:28.94	392.213	279.072	11.0	Ml	3.5
600874829	CSEM	23.01.2012	02:21:51.70	391.187	279.318	10.0	ML	3.0
600815692	ISC	8.02.2012	19:57:26.71	392.189	278.564	10.1	mb	3.6
600928974	CSEM	13.02.2012	05:25:38.80	392.311	278.964	8.0	ML	3.0
600929031	ISC	13.02.2012	23:44:57.43	389.969	277.616	12.4	Ml	3.6
600929209	ISK	18.02.2012	13:42:26.20	389.293	277.013	6.8	ML	3.0
601455930	CSEM	25.05.2012	12:29:30.50	390.100	278.610	5.0	ML	3.2
601831009	CSEM	12.07.2012	08:32:11.80	392.293	277.377	1.0	ML	3.2
601831023	CSEM	12.07.2012	12:01:51.10	392.262	277.386	1.0	ML	3.0
601831225	CSEM	16.07.2012	08:36:28.20	393.047	277.338	1.0	ML	3.0
602029215	ISC	5.09.2012	15:49:03.06	389.651	276.256	12.7	ML	3.6
602078744	ISK	28.09.2012	16:23:42.90	392.182	277.045	5.0	Ml	3.0
602078872	ISK	1.10.2012	05:18:18.50	391.840	279.025	14.1	ML	3.0
602080178	ISC	22.10.2012	10:31:17.59	389.831	274.807	8.0	ML	3.3
602083507	ISC	30.11.2012	15:42:46.34	391.200	279.164	16.2	ML	3.2
602330514	ISK	11.12.2012	22:40:21.70	389.435	277.383	8.4	Ml	3.1
602725092	AFAD	6.01.2013	20:19:55.40	392.000	277.270	7.0	ML	3.1
602727370	ISK	12.02.2013	01:18:36.80	390.058	276.015	7.7	ML	3.0
602727850	AFAD	20.02.2013	19:54:26.30	389.550	276.680	24.2	ML	3.3
602798258	ISC	17.03.2013	14:03:05.80	392.713	278.351	15.6	ML	3.9
603004274	ISK	10.04.2013	07:56:20.30	393.343	276.692	7.2	ML	3.0
603083877	ISC	5.05.2013	04:11:14.48	392.542	276.061	14.6	ML	3.2
603081274	ISC	24.05.2013	05:18:58.31	389.011	277.132	12.0	ML	3.9
603081275	ISK	24.05.2013	05:27:55.40	388.988	276.692	11.0	ML	3.2
603247969	ISC	3.06.2013	21:21:01.16	389.805	276.666	11.4	ML	3.3
603248372	ISC	10.06.2013	16:36:04.21	390.179	279.206	8.6	ML	3.5
603249010	AFAD	21.06.2013	01:31:12.30	390.820	277.980	7.0	ML	3.0
603456911	ISK	22.08.2013	09:37:06.50	389.087	277.257	5.4	ML	3.4
603456977	AFAD	23.08.2013	18:02:04.20	392.490	277.600	7.0	ML	3.2
603785381	ISC	30.10.2013	10:39:29.10	390.476	278.001	12.0	ML	3.5
603939792	AFAD	18.11.2013	12:16:46.90	392.260	276.890	7.1	ML	3.4
603937726	ISK	31.12.2013	06:44:25.40	390.212	276.647	6.6	ML	3.1
604065113	AFAD	5.01.2014	22:44:03.70	389.030	277.460	9.8	ML	3.0
605117067	AFAD	13.02.2014	19:04:58.30	389.380	276.030	10.2	ML	3.0
605627834	ISK	14.02.2014	03:41:06.50	389.583	276.193	8.6	ML	3.2

605117091	AFAD	14.02.2014	05:23:16.10	389.280	275.980	8.4	ML	3.2
604500985	ISK	13.03.2014	12:46:03.90	389.530	276.365	6.9	ML	3.2
605320861	AFAD	20.05.2014	09:01:14.60	390.290	278.800	7.0	ML	3.0
605121198	ISK	5.06.2014	11:12:09.10	391.560	277.285	8.8	ML	3.4
605323360	ISC	4.07.2014	01:28:02.73	389.667	277.050	14.2	ML	3.5
606791966	AFAD	13.01.2015	06:12:57.40	393.120	276.010	5.0	ML	3.2
606991331	ISK	15.02.2015	07:40:41.10	392.685	274.602	8.6	ML	3.0
606991714	AFAD	25.02.2015	15:15:29.90	391.500	279.160	7.0	ML	3.1
607209649	ISK	4.03.2015	05:10:34.20	391.277	279.437	5.0	ML	3.0
607190762	ISK	26.03.2015	17:07:24.30	391.323	279.418	8.2	ML	3.2
607316472	ISK	23.05.2015	08:09:33.80	393.105	275.942	3.8	ML	3.1
607316510	AFAD	24.05.2015	01:36:39.90	393.120	276.230	12.9	ML	3.2
607663862	AFAD	26.06.2015	12:30:40.50	393.130	276.280	14.2	ML	3.1
607663863	ISK	26.06.2015	12:36:26.40	393.137	276.222	3.9	ML	3.0
607663864	ISC	26.06.2015	12:51:07.38	392.981	276.458	11.4	ML	3.3
607663937	AFAD	27.06.2015	13:24:01.70	393.140	275.920	8.9	ML	3.0
607664271	AFAD	1.07.2015	19:31:35.80	392.940	276.060	10.6	ML	3.0
608582995	ISC	4.12.2015	13:56:42.86	390.903	279.225	13.9	ML	3.1
608300021	ISC	13.12.2015	08:16:59.40	391.882	278.405	14.5	ML	3.4
608584408	ISK	19.12.2015	03:06:25.50	391.825	278.125	3.5	ML	3.0
609698146	ISC	22.12.2015	02:32:46.72	392.213	278.149	15.5	MW	3.6
608584813	ISC	23.12.2015	05:32:57.37	391.895	278.222	12.7	ML	3.5
610392343	ISK	7.01.2016	08:54:36.20	392.608	277.403	8.4	ML	3.1
608886716	ISC	20.01.2016	06:07:44.53	391.025	279.114	13.8	ML	3.6
608887291	AFAD	3.02.2016	12:33:40.50	391.690	278.110	11.0	ML	3.0
610393484	AFAD	10.02.2016	15:18:55	390.230	278.060	8.6	ML	3.0
608887651	AFAD	13.02.2016	21:36:21.70	391.030	279.090	10.1	ML	3.3
609778880	AFAD	7.08.2016	21:10:42.90	389.670	278.360	8.8	ML	3.1
609778899	AFAD	8.08.2016	13:56:46.20	389.710	278.410	9.2	ML	3.2
614589502	ISC	12.09.2016	08:26:05.13	389.187	277.401	7.4	mb	4.5
609450893	ISK	12.09.2016	08:35:44.70	389.272	277.373	7.1	ML	3.1
609911894	ISC	12.09.2016	09:14:49.99	389.049	277.451	12.1	ML	3.1
614589503	ISC	12.09.2016	09:29:38.23	389.254	277.454	7.6	mb	4.1
609911908	ISC	12.09.2016	09:50:29.48	389.028	277.213	8.2	ML	3.6
610409011	ISK	12.09.2016	11:36:17.90	389.102	277.398	11.3	ML	3.1
609911935	AFAD	12.09.2016	12:04:56	389.210	277.460	9.7	ML	3.2
609911971	AFAD	12.09.2016	17:24:52	389.190	277.410	14.2	ML	3.1
609912140	AFAD	13.09.2016	16:46:21.29	389.250	277.360	19.8	ML	3.2
609912371	ISC	15.09.2016	08:15:42.75	389.104	277.325	10.9	ML	3.7

610409300	AFAD	16.09.2016	04:31:47.29	389.330	277.340	10.5	ML	3.0
609912477	ISC	16.09.2016	07:23:23.49	388.957	277.222	9.2	ML	3.2
609912868	ISC	18.09.2016	22:48:24.67	389.244	277.276	11.0	ML	3.6
610409459	ISC	19.09.2016	06:25:50.83	388.964	277.235	11.1	ML	3.5
609913030	ISK	20.09.2016	03:44:46.60	392.905	278.320	8.1	ML	3.0
609913148	AFAD	21.09.2016	02:52:51.29	389.010	277.330	10.0	MW	3.3
609913196	ISC	21.09.2016	14:56:52.00	389.070	277.123	9.4	MW	3.6
609913350	ISC	22.09.2016	21:30:06.31	389.931	277.166	12.6	MW	3.7
610409632	ISK	22.09.2016	22:10:11.60	389.868	277.248	7.7	ML	3.0
610409654	AFAD	23.09.2016	08:35:15.69	390.050	277.200	13.9	ML	3.0
609563214	ISC	25.09.2016	20:51:21.03	389.005	277.326	10.1	mb	3.5
610410407	ISK	7.10.2016	08:08:36.40	390.063	277.530	12.8	ML	3.0
609915028	ISC	9.10.2016	06:21:01.06	389.974	277.636	11.9	mb	3.5
610410640	AFAD	11.10.2016	10:41:32.09	390.040	277.250	13.6	ML	3.4
610410736	AFAD	12.10.2016	23:30:00.80	389.960	277.120	8.2	ML	3.1
609594671	ISC	15.10.2016	02:49:15.80	389.514	277.387	9.6	mb	3.7
609594672	ISC	15.10.2016	02:51:06.00	389.238	277.223	13.9	mb	4.0
610410827	ISC	15.10.2016	03:02:29.12	389.115	277.362	10.8	ML	3.7
610410836	ISC	15.10.2016	04:52:09.89	389.325	277.353	9.9	ML	3.5
610410837	ISC	15.10.2016	05:03:25.08	389.505	277.484	9.6	ML	3.3
610410882	ISC	15.10.2016	22:23:24.38	389.322	276.997	8.4	ML	3.6
610410883	ISC	15.10.2016	22:35:29.85	389.367	277.164	9.5	ML	3.2
610411417	AFAD	26.10.2016	18:37:14.50	389.170	277.180	18.1	ML	3.3
610912127	ISK	29.12.2016	08:41:28.10	389.467	277.515	12.5	ML	3.1
610679211	ISC	27.01.2017	05:21:27.61	389.516	276.669	11.1	ML	3.5
610680583	AFAD	17.03.2017	18:25:46.79	389.170	277.230	9.5	ML	3.0
610921747	AFAD	5.04.2017	11:39:40.59	389.570	277.000	13.2	ML	3.0
610653014	ISC	18.04.2017	23:58:25.14	389.137	277.486	13.4	mb	3.3
610922853	AFAD	20.04.2017	16:15:38.09	389.260	277.020	9.9	ML	3.1
610923602	AFAD	28.04.2017	15:26:42.70	391.860	274.860	12.6	ML	3.0
611017799	ISK	30.06.2017	06:23:34.60	390.110	277.167	9.2	ML	3.2
611511885	ISC	8.07.2017	03:27:56.47	389.883	277.336	13.4	ML	3.5
611967436	ISK	24.01.2018	16:22:24.60	391.032	277.207	6.2	ML	3.2
611969106	ISK	5.03.2018	02:58:37.30	392.263	278.940	9.1	ML	3.2
614503669	ISK	5.09.2018	08:35:33.40	392.155	277.022	5.0	ML	3.0
615430601	ISK	15.01.2019	19:41:57.90	390.675	277.872	5.0	ML	3.1
614590708	ISC	27.01.2019	03:15:42.21	390.309	277.814	10.6	mb	4.2
616074330	ISC	8.05.2019	02:50:40.26	392.764	277.103	17.5	ML	3.5
615918823	ISC	21.05.2019	05:24:34.26	391.564	275.977	7.3	MS	3.0

616197401	ISC	3.06.2019	18:13:08.24	392.731	277.072	12.3	ML	3.8
616197504	ISK	6.06.2019	16:05:45.30	391.612	275.947	5.9	ML	3.0
616197527	ISK	7.06.2019	19:57:44.10	391.595	275.753	5.4	ML	3.1
616197755	ISK	14.06.2019	10:00:08.50	391.598	275.857	6.5	MW	3.2
616503535	ISK	17.07.2019	17:18:11.70	390.025	276.335	7.0	ML	3.1
616754234	ISK	7.08.2019	03:02:21.90	392.960	276.997	3.7	ML	3.1
616754240	ISC	7.08.2019	06:02:31.14	392.994	277.043	12.6	ML	3.7
617168200	ISK	25.11.2019	17:22:21.10	392.935	277.010	6.4	ML	3.1
617168296	ISK	26.11.2019	22:57:28.20	392.830	276.985	3.3	ML	3.2
617151672	ISK	30.12.2019	14:32:49.50	390.593	278.332	8.2	ML	3.1
617151679	AFAD	30.12.2019	17:05:59.29	390.580	278.440	9.8	ML	3.2
617151692	ISK	30.12.2019	23:23:46.60	390.635	278.450	8.1	ML	3.0
618272719	ISC	19.01.2020	12:50:59.53	390.556	278.428	10.7	ML	3.1
618272750	ISK	20.01.2020	03:05:07.20	390.460	278.450	10.3	ML	3.0
617198376	ISC	22.01.2020	19:22:15.93	390.802	278.384	7.0	mb	5.0
618272860	ISC	22.01.2020	19:25:13.84	390.747	278.518	9.9	ML	4.4
618272861	ISK	22.01.2020	19:26:18.80	389.970	278.670	4.7	ML	3.3
618272867	ISK	22.01.2020	19:28:16.20	389.942	278.617	3.3	MLh	3.4
618272871	ISC	22.01.2020	19:34:11.73	390.660	278.364	13.9	ML	3.7
618272886	ISK	22.01.2020	19:41:09.30	390.577	278.458	11.5	ML	3.0
618272896	AFAD	22.01.2020	19:46:39.79	390.080	278.790	7.1	ML	3.1
617198380	AFAD	22.01.2020	19:48:06.19	390.670	278.570	7.0	ML	3.2
618272900	ISC	22.01.2020	19:48:30.71	390.749	278.560	15.0	mb	3.3
618272902	ISC	22.01.2020	19:50:53.73	390.226	278.468	8.9	ML	3.5
617198382	ISC	22.01.2020	19:57:28.67	390.645	278.637	4.2	MW	3.8
618272907	ISK	22.01.2020	20:00:25.70	390.168	278.073	6.3	ML	3.3
618272926	ISK	22.01.2020	20:14:20.20	389.932	278.502	7.6	ML	3.3
618272927	AFAD	22.01.2020	20:15:52.29	390.750	278.290	7.0	ML	3.1
617198381	ISC	22.01.2020	20:17:39.18	390.593	278.621	10.0	mb	3.9
618272928	ISC	22.01.2020	20:20:33.30	390.466	278.688	14.1	MW	3.7
618272940	ISK	22.01.2020	20:28:55.20	390.758	278.518	5.4	ML	3.1
618272948	ISK	22.01.2020	20:37:34.40	390.407	278.142	5.1	ML	3.3
618272952	ISK	22.01.2020	20:40:33.10	390.665	278.307	5.4	ML	3.2
618272959	ISK	22.01.2020	20:47:35.40	390.527	277.962	18.9	ML	3.0
618272965	ISC	22.01.2020	20:53:34.93	390.227	278.574	9.2	MW	3.5
618272975	ISC	22.01.2020	20:57:37.20	390.482	278.192	9.5	ML	3.4
618272976	ISC	22.01.2020	20:58:56.16	390.731	278.416	11.7	MW	3.8
618272988	ISK	22.01.2020	21:11:23.70	389.888	278.598	5.5	ML	3.0
617475740	ISC	22.01.2020	21:24:07.70	390.460	278.792	12.9	mb	3.5

618272992	ISC	22.01.2020	21:26:49.84	390.279	278.496	12.8	ML	3.7
617475742	ISC	22.01.2020	21:30:11.20	390.446	278.838	12.1	mb	3.5
618273000	ISC	22.01.2020	21:34:33.20	390.550	278.398	12.0	ML	3.5
617475744	ISC	22.01.2020	21:39:47.89	390.208	278.610	5.8	MLh	3.4
618273003	ISK	22.01.2020	21:41:42.10	390.178	278.503	5.4	ML	3.4
618273009	ISK	22.01.2020	21:47:29	389.825	278.480	5.0	ML	3.0
617198371	ISC	22.01.2020	21:52:05.40	390.677	278.983	16.1	Mws	4.0
618273039	ISK	22.01.2020	22:29:19.10	390.272	278.468	10.0	ML	3.2
617198372	ISC	22.01.2020	22:39:18.83	390.283	278.642	13.1	mb	3.4
618273076	ISC	22.01.2020	23:04:50.42	390.795	278.227	12.0	ML	3.2
618273104	ISC	22.01.2020	23:52:55.63	390.597	278.174	13.9	MW	3.5
618273110	ISC	22.01.2020	23:58:54.63	390.858	278.260	17.0	MW	3.5
618273128	ISC	23.01.2020	00:20:23.93	390.367	278.660	12.0	MW	3.5
617198396	ISK	23.01.2020	00:44:55.20	389.790	278.455	3.5	ML	3.1
618273143	ISC	23.01.2020	00:45:23.56	390.331	278.743	13.4	mb	3.9
618273156	ISC	23.01.2020	01:00:17.40	390.503	278.587	14.4	ML	3.7
618273157	AFAD	23.01.2020	01:02:35.59	389.960	278.660	7.0	ML	3.0
618273162	AFAD	23.01.2020	01:07:40.79	389.960	278.840	7.0	ML	3.0
618273166	ISC	23.01.2020	01:09:52.02	390.200	278.406	15.4	ML	3.6
618273196	ISC	23.01.2020	02:13:26.10	390.518	278.728	17.0	MW	3.7
618273200	ISK	23.01.2020	02:24:24.90	390.055	278.322	8.8	ML	3.1
618273214	ISK	23.01.2020	03:05:30.40	390.775	278.347	7.3	ML	3.0
618273226	ISK	23.01.2020	03:20:04.60	390.745	278.320	13.6	ML	3.1
618273246	ISK	23.01.2020	04:26:39.90	389.972	278.418	10.1	ML	3.0
618273248	ISC	23.01.2020	04:32:42.64	390.912	278.423	17.8	mb	3.5
618273256	ISK	23.01.2020	04:42:49.40	390.713	278.252	8.4	ML	3.1
618273263	ISK	23.01.2020	05:02:14.50	390.247	278.285	8.7	ML	3.2
618273268	ISK	23.01.2020	05:16:06.80	390.705	278.322	9.2	ML	3.1
618273277	ISK	23.01.2020	05:34:54.40	390.578	278.347	9.4	ML	3.2
618273278	ISC	23.01.2020	05:36:31.11	390.122	278.401	10.8	ML	4.0
618273279	ISC	23.01.2020	05:39:51.47	390.779	278.340	12.4	ML	3.7
618273318	ISK	23.01.2020	06:50:52.90	390.130	278.787	6.4	ML	3.2
618273321	ISK	23.01.2020	06:59:29.20	390.573	278.470	1.8	ML	3.2
618273343	AFAD	23.01.2020	07:20:20.50	390.800	278.340	11.2	ML	3.2
618273346	ISK	23.01.2020	07:26:07.70	389.987	278.627	5.7	ML	3.2
618273352	ISK	23.01.2020	07:40:39.40	390.043	278.358	6.9	ML	3.2
618273365	ISK	23.01.2020	08:26:34.20	390.392	278.368	3.5	ML	3.4
617588800	ISC	23.01.2020	08:34:45.40	389.910	278.044	13.0	ML	3.8
618273386	ISC	23.01.2020	09:22:19.73	390.034	278.498	10.6	ML	3.5

618273413	AFAD	23.01.2020	10:06:49.50	389.950	278.600	17.6	ML	3.2
618273425	ISK	23.01.2020	10:37:59.70	390.840	278.177	6.0	ML	3.2
618273444	ISK	23.01.2020	10:53:03.80	390.090	278.318	9.7	ML	3.2
618273451	AFAD	23.01.2020	11:18:52.59	389.960	278.820	7.0	ML	3.1
618273469	ISK	23.01.2020	11:43:40.10	390.697	278.192	10.0	ML	3.4
618273496	ISK	23.01.2020	13:09:17	389.900	278.627	6.5	ML	3.2
618273548	ISK	23.01.2020	16:47:49.60	390.112	278.807	4.0	ML	3.1
618273575	ISK	23.01.2020	18:40:18	390.475	278.160	6.7	ML	3.0
618273581	ISK	23.01.2020	19:08:07.70	390.722	278.427	5.5	ML	3.2
618273583	ISK	23.01.2020	19:16:11.90	390.408	278.177	8.1	ML	3.0
618273614	ISC	23.01.2020	20:36:15.42	390.744	278.204	15.1	ML	3.6
618273625	ISK	23.01.2020	21:09:38.80	390.695	278.247	1.9	ML	3.3
618273629	ISC	23.01.2020	21:25:52.52	390.361	278.542	11.7	ML	3.8
618273642	ISK	23.01.2020	21:58:25.80	390.093	278.325	11.2	ML	3.2
618273694	ISK	23.01.2020	23:38:20.20	390.733	278.222	8.6	ML	3.1
618273716	ISK	24.01.2020	00:35:54.50	390.105	278.417	4.2	ML	3.1
618273745	ISK	24.01.2020	01:28:21.70	389.958	278.517	7.0	ML	3.2
618273772	ISK	24.01.2020	02:26:24.40	390.857	278.368	6.9	ML	3.2
617200714	ISC	24.01.2020	03:04:38.71	390.184	278.837	14.7	MLh	3.8
617588810	ISC	24.01.2020	07:07:04.22	390.854	278.535	8.8	ML	3.9
618273881	ISK	24.01.2020	07:59:38.70	389.930	278.617	7.5	ML	3.2
618273887	ISK	24.01.2020	08:24:43.30	390.363	278.247	8.2	ML	3.4
618273927	ISC	24.01.2020	09:58:05.69	390.271	278.910	12.2	ML	3.0
618273949	ISK	24.01.2020	11:20:08.40	390.350	278.557	9.6	MW	3.0
618273962	ISK	24.01.2020	12:07:20.40	390.163	278.290	7.1	ML	3.0
618274009	ISK	24.01.2020	13:58:24.30	390.373	278.313	5.2	ML	3.4
618274055	ISK	24.01.2020	16:01:54.50	390.543	278.357	12.0	ML	3.2
618274080	ISK	24.01.2020	17:25:46.20	390.193	278.790	11.3	ML	3.0
618274083	AFAD	24.01.2020	17:40:54.50	390.190	278.470	5.0	ML	3.2
618274131	ISK	24.01.2020	21:02:49.80	390.162	278.308	9.0	ML	3.0
617485607	ISC	24.01.2020	21:16:14.19	390.485	278.516	8.3	mb	3.3
618274141	ISK	24.01.2020	21:22:12.50	390.635	278.517	7.1	ML	3.0
618274189	ISK	24.01.2020	23:25:56.20	390.167	278.288	8.6	ML	3.1
618274271	ISC	25.01.2020	02:21:33.66	390.168	278.368	11.1	ML	3.4
618274343	ISC	25.01.2020	05:41:33.40	389.902	278.698	11.7	ML	3.5
618274371	ISC	25.01.2020	07:12:18.23	390.701	278.290	12.9	ML	3.6
618274372	ISC	25.01.2020	07:14:55.29	390.269	278.397	12.7	ML	3.7
618274399	ISC	25.01.2020	08:24:43.86	389.959	278.427	10.2	ML	3.6
618274441	ISK	25.01.2020	10:34:22.20	390.732	278.320	7.0	ML	3.0

618274464	ISK	25.01.2020	11:55:42.50	389.857	278.433	10.2	ML	3.3
618274528	ISK	25.01.2020	14:01:37.80	390.202	278.722	8.5	ML	3.0
618274537	ISK	25.01.2020	14:22:25.40	390.167	278.923	10.8	ML	3.4
617207667	ISC	25.01.2020	17:49:48.47	390.360	278.546	12.6	mb	3.9
618274648	ISK	25.01.2020	19:48:59.30	389.978	278.410	7.0	ML	3.2
618274652	ISK	25.01.2020	19:51:35.50	390.857	278.268	6.1	ML	3.0
618274683	ISK	25.01.2020	21:08:44.50	389.985	278.615	11.0	ML	3.1
618274704	ISC	25.01.2020	21:56:30.34	390.040	278.015	11.3	ML	3.6
618274709	ISC	25.01.2020	22:11:41.72	390.350	278.925	13.4	ML	3.9
618274712	ISK	25.01.2020	22:23:00.30	390.135	278.413	5.5	ML	3.1
618274715	ISC	25.01.2020	22:38:02.43	390.012	278.296	8.9	ML	3.6
618274718	ISK	25.01.2020	22:38:31.70	390.703	278.195	10.0	ML	3.2
618274780	ISK	26.01.2020	01:33:08.20	390.053	278.497	5.5	ML	3.2
618274867	ISC	26.01.2020	05:31:24.13	390.056	278.412	10.9	ML	3.7
618274910	ISC	26.01.2020	08:26:56.82	390.808	278.296	11.1	ML	3.3
618274931	ISC	26.01.2020	10:31:47.81	390.633	278.381	11.8	ML	3.8
618274954	ISK	26.01.2020	12:18:24.70	390.263	278.450	5.8	ML	3.0
618274982	ISK	26.01.2020	14:15:40.10	389.852	278.705	5.4	ML	3.2
618275138	ISK	27.01.2020	00:20:37.20	391.242	278.025	7.9	ML	3.1
618275235	ISC	27.01.2020	05:38:08.55	390.603	278.147	12.5	ML	3.5
618275260	ISK	27.01.2020	07:54:38.20	390.847	278.073	14.7	ML	3.1
618275288	ISK	27.01.2020	11:18:50.50	390.705	278.212	9.8	ML	3.1
618275296	ISK	27.01.2020	12:15:08.80	390.768	278.225	10.5	ML	3.3
618275365	ISK	27.01.2020	19:24:32.10	390.653	278.280	11.1	ML	3.1
618275413	ISC	27.01.2020	23:21:10.27	390.652	278.381	13.9	ML	3.7
618275428	ISK	27.01.2020	23:46:58.40	390.523	278.222	7.1	ML	3.0
618275519	ISC	28.01.2020	07:02:54.64	389.894	278.545	10.1	ML	3.6
618275539	ISK	28.01.2020	08:36:33.10	390.102	278.050	12.9	ML	3.3
618275556	ISK	28.01.2020	09:54:10.50	390.170	278.468	6.8	ML	3.4
617209077	ISC	28.01.2020	11:26:14.47	390.960	278.563	12.3	mb	5.0
618275572	ISK	28.01.2020	11:33:47.30	390.153	278.440	5.3	ML	3.1
618275592	ISC	28.01.2020	11:45:35.05	390.845	278.164	13.7	ML	3.8
618275596	ISC	28.01.2020	12:00:29.96	390.616	278.449	12.6	MW	3.7
618275604	AFAD	28.01.2020	12:08:34.09	390.800	278.350	7.0	MW	3.2
618275605	AFAD	28.01.2020	12:38:32.50	390.880	278.330	7.0	MW	3.2
618275610	ISK	28.01.2020	12:47:15.30	390.755	278.465	8.3	ML	3.0
618275613	AFAD	28.01.2020	12:48:03.40	390.870	278.530	7.0	ML	3.3
618275636	AFAD	28.01.2020	13:17:01.20	391.120	278.350	10.9	MW	3.1
618275650	AFAD	28.01.2020	13:47:56.40	390.490	278.510	9.0	ML	3.1

618275655	AFAD	28.01.2020	14:08:50.50	390.870	278.090	12.8	ML	3.1
618275671	ISK	28.01.2020	14:37:42.10	390.128	278.253	8.4	ML	3.1
617209887	ISC	28.01.2020	14:53:51.73	390.976	278.354	15.5	mb	3.8
618275675	ISK	28.01.2020	14:58:06.70	391.045	278.605	7.5	ML	3.1
618275690	ISK	28.01.2020	16:04:03.30	390.403	278.417	3.6	ML	3.3
617210086	ISC	28.01.2020	20:10:27.04	390.206	278.663	13.2	mb	3.6
618275929	ISK	29.01.2020	03:38:24.60	389.962	278.520	7.4	ML	3.1
618275956	ISK	29.01.2020	04:27:27.40	390.452	278.197	6.3	ML	3.0
618276032	ISK	29.01.2020	11:14:47.40	390.737	278.127	13.1	ML	3.4
618276147	AFAD	29.01.2020	18:59:58.20	390.990	278.280	7.0	ML	3.0
618276235	ISK	30.01.2020	04:28:36.30	391.005	278.257	12.3	ML	3.2
617504629	ISC	30.01.2020	04:35:09.64	390.372	278.466	12.2	mb	3.6
618276253	ISK	30.01.2020	05:36:10.30	390.060	278.333	7.7	ML	3.2
618276338	ISK	30.01.2020	13:52:48.70	391.152	278.337	6.5	ML	3.2
618276341	ISC	30.01.2020	14:03:55.17	391.036	278.597	13.9	ML	3.9
618276382	ISK	30.01.2020	18:56:46.90	389.887	278.615	3.3	ML	3.0
618276413	AFAD	30.01.2020	21:27:39.90	390.280	278.260	4.8	ML	3.2
618276429	ISK	30.01.2020	22:50:14.80	390.255	278.597	10.0	ML	3.0
618276546	ISC	31.01.2020	08:23:33.69	390.197	278.418	8.1	MW	3.4
618444265	ISK	1.02.2020	11:53:33.90	390.965	278.417	5.3	ML	3.3
618444272	ISK	1.02.2020	12:46:04.40	390.785	278.320	13.0	ML	3.1
617255196	ISC	2.02.2020	00:23:47.97	390.024	278.881	15.0	mb	4.2
618444366	ISC	2.02.2020	00:34:06.96	390.035	278.579	10.8	ML	3.5
618444434	ISK	2.02.2020	03:17:54.40	390.727	278.163	4.2	ML	3.1
617255210	ISC	2.02.2020	03:25:42.63	390.830	278.343	13.7	mb	3.4
618444486	ISC	2.02.2020	06:26:13.01	390.970	278.444	15.0	MD	4.0
617255237	ISC	2.02.2020	11:36:40.49	390.939	278.981	6.5	mb	4.0
618444546	ISK	2.02.2020	13:04:40.20	389.768	278.590	9.5	ML	3.0
618444594	ISK	2.02.2020	20:28:54.10	389.803	278.637	6.1	ML	3.0
618444602	ISC	2.02.2020	21:02:33.07	389.949	278.841	11.2	ML	3.8
618444631	ISK	2.02.2020	23:40:37.90	389.852	278.698	7.6	ML	3.2
618444672	AFAD	3.02.2020	04:03:19.60	389.930	278.570	7.0	ML	3.1
618444676	ISK	3.02.2020	04:41:00.80	389.940	278.443	10.8	ML	3.1
618444680	ISK	3.02.2020	04:47:27.50	390.500	278.463	14.1	ML	3.0
618444702	ISC	3.02.2020	07:58:04.98	389.822	278.506	11.4	ML	3.5
618444780	ISK	3.02.2020	17:16:43.90	389.882	278.637	9.9	ML	3.0
618444800	ISK	3.02.2020	18:44:59.30	389.930	278.647	4.0	ML	3.1
618444810	ISK	3.02.2020	19:45:13.60	389.942	278.610	6.7	ML	3.0
618444830	ISC	3.02.2020	21:18:04.38	389.994	278.641	13.5	ML	3.9

618444876	ISC	4.02.2020	00:06:40.21	389.791	278.864	11.7	ML	3.5
617544258	ISC	4.02.2020	01:27:29.35	389.864	278.913	11.6	mb	3.8
618444883	ISK	4.02.2020	01:28:51.30	389.967	278.512	4.0	ML	3.3
618444889	ISC	4.02.2020	01:30:09.76	389.942	278.668	10.7	ML	3.5
618444890	ISK	4.02.2020	01:32:45.80	389.880	278.598	7.5	ML	3.0
618444901	ISK	4.02.2020	02:26:53.20	389.740	278.727	5.8	ML	3.0
618444902	ISC	4.02.2020	02:38:21.99	389.831	278.694	11.7	ML	3.4
618444912	ISC	4.02.2020	03:14:45.70	390.764	278.340	11.6	ML	3.5
617544282	ISC	4.02.2020	08:43:15.80	389.968	278.750	11.2	mb	3.4
618445007	AFAD	4.02.2020	10:17:09.10	389.730	278.840	11.1	MW	3.3
618445048	ISK	4.02.2020	15:07:14.90	390.667	278.288	13.3	ML	3.2
618445051	ISC	4.02.2020	15:41:36.94	390.899	278.386	15.0	ML	3.9
618445057	ISC	4.02.2020	16:33:02.20	391.021	278.432	12.5	ML	3.5
617280835	ISC	4.02.2020	16:47:10.46	389.884	278.906	10.6	mb	4.4
617280840	ISC	4.02.2020	17:55:24.69	389.894	278.874	14.2	mb	4.8
618445103	ISK	4.02.2020	18:41:44.80	389.985	278.393	10.9	ML	3.2
617544327	ISC	4.02.2020	18:44:47.64	389.995	278.691	6.4	ML	3.8
618445104	ISK	4.02.2020	18:52:03.40	389.850	278.443	9.6	ML	3.2
618445160	ISK	4.02.2020	20:38:40.30	390.128	278.665	11.7	ML	3.2
618445189	ISK	4.02.2020	22:21:10.80	391.000	278.260	7.8	ML	3.0
618445211	ISK	4.02.2020	23:32:31.20	389.855	278.610	10.5	ML	3.1
618445273	ISK	5.02.2020	04:13:31.40	390.075	278.708	9.2	ML	3.0
618445337	ISK	5.02.2020	09:55:01.40	390.263	278.262	7.6	ML	3.3
618445413	ISC	5.02.2020	16:32:57.11	390.990	278.282	14.1	ML	3.3
618445491	AFAD	5.02.2020	22:17:51.79	390.210	278.470	10.0	ML	3.3
618445508	ISK	6.02.2020	00:23:55.20	390.830	278.432	7.9	ML	3.0
618445527	ISC	6.02.2020	02:10:37.78	390.713	278.032	15.6	ML	3.6
618445702	AFAD	6.02.2020	23:54:03.29	390.860	278.290	7.0	ML	3.0
617561320	ISC	7.02.2020	06:31:34.97	390.113	278.557	12.0	mb	3.6
618445734	AFAD	7.02.2020	07:32:16.89	390.070	278.730	8.9	MW	3.4
618445743	ISC	7.02.2020	08:06:54.93	389.808	278.570	11.9	ML	3.5
618445749	ISC	7.02.2020	08:41:03.84	389.699	278.728	11.5	MW	3.5
618445786	ISK	7.02.2020	13:03:05.20	391.013	278.157	7.7	ML	3.1
618445902	ISK	8.02.2020	01:03:32.10	391.223	278.058	9.4	ML	3.2
618445906	ISC	8.02.2020	01:45:15.60	390.923	278.282	14.3	ML	4.0
618445929	ISK	8.02.2020	05:37:58.60	390.165	278.645	10.0	ML	3.1
617544582	ISC	8.02.2020	05:39:31.80	389.941	278.693	14.2	mb	3.5
618446001	ISK	8.02.2020	19:56:22.30	390.208	278.537	9.3	ML	3.3
618446013	ISK	8.02.2020	21:53:56.30	389.607	278.622	6.7	ML	3.1

618446014	ISK	8.02.2020	22:05:07.30	389.910	278.598	7.3	ML	3.2
618446068	ISK	9.02.2020	03:45:44.40	391.352	278.167	6.9	ML	3.3
618446165	ISC	9.02.2020	17:45:25.89	390.689	278.250	14.5	ML	3.7
618446422	ISK	11.02.2020	03:03:06.30	389.890	278.600	2.6	ML	3.2
618446499	ISK	11.02.2020	13:16:39.90	390.393	278.382	9.7	ML	3.2
618446501	AFAD	11.02.2020	13:34:31.70	390.350	278.510	7.0	ML	3.0
618446505	ISK	11.02.2020	14:06:20.90	391.210	278.138	7.3	ML	3.3
618446586	ISK	12.02.2020	06:28:07.40	389.873	278.492	11.0	ML	3.4
618446602	AFAD	12.02.2020	09:36:00.40	390.980	278.240	4.1	MW	3.4
618446636	ISK	12.02.2020	16:14:27.80	390.287	278.448	7.5	ML	3.0
618446758	ISC	13.02.2020	10:43:01.88	389.666	278.755	11.8	ML	3.8
618447085	ISK	15.02.2020	18:08:06	391.282	278.285	7.4	ML	3.0
618447377	ISK	18.02.2020	02:38:14.60	389.992	278.532	11.3	ML	3.3
618447378	ISK	18.02.2020	02:44:47.70	390.047	278.607	8.7	ML	3.0
618447379	ISC	18.02.2020	02:55:45.13	389.948	278.623	13.1	ML	3.5
618447380	ISK	18.02.2020	03:02:32.60	389.998	278.578	6.8	ML	3.0
617520110	ISC	18.02.2020	16:09:24.40	390.940	278.236	14.0	mb	4.8
618447465	ISK	18.02.2020	16:11:41.30	390.667	278.235	7.9	ML	3.0
618447482	ISK	18.02.2020	16:17:57.70	390.897	278.002	8.3	ML	3.0
618447498	ISK	18.02.2020	16:27:40.60	390.988	278.232	8.3	ML	3.3
618447507	AFAD	18.02.2020	16:32:52.09	390.920	278.760	7.0	ML	3.1
618447538	ISC	18.02.2020	16:45:18.46	390.927	278.303	15.9	ML	4.0
618447544	ISC	18.02.2020	16:52:41.46	390.951	278.116	10.8	ML	3.6
618447562	ISK	18.02.2020	16:59:41.50	390.985	278.302	9.3	ML	3.3
618447568	ISK	18.02.2020	17:01:02.50	391.043	278.177	8.2	ML	3.2
618447582	ISK	18.02.2020	17:08:01.60	390.970	278.338	7.7	ML	3.1
618447606	ISC	18.02.2020	17:20:24.55	391.013	278.124	14.4	ML	4.0
618447629	ISK	18.02.2020	17:35:35.40	390.992	278.227	8.4	ML	3.2
618447631	ISK	18.02.2020	17:38:23.80	391.038	278.313	8.6	ML	3.3
618447733	ISC	18.02.2020	19:12:45.64	391.009	278.220	13.5	ML	3.5
618447747	ISC	18.02.2020	19:21:34.25	390.936	278.495	14.1	ML	3.6
618447824	AFAD	18.02.2020	20:21:59.59	390.630	278.340	7.0	ML	3.1
618447830	AFAD	18.02.2020	20:27:06	390.980	278.390	7.0	ML	3.4
618447843	AFAD	18.02.2020	20:39:23.29	390.950	278.030	7.0	ML	3.0
617524143	ISC	18.02.2020	21:23:09.92	391.010	278.297	12.7	mb	3.5
618447916	ISK	18.02.2020	21:52:33.40	391.018	277.862	6.5	ML	3.3
618447983	ISC	18.02.2020	23:02:19.81	391.077	278.625	14.5	ML	3.8
618448024	AFAD	19.02.2020	00:13:41	390.990	278.440	7.0	ML	3.1
618448079	ISK	19.02.2020	05:47:14	390.962	278.043	8.7	ML	3.2

618448244	ISK	20.02.2020	01:59:13.50	391.010	278.350	7.3	ML	3.3
618448280	ISK	20.02.2020	04:23:57.10	390.942	278.357	5.3	ML	3.1
618448308	ISC	20.02.2020	08:54:40.51	391.135	278.169	12.4	ML	3.5
618448327	ISK	20.02.2020	10:40:24.70	391.138	278.403	3.5	ML	3.0
618448369	ISC	20.02.2020	15:16:05.39	389.839	278.647	10.1	ML	3.8
618448506	ISK	21.02.2020	10:33:42.10	391.007	278.143	5.0	ML	3.2
618448535	ISK	21.02.2020	17:02:20.70	390.000	278.637	8.8	ML	3.3
618448594	ISC	22.02.2020	01:25:26.39	390.401	278.523	9.7	ML	3.5
618448624	ISC	22.02.2020	05:23:58.87	391.101	278.079	13.4	ML	3.6
618448627	ISK	22.02.2020	05:44:17.10	390.990	277.895	9.7	ML	3.3
618448651	AFAD	22.02.2020	09:15:53.90	390.910	278.100	7.0	ML	3.2
618448775	ISK	23.02.2020	08:31:34.70	389.865	278.820	4.3	ML	3.2
618448782	ISK	23.02.2020	09:06:54.60	391.068	278.418	4.2	ML	3.0
617549855	ISC	23.02.2020	12:40:18.10	389.962	278.899	11.2	mb	4.3
618448816	ISC	23.02.2020	12:43:23.08	389.802	278.499	9.1	MW	3.5
618448817	ISK	23.02.2020	12:46:27.80	390.997	278.310	7.6	ML	3.4
618448917	ISC	23.02.2020	18:43:35.86	389.934	278.454	12.0	ML	3.8
618448932	ISK	23.02.2020	19:56:09.30	390.147	278.418	8.5	ML	3.0
618448972	ISK	23.02.2020	21:37:52.50	391.102	278.025	2.5	ML	3.1
618449028	ISC	24.02.2020	01:10:54.30	389.876	278.861	10.6	MW	3.5
617549985	ISC	24.02.2020	02:43:34.74	389.915	278.964	14.0	mb	4.5
618449046	ISC	24.02.2020	02:48:24.75	389.712	278.722	9.8	ML	3.7
618449067	ISK	24.02.2020	03:09:01.60	390.025	278.595	9.4	ML	3.2
618449071	ISC	24.02.2020	03:15:03.82	389.869	278.222	11.3	ML	3.5
618449125	ISC	24.02.2020	04:49:26.57	389.606	278.727	10.2	MW	3.4
618449135	ISC	24.02.2020	05:23:53.77	389.736	278.799	10.9	MW	3.8
618449142	ISK	24.02.2020	05:57:58.30	389.963	278.615	7.5	ML	3.0
618449143	ISK	24.02.2020	06:01:17.80	389.915	278.497	6.5	ML	3.2
618449178	ISK	24.02.2020	07:23:43.60	389.908	278.652	6.8	ML	3.1
618449227	ISC	24.02.2020	11:46:52.50	390.009	278.447	12.5	ML	3.4
618449231	ISK	24.02.2020	12:36:11.30	390.933	277.132	4.1	ML	3.0
618449242	AFAD	24.02.2020	14:18:52	389.820	278.940	15.6	ML	3.0
618449358	AFAD	24.02.2020	23:15:09.10	389.990	278.590	7.0	ML	3.0
618449416	ISK	25.02.2020	06:55:05.50	390.055	278.510	5.0	ML	3.0
618449548	ISK	25.02.2020	22:18:47.60	389.813	278.568	8.8	ML	3.1
618449616	AFAD	26.02.2020	12:29:38.20	389.770	278.810	9.0	ML	3.1
618449797	ISK	28.02.2020	05:10:09	389.862	278.528	7.3	ML	3.2
618449937	ISK	29.02.2020	03:34:31.60	390.437	278.275	11.1	ML	3.3
618449942	ISC	29.02.2020	04:24:05.69	391.147	277.895	11.9	ML	3.5

618449956	ISK	29.02.2020	06:17:25.30	390.537	278.320	8.7	ML	3.2
618583624	AFAD	1.03.2020	05:38:59.20	390.080	278.830	7.2	ML	3.0
618583550	ISK	1.03.2020	14:13:37.40	391.267	278.080	1.1	ML	3.0
618583739	ISK	3.03.2020	16:21:47.50	390.965	277.840	6.8	ML	3.6
618583845	ISK	4.03.2020	12:28:15.90	391.210	277.222	8.1	ML	3.0
618583846	ISK	4.03.2020	13:36:13.30	390.867	277.193	10.0	ML	3.1
618583857	AFAD	4.03.2020	20:38:16.79	390.180	278.530	11.2	MW	3.5
618584148	ISK	6.03.2020	08:19:26.30	391.425	277.943	5.0	ML	3.3
618584266	AFAD	7.03.2020	18:48:44.20	390.040	278.450	7.2	ML	3.4
618584341	AFAD	8.03.2020	20:20:34.90	391.010	278.190	7.0	MW	3.5
618584342	AFAD	8.03.2020	21:02:56.20	391.030	278.320	7.0	ML	3.3
618584415	AFAD	9.03.2020	06:06:09.89	391.090	278.030	7.0	ML	3.1
618584502	ISK	10.03.2020	02:29:42.80	391.395	278.117	6.1	ML	3.3
618584587	ISK	11.03.2020	02:47:14.70	390.147	278.605	11.0	ML	3.4
618584667	ISK	12.03.2020	08:00:48.50	390.100	278.565	11.9	ML	3.6
618585599	AFAD	23.03.2020	18:17:11	390.950	277.940	7.0	ML	3.2
618585677	ISK	24.03.2020	02:51:16.30	391.018	277.902	9.2	ML	3.0
618585679	ISK	24.03.2020	08:24:05.90	391.032	278.067	9.7	ML	3.2
618585763	AFAD	25.03.2020	08:34:43.20	391.570	277.980	14.8	MW	3.8
618585764	ISK	25.03.2020	08:41:17.60	391.713	277.828	11.2	ML	3.2
618585972	ISK	27.03.2020	14:36:24.90	389.887	278.867	3.4	ML	3.0
618586045	AFAD	29.03.2020	02:49:18.39	389.970	278.860	7.0	ML	3.0
617824135	AFAD	29.03.2020	05:56:39.50	390.110	278.340	7.0	MW	4.1
618586052	ISK	29.03.2020	11:42:40.50	390.237	278.367	8.9	ML	3.0
618586139	ISK	30.03.2020	10:24:58.20	391.053	278.272	8.6	ML	3.4
618659864	AFAD	4.04.2020	19:30:09.50	389.990	278.650	9.6	ML	3.2
618660057	ISK	8.04.2020	06:39:10.70	390.752	278.472	14.2	ML	3.0
618660221	ISK	10.04.2020	01:26:59.30	390.092	278.362	9.5	ML	3.1
618660390	ISK	12.04.2020	21:59:30.80	389.967	278.618	12.1	ML	3.3
618660405	ISK	13.04.2020	01:43:07.30	390.045	278.693	7.6	ML	3.3
618660418	ISK	13.04.2020	08:16:06.90	389.773	278.593	4.2	ML	3.6
618099918	ISK	16.04.2020	02:49:09.10	390.948	278.187	13.0	ML	4.5
618660642	AFAD	16.04.2020	22:21:22.70	390.960	278.040	7.0	ML	3.2
618125663	ISK	19.04.2020	08:32:02.10	391.043	278.005	7.8	ML	4.3
618660816	ISK	19.04.2020	11:49:28.80	391.020	277.913	12.3	ML	3.1
618660826	AFAD	19.04.2020	17:09:16.50	390.960	278.270	7.0	ML	3.1
618660834	ISK	19.04.2020	19:54:16.10	391.015	278.108	13.5	ML	3.0
618660872	ISK	20.04.2020	10:55:02	391.358	277.953	2.2	ML	3.5
618661016	ISK	23.04.2020	03:59:04.10	390.458	278.373	7.8	ML	3.0

618693934	AFAD	3.05.2020	12:55:11	389.950	278.810	10.6	MW	3.7
618695033	ISK	25.05.2020	00:45:39.70	390.002	278.602	8.8	ML	3.0
618538001	ISK	29.05.2020	05:40:08.40	390.987	277.783	7.9	ML	4.0
619511153	AFAD	31.07.2020	02:26:20.10	391.140	277.980	7.0	ML	3.1
619512038	ISK	21.08.2020	17:57:14.60	390.807	276.843	7.5	ML	3.6
619512453	AFAD	31.08.2020	21:34:40.70	390.200	278.790	7.0	ML	3.0
620431740	ISK	17.10.2020	19:16:13.30	390.578	278.562	11.2	ML	3.1
620432224	AFAD	27.10.2020	14:14:19.60	389.800	278.600	10.9	ML	3.3
619575649	AFAD	4.12.2020	03:44:31.89	392.620	277.960	10.5	MW	3.5
620416416	ISK	2.01.2021	04:23:40	390.438	278.240	7.8	ML	3.1
620417558	ISK	15.01.2021	15:05:50.70	391.683	277.467	3.5	ML	3.3
620679073	ISK	3.04.2021	12:44:00.40	391.588	278.050	7.6	ML	3.1
621801917	ISK	7.10.2021	02:25:35.50	390.225	278.485	7.0	ML	3.0
621824842	ISK	18.12.2021	03:21:35.10	390.090	278.793	12.2	ML	3.4
621824843	ISK	18.12.2021	03:24:02.50	390.075	278.813	8.9	ML	3.3
622137499	ISK	28.02.2022	21:36:28.90	390.957	278.450	9.7	ML	3.1