Uluslararası Anadolu
Mücevher ve Takı Kongresi
8-9 Ekim 2024 - Kütahya



EDITORS

Assoc. Prof. Haldun ŞEKERCİ

Lect. Gökhan AKCA

ISBN: 978-625-367-903-3

INTERNATIONAL ANATOLIAN GEMS AND JEWELRY CONGRESS

October 08-09, 2024 / Kütahya, Türkiye

EDITORS

Assoc. Prof. Haldun ŞEKERCİ

Lect. Gökhan AKÇA

All rights of this book belong to

IKSAD Publishing House Authors are responsible both ethically and jurisdically

IKSAD Publications - 2024©

Issued: 10.11.2024

PROCEEDINGS BOOK

ISBN: 978-625-367-903-3

CONGRESS ID

CONGRESS TITLE

INTERNATIONAL ANATOLIAN GEMS AND JEWELRY CONGRESS

DATE AND PLACE

October 08-09, 2024 / Kütahya, Türkiye

ORGANIZATION

IKSAD INSTITUTE

KÜTAHYA DUMLUPINAR UNIVERSITY

EDITORS

Assoc. Prof. Haldun ŞEKERCİ

Lect. Gökhan AKÇA

PARTICIPANTS COUNTRY (7 countries)

TÜRKİYE, NIGERIA, INDIA, SAUDI ARABIA, ALGERIA, ROMANIA, IRAN

Total Accepted Article: 37

Total Rejected Papers: 16

ISBN: ISBN: 978-625-367-903-3

CONGRESS PRESIDENT

Prof. Dr. Süleyman KIZILTOPRAK
Rector of Kütahya Dumlupınar University, Türkiye

ORGANIZATION COMMITTEE HEAD

Assoc. Prof. Haldun ŞEKERCİ
Kütahya Dumlupınar University, Türkiye

ORGANIZING COMMITTEE

Prof. Dr. Özer AYDIN
Kütahya Dumlupınar University, Türkiye

Prof. Dr. Mustafa Arif ÖZGÜR
Kütahya Dumlupınar University, Türkiye

Prof. Dr. Ayhan KAHRAMAN
Kütahya Dumlupınar University, Türkiye

Prof. Dr. Selda MANT MENAY
Kütahya Dumlupınar University, Türkiye

Prof. Dr. Arif GÖK
Kütahya Dumlupınar University, Türkiye

Prof. Dr. Ercan TAŞKIN
Kütahya Dumlupınar University, Türkiye

Prof. Dr. Ayşe Nur Sır DÜNDAR
Kütahya Dumlupınar University, Türkiye

Prof. Dr. Cafer ÖZKUL
Kütahya Dumlupınar University, Türkiye

Prof. Dr. Hilmi YURDAKUL
Kütahya Dumlupınar University, Türkiye

Prof. Dr Emine NAS
Selçuk University, Türkiye

Prof. Dr. Murat HATİPOĞLU
Dokuz Eylül University, Türkiye

Prof. Dr. Sibel KILIÇ
Marmara University, Türkiye

Assoc. Prof. Erdal ADAY
Kütahya Dumlupınar University, Türkiye

Assoc. Prof. Eray ACAR
Kütahya Dumlupınar University, Türkiye

Assoc. Prof. Elif ÖZDOĞLAR
Kütahya Dumlupınar University, Türkiye

Assoc. Prof. Gökhan KUZUCANLI
Kütahya Dumlupınar University, Türkiye

Assoc. Prof. H. Onur BİNGÖL
Kütahya Dumlupınar University, Türkiye

Assoc. Prof. Zafer GÜVEN
Kütahya Dumlupınar University, Türkiye

Assoc. Prof. Mine CAN
Kocaeli University, Türkiye

Assoc. Prof. Nesrin Yeşilmen
Mardin Artuklu University, Türkiye

Assoc. Prof. Hilmi Güney
Niğde Ömer Halis Demir University, Türkiye

Assist. Prof. Dr. Beste ÇOK
Kütahya Dumlupınar University, Türkiye

Assist. Prof. Dr. Meral BÜYÜKYAZICI
Hacı Bayram Veli University, Türkiye

Assist. Prof. Dr. Pakize KAYADİBİ
Bolu Abant İzzet Baysal University, Türkiye

Assist. Prof. Dr. Raife Yaşar EYİLER
Altınbaş University, Türkiye

Assist. Prof. Dr. Meltem GÜRBÜZ
Mersin University, Türkiye

Lect. Dr. Mitat KANDEMİR
President of Handicrafts Association-ELSANDER

Lect. Mustafa Çağrı DEMİR
Kütahya Dumlupınar University, Türkiye

Lect. Fatih KARA
Kütahya Dumlupınar University, Türkiye

Lect. Ayşen ARAT
Kütahya Dumlupınar University, Türkiye

Lect. Hüseyin ŞAHİN
Balıkesir University, Türkiye

Lect. Elanur GÜNER
9 Eylül University, Türkiye

Lect. Gökhan AKÇA
President of the Fine Arts Association-GÜSED

Res. Assist. Sercan KEHRİBAR
Kütahya Dumlupınar University, Türkiye

Doğan ŞAPÇI
Kütahya Diamond Jewelry Master-Artist

Artist of the Ministry of Culture Şahin KARAMAN
President of Silverware Craftsmen Association-GESAD

SCIENTIFIC ADVISORY COMMITTEE

Prof. Dr. Birsen ÇEKEN
Hacı Bayram Veli University, Türkiye

Prof. Dr. Fatma YETİM
Hacı Bayram Veli University, Türkiye

Prof. Dr. Fulya BAYRAKTAR
Hacı Bayram Veli University, Türkiye

Prof. Dr. Gültekin AKERGİN
Hacı Bayram Veli University, Türkiye

Prof. Dr. H.Sinem ŞANLI
Hacı Bayram Veli University, Türkiye

Prof. Dr. Hatice Kübra ERGİN
Kütahya Dumlupınar University, Türkiye

Prof. Dr. Melda ÖZDEMİR
Hacı Bayram Veli University, Türkiye

Prof. Dr. Serdar YILMAZ
Balıkesir University, Türkiye

Prof. Dr. Kudret GÜL
Balıkesir University, Türkiye

Prof. Dr. Selvihan KILIÇ ATEŞ
Balıkesir University, Türkiye

Prof. Dr. Osman Nuri UÇAN
Altınbaş University, Türkiye

Prof. Dr. Levent MERCİN
Kütahya Dumlupınar University, Türkiye

Assoc. Prof. Gülsevim Can GÜRBÜZ
Kütahya Dumlupınar University, Türkiye

PHOTO GALLERY





PHOTO GALLERY





PHOTO GALLERY





PHOTO GALLERY





PHOTO GALLERY





TÜRKİYE YÜZYILI

Uluslararası Anadolu Mücevher ve Takı Kongresi

8-9 Ekim 2024 - Kütahya

ANADOLU 2024





Kongre Programı

Kütahya Dumlupınar Üniversitesi
centercongress@gmail.com
0216 606 3275/0537 579 28 78
www.discoveranatolia.org

-Kongre Açılışı-

Yer: Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Ahmet Yakupoğlu Kongre Salonu
Tarih: 08.10.2024
Saat: 10:00-10:30

Doç. Dr. Haldun ŞEKERCİ – Kongre Düzenleme Kurulu Başkanı
Dr. Kaldıgül ADİLBEKOVA – İKSAD Genel Sekreteri
Prof. Dr. Süleyman KIZILTOPRAK – Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Rektörü

-Panel Oturumu-

Yer: Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Ahmet Yakupoğlu Kongre Salonu
Tarih: 08.10.2024
Saat: 10:40-11:30

Prof. Dr. Süleyman KIZILTOPRAK – Panel Başkanı Moderatör
Prof. Dr. Murat HATİPOĞLU- "Kütahya Süs Taşları"
Doğan ŞAPÇI – "Kütahya Elmas İşlemeciliği"
Köksal IRMAK – "Kütahya Yarıdeğerli Taşları"

-Sergi Açılışı-

(Halk Oyunu, Şiir Dinletisi, Müzik)

Yer: Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Zafer Sergi Salonu
Tarih: 08.10.2024
Saat: 11:40-12:30

Öğr. Gör. Gökhan AKCA – Sergi Düzenleme Kurulu Başkanı
Dr. Kaldıgül ADİLBEKOVA – İKSAD Genel Sekreteri
Prof. Dr. Süleyman KIZILTOPRAK – Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Rektörü

FACE-TO-FACE PRESENTATIONS / 08.10.2024

ANKARA YEREL SAAT - 13 30 : 15 30

HALL-2, SESSION-1

Kütahya Dumlupınar University
Hüseyin Yüce Kongre Salonu

OTURUM BAŞKANLARI: Prof. Dr. Murat HATİPOĞLU, Assoc. Prof. Dr. Nesrin YEŞİLMEN

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Prof. Dr. Murat HATİPOĞLU	Dokuz Eylül University TÜRKİYE	CRYSTALLOGRAPHIC EXAMINATION OF THE TYPICAL V-SHAPED TWINNING OF TURKISH GEM DIASPORE CRYSTAL
Lect. Dilek TEZCAN	İstanbul Aydın University TÜRKİYE	THE APPLICATION OF MINIATURE ART ON PRAYER BEADS BY CALLIGRATOR, WOODWORKER, AND PAINTER AS POLYMATH MESUT DIKEL
Dr. Fatmagül SAKLAVCI	MEB, History of Turkish Islamic Arts Sivas TÜRKİYE	CARVING ART AND PROCESSING MASTER HAYATİ ÜNSAL AND HIS WORKS
Assoc. Prof. Dr. Nesrin YEŞİLMEN	Mardin Artuklu Üniversity TÜRKİYE	JEWELRY ART AND TODAY'S JEWELRY WEEKS
Tarık DEMİR	Health Sciences University TÜRKİYE	COMPARISON OF BALKAN AND ANATOLIAN TRADITIONS THROUGH FILIGREE SILVER PRODUCTS

FACE-TO-FACE PRESENTATIONS / 09.10.2024

ANKARA YEREL SAAT - 10 ^{00} : 12 ^{00}

HALL-2, SESSION-3

Kütahya Dumlupınar University
Hüseyin Yüce Kongre Salonu

OTURUM BAŞKANLARI: Prof. Dr. Murat HATİPOĞLU, Lect. Remzi ÖZTEKİN

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Muzaffer ERAYDIN Utku BAĞCI	Mersin University TÜRKİYE	INVESTIGATION OF THE USABILITY OF OBSIDIANS AS GEMSTONES OF THE KAYSERİ REGION (M. S. Thesis)
Merve ARIYÜREK İskender IŞIK Prof. Dr. Murat HATİPOĞLU	Kütahya Dumlupınar University TÜRKİYE Kütahya Dumlupınar University TÜRKİYE Dokuz Eylül University TÜRKİYE	CHARACTERIZATION AND ECONOMIC ANALYSIS OF THE MANUFACTURING OF IMITATION GEMSTONES DOPED WITH METAL OXIDES
Başak GÜRSOY Prof. Dr. Murat HATİPOĞLU	Dokuz Eylül University TÜRKİYE	BLACK RODAJ COATING IN THE JEWELLERY INDUSTRY
Metin COŞKUN	Kastamonu University TÜRKİYE	COLOR AND TEXTURE IN ENAMEL ART: ROLL PRINTING, GUILLOCHE AND REPOUSSE TECHNIQUES
Gülten KURT	Bolu Abant İzzet Baysal University TÜRKİYE	GLASS BEADS AND JEWELLERY DESIGN SAMPLES WITH DIFFERENT FORM FEATURES
Remzi ÖZTEKİN Erdal ÖZTÜRK Emrah ATEŞLİ Maruf Nuri DURUCU	Gaziantep University TÜRKİYE	SIMULATION OF PASTE MOLD FILLING OF PRECIOUS METAL ALLOY IN JEWELRY INDUSTRY PRECISION CASTING PROCESS

CONTENTS

AUTHOR	TITLE	No
Mustafa Naci TOP	INTEGRATION OF 3D PRINTERS INTO MASS PRODUCTION IN THE JEWELRY INDUSTRY: THE IMPACT OF THE DIGITAL AGE ON TRADITIONAL JEWELRY PRODUCTION	1
Abdurrahman RUŞEN	THE EFFECT OF KONYA TECHNICAL UNIVERSITY HANDICRAFTS DEPARTMENT JEWELRY AND JEWELERY DESIGN PROGRAM ON REGIONAL DEVELOPMENT	3
Mine CAN	THE CURRENT STATE OF LACE AS A HANDICRAFT AND BRUNO LACE	5
H. Nurgül BEGİÇ Dilem DOĞAN	THE ROLE OF ACCESSORIES IN CULTURAL REFLECTIONS “SABIHA TANSUG COLLECTION”	7
Mehmet DİKENEL	ANTIQUE JEWELLERY AND OBJECT RESTORATION: A STUDY ON THE PROCESSES OF PRESERVING THE PAST	25
Dalal Adnan Amer Maturi Youcef BECHEFFAR	CRANK NICHOLSON METHOD FOR SOLVING TRANSIENT HEAT CONDUCTION EQUATION OF SILVER	27
Fariba Sharifian	THE MOTIF OF ANAHITA ON SASSANIAN SEALS	28
Aysu MANSUROĞLU Sibel KILIÇ	THE REFLECTION OF FUTURISM MOVEMENT ON JEWELRY DESIGN: CREATION OF FUTURIST EVALUATION CRITERIA SET	29
Nuran TAÇYILDIZ Sibel KILIÇ	JEWELLERY AS MEDIUM OF EXPRESSION IN THE CONTEMPORARY ART ENVIRONMENT	31
Gizem YAĞCI Sibel KILIÇ	THE METAMORPHOSIS OF JEWELLERY METAPHOR METAPHORATION AND JEWELRY	33
Murat HATİPOĞLU	CRYSTALLOGRAPHIC EXAMINATION OF THE TYPICAL V-SHAPED TWINNING OF TURKISH GEM DIASPORE CRYSTAL	35
Buse AĞAÇDALI Sibel Kılıç	THE ROLE AND DEVELOPMENT OF INNOVATION IN THE JEWELRY INDUSTRY	37
Merve ARIYÜREK İskender IŞIK Murat HATİPOĞLU	CHARACTERIZATION AND ECONOMIC ANALYSIS OF THE MANUFACTURING OF IMITATION GEMSTONES DOPED WITH METAL OXIDES	39
Dilek TEZCAN	THE APPLICATION OF MINIATURE ART ON PRAYER BEADS BY CALLIGRATOR, WOODWORKER, AND PAINTER AS POLYMATH MESUT DIKEL	41
Elanur GÜNER Hakan AKTUĞ	THE APPLICATION OF MOSAIC TECHNIQUE IN JEWELRY DESIGN	55
Emel İÇDAĞ KARAKURT Sibel KILIÇ	REFLECTION OF FLUID GENDER IN JEWELRY	57
Hacer Nurgül BEGİÇ Berna Kocabaş Altıntaş	NEW JEWELERY PRODUCTIONS IN THE TRANSMISSION OF TRADITION	59
Gülten KURT	GLASS BEADS AND JEWELLERY DESIGN SAMPLES WITH DIFFERENT FORM FEATURES	67
Serkan GÜNENÇ	UNIQUE JEWELS OF THE CATACOMP SAINTS	69

Haldun ŞEKERCİ	SILVERWARE PROCESSING ART AND ART-RELATED FILIGREE SILVERWARE	71
Kudret GÜL Ali ÇİÇEK Hüseyin ŞAHİN Yıldız GERDAN	INVESTIGATION OF ETHNIC CHARACTERISTICS OF DURSUNBEY JEWELLERY USED ON SPECIAL OCCASIONS	73
Metin COŞKUN	COLOR AND TEXTURE IN ENAMEL ART: ROLL PRINTING, GUILLOCHE AND REPOUSSE TECHNIQUES	74
Muzaffer ERAYDIN Utku BAĞCI	INVESTIGATION OF THE USABILITY OF OBSIDIANS AS GEMSTONES OF THE KAYSERİ REGION (M. S. Thesis)	76
Başak GÜRSOY Murat HATİPOĞLU	BLACK RODAJ COATING IN THE JEWELLERY INDUSTRY	78
Gülten AKGÜL	SPARKLING METAPHORS: THE SEMANTIC MAP OF JEWELS AND JEWELRY IN ENGLISH LITERATURE	87
Nesrin YEŞİLMEN	JEWELRY ART AND TODAY'S JEWELRY WEEKS	103
Nilgün Özgün Daldaban Sibel Kılıç	THE PLACE OF MAXIMALIST JEWELRY IN THE CONTEMPORARY JEWELRY ART SCENE	104
ALİ TELLİ	JEWELRY AND JEWELRY CULTURAL ASSETS PROTECTION EXERCISES IN POSSIBLE ISTANBUL EARTHQUAKE	106
Remzi ÖZTEKİN Erdal ÖZTÜRK Emrah ATEŞLİ Maruf Nuri DURUCU	SIMULATION OF PASTE MOLD FILLING OF PRECIOUS METAL ALLOY IN JEWELRY INDUSTRY PRECISION CASTING PROCESS	108
Tarık DEMİR	COMPARISON OF BALKAN AND ANATOLIAN TRADITIONS THROUGH FILIGREE SILVER PRODUCTS	110
Başak BEKTAŞ Meltem GÜRBÜZ	MYSTERIOUS FORMATION OF AGATES AND THEIR PLACE IN ANATOLIAN CULTURE	119
Fatmagül Saklavcı	CARVING ART AND PROCESSING MASTER HAYATI ÜNSAL AND HIS WORKS	123
Harika Koyuncu Sibel Kılıç	ARTEFACT CONCEPT AND ITS REFLECTION ON JEWELLERY	133
Aysu MANSUROĞLU Sibel KILIÇ	THE REFLECTION OF FUTURISM ON JEWELRY DESIGN: CREATION OF THE BASE FOR FUTURIST EVALUATION PRINCIPLES	135
Buse AĞAÇDALI Sibel KILIÇ	THE ROLE AND DEVELOPMENT OF INNOVATION IN THE JEWELRY INDUSTRY	163
Muzaffer ERAYDIN Utku BAĞCI	INVESTIGATION OF THE USABILITY OF KAYSERİ REGION OBSIDICIANS AS PASH STONE	178
Gizem YAĞCI Sibel KILIÇ	INVESTIGATION OF THE CONCEPT OF METAPHOR, METAMORPHOSIS AND SUSTAINABILITY IN JEWELER Y DESIGN	213
Emel İÇDAĞ KARAKURT Sibel KILIÇ	THEORETICAL APPROACH TO THE PHENOMENON OF FLUID GENDER AND ITS INTERACTION WITH CONTEMPORARY DESIGNS	227
İlknur KAMİLOĞLU Şeyma Nur BURSALI	ORNAMENTAL CHARACTERISTICS OF METAL ARTEFACTS ATTRIBUTED TO TURKEY IN THE METROPOLITAN MUSEUM	243

TÜRK GEM DİASPOR KRİSTALİNİN TİPİK V-ŞEKİLLİ İKİZLENMESİNİN KRİSTALOGRAFİK İNCELEMESİ

CRYSTALLOGRAPHIC EXAMINATION OF THE TYPICAL V-SHAPED TWINNING OF TURKISH GEM DIASPORE CRYSTAL

Murat HATİPOĞLU
Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir Meslek Yüksekokulu, El Sanatları Bölümü, Kuyumculuk ve Takı Tasarımı Programı Buca-İzmir / TÜRKİYE
Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doğal Yapı Taşları ve Süstaşları Anabilim Dalı Buca-İzmir / TÜRKİYE

ÖZET
1970'li yılların başından beri dünya çapında tanınmaya başlayan, Batı Anadolu'da özellikle Muğla ilinin Milas, Yatağan ve Kavaklıdere ilçelerindeki diaspor kristalleri, dünyanın en değerli süstaşı kalitesindeki kristalleri olarak bilinmektedirler. Bu yüzden global süstaşı ticaretinde "Türk Gem Diaspor" kristalleri olarak büyük prestij kazanmıştırlar. Olağan üstü şeffaflıkları ve ışık kaynağına bağlı renk değiştirmeleri yanında, bu kristallerin en olağan dışı yapısı, V-şekilli ikizlenme göstermeleridir. Bu oluşumun, başka bir deyişle lateritik olmayan karst tipi metaboksitlerin çatlak zonlarında hidrotermal alüminyum çözeltilerinin taşınması ve akabinde çökelimi sürecindeki gem diaspor oluşumu sırasında bu ikizlenmeyi neyin tetiklediği henüz bilinmemektedir. Bu konuda bilimsel araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmanın amacı bu V-şekilli ikizlenmenin kristalografik açıdan oluşumunun incelenmesidir. Doğada, dönüşüm fayları, politipik diziler ve minerallerin topoaksiyel aşırı büyümelerinin birçok örneği gözlenebilmekle birlikte, bunların oluşum mekanizmaları genellikle ütopik kalmaktadır. Ana nedenler, büyüme koşullarının dinamikleri ve karmaşıklığıdır. İkizlenme araştırmaları, katılardaki temel yapı ilkelerinin ve minerallerdeki faz dönüşümlerinin temellerinin doğru bir şekilde anlaşılması için olanaklar sunan temel bilimsel zorluklardan biridir. İkizleşmelerin, iki kristalin tesadüfi bir şekilde iç içe büyümesi olmadığı, özel ikiz oluşturucu katkı maddesinin düzenli bir şekilde mineral oluşumuna dahil edilmesinin bir sonucu olduğu veya henüz bilinmeyen bir ana fazdan sonra gözlenen mineralin ikizlenmesini tetikleyen topotaksiyel yer değiştirmenin bir sonucu olabileceği, bu çalışmadaki çıkış noktamızdır. İkiz çekirdeklenmeler oluşur oluşmaz, kristaller, ikiz yönelimde büyümeye devam ederler. Daha sonraki büyüme aşamalarında tetikleyici eleman artık mevcut olmayabilir ve yine de kristaller ikiz oryantasyonda büyümeye devam ederler. Özellikle bir mineralde ikizlenmenin kökenini incelemek için sadece birkaç mikrometre genişliğinde olabilen ikiz çekirdeklenme noktasını bulmamız gerekir ve bu nedenle uygun kristalleri dikkatlice seçmek önemlidir. En iyi örnekler, ara yüzün her iki tarafında minimal düzeyde aşırı mineral büyümesi gösteren genç ikizlerdir. Mineral birleşmesi, kristalleşme sırası ve jeokimya ile ilgili herhangi bir bilgi, ikiz oluşum koşulları hakkında önemli bir ipucu içerebilir. Yani, büyümeleri sırasında mineraller çeşitli termodinamik koşullara ve jeokimyasal ortamlara maruz kalırlar. Bunların oluşumu, yerel yapıya ve kimyaya yansıyan bir dizi sıcaklığa bağlı faz dönüşümünü içerir. Bu geçici süreçlerin bir dizisini yeniden oluşturmak için, örneklerin ayrıntılı bir yapısal ve kimyasal karakterizasyonu, yalnızca geçmiş jeokimyasal süreçlerin dinamiklerini yeniden yapılandırmak için değil, kristal büyümesi sürecinde aynı zamanda aktif olan bölgesel kaya oluşumu ve tektonik süreçler hakkında daha iyi bir fikir edinmek için de çok yardımcı olurlar.
Anahtar Kelimeler: Türk gem diasporu, V-Şekilli ikizlenme, Kristalografik inceleme

ABSTRACT
Diaspore crystals, which have become known worldwide since the early 1970s, in Western Anatolia, especially in the Milas, Yatağan and Kavaklıdere districts of Muğla province, are known as the most valuable gemstone quality crystals in the world. That is why they have gained great prestige as Turkish gem diaspore crystals in the global gemstone trade. Besides their extraordinary transparency and color changes depending on the light source, the most unusual structure of these crystals is their V-shaped twinning. It is not yet known what triggers this twinning during the formation of gem diaspore during the transport and subsequent precipitation of hydrothermal aluminium solutions in the crack zones of non- lateritic karst-type meta-bauxites. Scientific research is needed on this subject. This study aims to examine the crystallographic formation of this V-shaped twinning. Although many examples of transformation faults, polytypic sequences and topoaxial overgrowths of minerals can be observed in nature, their formation mechanisms generally remain utopian. The main reasons are the dynamics and complexity of growth conditions. Investigations of twinning are one of the fundamental scientific challenges that offer possibilities for a true understanding of the basic building principles in solids and fundamentals of phase transformations in minerals. Our starting point in this study is that twinning is not a coincidental intergrowth of two crystals, but is a result of the regular inclusion of a special twinning-forming additive in mineral formation, or may be a result of topotaxial displacement that triggers the twinning of the observed mineral after a yet unknown main phase. As soon as the twin nucleates, the crystal grows in twin orientation. In later growth stages, the triggering element may no longer be present and yet the crystals continue to grow in twin orientation. To study the origin of twinning in a particular mineral we need to find the twin nucleation point, which can be only a few micrometers wide. Therefore it is important to select suitable crystals carefully. The best samples are the so-called young twins, which show minimal overgrowth of mineral on both sides of the interface. From this point, crystallization sequence, and geochemistry may hold an important clue on the conditions for twin formation. Namely, during their growth, the minerals are exposed to diverse thermodynamic conditions and geochemical environments. Their formation involves a sequence of temperature-dependent phase transformations, which are reflected in local structure and chemistry. To reconstruct a sequence of these transient processes, a detailed structural and chemical characterization of the samples is of great help not only to reconstruct the dynamics of past geochemical processes but also to get a better insight into regional rock-forming and tectonic processes that were active during the crystal growth.
Key Words: Turkish Gem Diaspore, V-shaped twinning, Crystallographic examination

CHARACTERIZATION AND ECONOMIC ANALYSIS OF THE MANUFACTURING OF IMITATION GEMSTONES DOPED WITH METAL OXIDES

METAL OKSİTLER İLE DOPLANMIŞ TAKLİT SÜSTAŞLARI YAPIMI; KARAKTERİZASYONU VE EKONOMİK ANALİZİ

Merve ARIYÜREK
Kütahya Dumlupınar University, Faculty of Engineering, Department of Metallurgical and Materials Engineering, Kütahya, Türkiye
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-4054-4398

İskender IŞIK
Kütahya Dumlupınar University, Faculty of Engineering, Department of Metallurgical and Materials Engineering, Kütahya, Türkiye
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-9523-2837

Murat HATİPOĞLU
Dokuz Eylül University, İzmir Vocational School, Department of Handicrafts, Gemmology, Jewellery, and Design Program Buca-İzmir / TÜRKİYE
Dokuz Eylül University, The Graduate School of Natural and Applied Sciences, Natural Building Stones and Gemstones Program Buca-İzmir / TÜRKİYE ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-4345-9052

ABSTRACT

There are more than 4000 minerals known throughout the world, and only small parts of them are used as gemstones. Although gemstones are the first minerals that come to mind, lab- grown (synthetic) and artificial (imitation) gemstones obtained in the laboratory environment are also included in the concept of gemstone. Because gemstones have a large trade volume, the reserves of natural gemstones decrease and the prices caused by this decrease increase, the demand for synthetic gemstones and imitation gemstones is increasing, and these products have started to take an important place in today's gemstone market. Türkiye is a country that is largely externally dependent on the synthetic and imitation gemstone market. The main purpose of this study is; It is to reduce Türkiye's foreign dependency in the gemstone market. Today, various materials are used in the production of imitation gemstones. In this study, a powder mixture was prepared using different raw materials for the production of glass- ceramic imitation gemstone material. This powder mixture was shaped by the pressing method to obtain cabochon-shaped biscuits and was subsequently subjected to the sintering process. Doping studies were carried out on the obtained base recipe by including some important metal oxides in different proportions. The obtained imitation gemstones were characterized using XRF, XRD and SEM methods, and specific gravity and hardness values, which are important parameters for gemstones, were measured. Economic analyzes were also made. When these imitation gemstones, which were successfully obtained under laboratory conditions, were compared with their natural counterparts, it was determined that their physical properties were lower than their natural counterparts were. However, since imitation gemstones are intended to resemble their natural equivalents only visually, this situation has been interpreted as tolerable. In the light of the data obtained as a result, it can be said that this

research is a value-added study that also has the potential to reduce foreign dependence in the field of gemstone trade.
Key Words: Imitation gems, Metallurgical, Metal oxides

ÖZET

Dünya genelinde bilinen 4000'den fazla mineral bulunmakta olup, bunların sadece küçük bir kısmı süstaşı olarak kullanılmaktadır. Süstaşı denildiğinde ilk akla gelen mineraller olsa da, laboratuar ortamında elde edilen yapay (sentetik) ve taklit (imitasyon) süstaşları da, süstaşı kavramının içerisinde yer almaktadırlar. Süstaşlarının büyük bir ticaret hacmine sahip olması nedeni ile doğal süstaşlarınını rezervlerinin azalması ve bu azalmanın neden olduğu fiyatlarının artmasından dolayı, sentetik süstaşı ve imitasyon süstaşlarına rağbet artmakta olup, bu ürünler günümüz süstaşı piyasasında önemli bir yer almaya başlamışlardır. Türkiye, büyük oranda sentetik ve imitasyon süstaşı piyasasında dışa bağlı bir ülke durumundadır. Bu çalışmada ki ana amaç; Türkiye'nin süstaşı piyasasında dışa bağımlılığını azaltmaktır. Günümüzde imitasyon süstaşı üretiminde çeşitli materyaller kullanılmaktadır. Bu çalışmada cam seramik yapılı imitasyon süstaşı materyali üretimi için farklı hammaddeler kullanılarak bir toz karışım hazırlanmıştır. Bu toz karışım, presleme yöntemi ile şekillendirilerek kaboşon şekilde bisküviler elde edilmiş ve akabinde sinterleme işlemine tabi tutulmuştur. Elde edilen baz reçete üzerinde, önemli bazı metal oksitler farklı oranlarda reçeteye dahil edilerek doplama çalışmaları yapılmıştır. Elde edilen imitasyon süstaşlarının XRF, XRD, SEM yöntemleri kullanılarak karakterizasyonları yapılmış olup, süstaşları için önemli parametreler olan özgül ağırlık ve sertlik değerleri ölçülmüştür. Ayrıca ekonomik analizleri de yapılmıştır. Laboratuvar şartlarında başarıyla elde edilen bu imitasyon süstaşları ile onların eşleniği olan doğal süstaşları ile karşılaştırıldığında fiziksel özelliklerinin doğal eşleniklerine göre düşük olduğu saptanmıştır. Ancak imitasyon süstaşlarının doğal eşleniklerine sadece görsel olarak benzemesi amaçlandığı için bu durum tolere edilebilir olarak yorumlanmıştır. Yapılan ekonomik analize göre elde edilen bu imitasyon süstaşlarının doğal ve sentetik eşleniklerine göre daha ekonomik olduğu saptanmıştır. Sonuç olarak elde edilen veriler ışığında bu araştırmanın süstaşı ticareti konusunda dışa bağımlılığı azaltma potansiyeli de taşıyan katma değerli bir çalışma olduğu söylenebilir.
Anahtar Sözcükler: İmitasyon süstaşları, Metalurji, Metal oksitler

MÜCEVHER SEKTÖRÜNDE SİYAH RODAJ KAPLAMA BLACK RODAJ COATING IN THE JEWELLERY INDUSTRY

Başak GÜRSOY
Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir Meslek Yüksekokulu, El Sanatları Bölümü, Kuyumculuk ve Takı Tasarımı Programı, İzmir, TÜRKİYE
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-2876-6556

Murat HATİPOĞLU
Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir Meslek Yüksekokulu, El Sanatları Bölümü, Kuyumculuk ve Takı Tasarımı Programı, İzmir, Türkiye
Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Doğal Yapı Taşları ve Süstaşları Anabilim Dalı, İzmir, TÜRKİYE
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-4345-9052

ÖZET

Mücevher sektöründe soy metallerin (altın, gümüş ve paladyum) sadelerinin yapıldıktan sonra, son görünümlerinde genellikle kalıcı bir kaplama malzemesi kullanılır. Bunlar genelde elektroliz banyoları ile mümkün kılınmaktadır. Rodaj kaplama sade takının tesviye ve cila işleminin önceden iyi yapılamaması durumunda, istenilen parlaklık ve dış etmenlere karşı koruma elde edilememesine sebep olur. Rodaj işlemi genelde soy metallere uygulanmasına karşın, bronz (tunç) ve bakır malzemelerinin üzerlerine de uygulanabilir. Ancak bu iki malzeme rodaj suyunu bozar ve suyun kullanım ömrünü oldukça kısaltır. Rodaj suyunu bozmayan malzeme, altındır, buna karşılık yoğun kullanımlarda rodaj işleminden en iyi sonuç alabilmek için, rodaj suyunun her üç ayda bir değiştirilmesi gerekir. Bir diğer yanlış uygulama da, rodaj banyosuna akımı ileten anota (yükseltgenmenin gerçekleştiği elektrot) ve katota (indirgenmenin gerçekleştiği elektrot) yüksek akım verildiğinde, sade ürün karar, buna karşılık akım az verilir ise bu sefer de istenen renk tutmaz.

Sarı, rose ve beyaz renkli kaplamalar en yaygın olmakla beraber, siyah renkli kaplama günümüzde oldukça popüler ve trend olmuştur. Siyah renkli kaplamanın ana malzemesi platin grubu tek elementli bir mineral olan ve peryodik cetvelde 77.sırada bulunan ve atom ağırlığı
192.22 olan iridyum (Ir) dur. Beyaz renkli kaplama da ana element rodyum (Ro) olduğundan geleneksel olarak kuyumcular arasında bu mineral kullanılarak elde edilen elektroliz kaplamaların yaygın adı, rodajdır. Her ne kadar bu çalışmada kullanılan mineral iridyum olmasına rağmen geleneksel isim olan rodaj olarak anılması maalesef yaygın olduğu için, burada da kullanılmıştır. Siyah renkli rodaj çözeltisinde kimyasal formül; İridyum + sülfürik asit+sodyum fosfat+fosforik asit birlikte kullanılır ve bu kimyasal karışım sonucu siyah renk elde edilir. Siyah rodaj kaplama yapacak kimyager-kuyumcu, bunu ya cam beher ve doğru akım elektroliz cihazı kullanılarak genel rodaj uygulaması şeklinde ya da kalem ucundan akan rodaj sıvısı olan kalem rodaj uygulaması ile yapabilmektedir.

Anahtar Sözcükler: Siyah rodaj, İridyum (Ir),Elektroliz kaplama

ABSTRACT
In the jewellery industry, once the noble metals (gold, silver and palladium) have been coated, a permanent coating is usually applied to give them their final appearance. This is usually achieved by electrocoating baths. If the unfinished jewellery is not well levelled and polished beforehand, the desired lustre and protection against external influences cannot be achieved. Although lapping is generally applied to noble metals, it can also be applied to bronze and copper materials. However, these two materials spoil the lapping water and significantly reduce the life of the water. The material that does not spoil the coating water is gold, but to get the best results from intensive coating, the coating water should be changed every three months. Another common misconception is that if a high current is applied to the anode (the electrode where oxidation takes place) and the cathode (the electrode where reduction takes place) that carry the current to the lapping bath, the colour of the product will be determined, whereas if the current is low, the desired colour will not be maintained.
While yellow, rose and white colorcoating are the most common, black colour coating has become very popular and trendy nowadays. The main material for black colorcoating is iridium (Ir), a single element mineral in the platinum group, ranked 77th in the periodic table, with an atomic weight of 192.22. Since the main element of the white color coating is rhodium (Ro), the common name among jewellers for electrolyse coatings using this mineral is traditionally called rodaj. Although the mineral used in this study is iridium, the traditional name of rhodium is unfortunately common, so it is used here. Chemical formula in black colored rodaj solution; iridium + sulphuric acid + sodium phosphate + phosphoric acid are used together and the black colour is obtained because of this chemical mixture. The chemist- jeweler who will make black coating can do it in the form of general coating either with a glass beaker and direct current electrolysis device or with pen coating, i.e. coating liquid flowing from the tip of the pen.
Key Words: Black rodaj, Iridium (Ir), Electrolyse coating

GİRİŞ

Mücevher sektöründe soy metallerin (altın, gümüş ve paladyum) sadelerinin yapıldıktan sonra, son görünümlerinde genellikle kalıcı bir kaplama malzemesi kullanılır. Bunlar genelde elektroliz banyoları ile mümkün kılınmaktadır. Rodaj kaplama sade mücevherin/takının tesviye ve cila işleminin önceden iyi yapılamaması durumunda, istenilen parlaklık ve dış etmenlere karşı koruma elde edilememesine sebep olur. Kaplama; Bir nesnenin (metal, plastik, polimer v.b.) üzerini istenilen bir metal ile kaplamak ve/veya sıvamak amacıyla yapılan işleme denir. Bu işlemin yapıldığı zanaata ise kaplamacılık adı verilmektedir. Kaplama yapımındaki temel amaç, malzemeyi korozyona karşı korumak ve güzel bir görünüm vermek, metal yüzeye sertlik vermektir.
Rodyum, platin grubu metaller arasında yer alan ve yüksek yansıtıcılık, sertlik ve korozyon direnci özellikleriyle bilinen bir metalik elementtir. Rodyum sert bir metal olduğu için kaplamada ürünün dayanıklılığını, parlaklığını ve ışık yansımasını artırmak için kullanılmaktadır. Rodyum kullanılarak yapılan kaplamalara genel adıyla RODAJ denmektedir. Beyaz ve siyah rodaj kaplamalar günümüzde çokça kullanılmaya başlamıştır. Bunun bir nedeni rodyum kaplama yapılan ürünler in çizilmeye karşı daha dayanıklı olmasıdır. Bir diğer nedeni ise; yurtdışında son zamanlarda yapılan ihracatların satış sözleşmelerinde de belirtilen kriterlere rodyumun (rodaj kaplamanın) uygun olmasıdır.
Bu çalışmanın amacı, bu popüler elektroliz kaplamanın bileşiminin ne olduğu ve özellikleri üzerinedir. Çalışmamızda öncelikle siyah rodaj malzemesi tanıtarak kaplamanın yapılışı ve bazı önemli noktaları işlenmiştir. Ayrıca, siyah rodajın gerekliliği ve ekonomik öneminden bahsedilerek teknikte dikkat edilmesi gereken başlıca kurallar da açıklanacaktır.

YÖNTEM

Bildiride yöntem olarak konuya ilişkin literatür taramasının yanı sıra, yazarlar, stajındaki kaplama deneyimlerinden ve sektör uygulayıcı (rodajcı) görüşlerinden yararlanılmıştır.

BULGULAR ve YORUMLAR

Rodaj ve Rodaj Kaplama Kavramı

Rodaj kaplama Paladyum, Altın, Gümüş ve diğer metallerden mamul mücevher/takıların yüzeyine süsleme ya da koruma amaçlı yapılan elektroliz kaplamadır. Genel ismi Rodaj olan kalıcı elektroliz kaplamanın ana hammaddesi Platin grubu metallerdir. Platin grubu metaller; [Platin (Pt), Paladyum (Pd), Rutenyum (Ru), Rodyum (Ro), Osmiyum (os) ve İridyum (Ir)] dur.
Yaygın Rodaj Renkleri şunlardan oluşmaktadır:
BEYAZ (Rodyum +….)
ROZ (BAKIR) (Rutenyum+….) SARI (Rubidyum+….)
SİYAH (İridyum+….)
Rodaj denilince genellikle beyaz rodaj akla gelse de farklı renklerde rodaj kaplaması yapılmaktadır. Bu renklerden biri de siyah rodaj kaplamadır. Sektörde kaplamacılar arasında kısaca siyah rodaj denilmektedir. Rodaj banyosundaki farklı malzeme kullanılarak bu renkler elde edilir. Siyah renkli kaplamanın ana malzemesi platin grubu metal olan periyodik cetvelde 77.sırada bulunan ve atom ağırlığı 192,22 olan iridyum (Ir) dur [2] . Beyaz renkli kaplama da ana element rodyum (Ro) olduğundan geleneksel olarak kuyumcular arasında bu metal kullanılarak elde edilen elektroliz kaplamaların yaygın adı, rodaj olarak kullanılmaktadır. Her ne kadar bu çalışmada kullanılan mineral iridyum olmasına rağmen geleneksel isim olan rodaj olarak anılması maalesef yaygın olduğu için, burada da kullanılmıştır. Siyah renkli rodaj çözeltisinde kimyasal formül; İridyum + sülfürik asit + sodyum fosfat + fosforik asit birlikte kullanılır ve bu kimyasal karışım sonucu siyah renk elde edilir.

Siyah Rodaj ve İridyum

Siyah rodajın ana hammaddesi gene bir platin grubundan bir element olan İridyum (Ir) dur. İridyumun keşfi 1803 yılında İngiliz bilim adamı Smithson Tennant'dır. Tek elementli İridyum minerali, Güney Amerika menşeli platin cevherinin laboratuarda izabesi sırasında tesadüfen keşfedilmiştir. Platin cevherinde, iridyum oluşumunun belki de ilk kaynağı geçmişte Dünyaya düşen meteorların sebep olduğu bir tepkimedir.
Tennant, kral suyunda (3 birim HCl ve 1 birim HNO_3) platin cevherinin çoğunun eridiğini, az miktarda siyah toz bıraktığını fark etmiştir. Bu tozu elde eden diğer kimyagerler inceleme gereği duymazken, Tennant bu siyah tozu incelemeyle aslında bu malzemenin platinden çok farklı özellikler gösterdiğini tespit etmiştir. Keşfettiği bu yeni malzemeye Yunanca İris (gökkuşağı) kelimesinden gelen ve bileşimine girdiği malzemelere çok farklı renkler verdiği için "iridyum" adı verilmiştir.
İridyum (Ir), osmiyum (Os) dan sonra özgül ağırlığı ve ergime sıcaklığı en yüksek olan malzemedir. Genellikle Osmiyum-İridyum ve Platin-İridyum alaşımları günümüzde endüstride en çok kullanılan malzemelerdir.

Siyah Rodajın Kimyasal Bileşimi

Siyah Rodajın ana bileşeni İridyum (Ir) dur. Siya rodajda; İRİDYUM+ SÜLFİRİK ASİT+ SODYUM FOSFAT+ FOSFORİK ASİT beraber kullanılır ve siyah renk elde edilmektedir. Siyah Rodaj Solüsyonu yapmak için sektörde belli başlı firmalar kendi siyah rodaj sıvılarını hazırlanmaktadır. Her ne kadar rodaj kaplama işlemleri standart olsa da hazır olan karışımın banyodaki sıcaklık ve akım dereceleri bir birinden farklı olabilmektedir. Bu yüzden

kullanılacak rodaj suyunda firmaların direktifleri öncelikle öz önünde bulundurulmalıdır. Çünkü ısı değişimi ve akım değişimi farklı kullanıldığında rodaj kaplamalarında sorunlar çıkmaktadır. İstenmeyen kararmalar ve bozulmalar yaşamamak için bu önemli uyarıları dikkate almak gerekmektedir.

Rodajın Kullanım Alanları şu şekilde olmaktadır;

1) Otomotiv Sektöründe, motorlarda hareketli parçaların birbirine sürtünmesine zarar görmesini engellemek için kullanılmaktadır.

2) Kuyumculuk Sektöründe, daha estetik bir görüntü elde etmek ve mücevherlerin yüzeyine süsleme ve koruma amaçlı kaplama yapılır. Bu işlem takıyı çizilmelere vb. şeylere karşı korumak amaçlı uygulanmaktadır.

3) Aksesuar Sektöründe, gözlük çerçeveleri, saat parçaları, çakmak ve ruj dış kalıplarında mukavemeti arttırmak, oksidasyonu önlemek için kullanılmaktadır.

4) Endüstri Sektöründe, elektrik kontakları, yarı iletken malzemeler, baskı devre kartlarında kullanılmaktadır.

KAPLAMA İŞLEMİ

Kaplama işlemi; metallerin üzerinin bir başka metalle kaplanması işleminin adıdır. Elektro kaplamada elektrik akımı kullanılarak metaller kaplanmaktadır. Yani elektrik enerjisi kimyasal enerjiye çevrilerek kullanılır ve kaplama çözeltisinde çözünmüş halde bulunan metal iyonları, elektrik enerjisi ile kaplanacak malzemenin yüzeyine yapışır [1].

Kaplama işlemi için kaplama banyosu veya kalem kaplama aleti, kaplama sıvısı, temizleme işlemi için çeşitli temizleyici çözeltiler kullanılmaktadır.

Kaplama Banyosu, kauçuk veya teflon kaplamalı çelik kasa içinde, ısıya dayanıklı cam ya da kırılmaya karşı dayanıklı polietilen veya polipropilen kaplardan oluşan, makinenin üzerinde akımların ve zamanın ayarlandığı anahtar bulunan bir alettir. Kalem Rodaj ise; bir ucunda pozitif kutup olan keçe uçlu kalemin olduğu, diğer ucunda ise negatif iletkenin olduğu takının bağlanacağı kıskaçtan oluşan bir alettir.

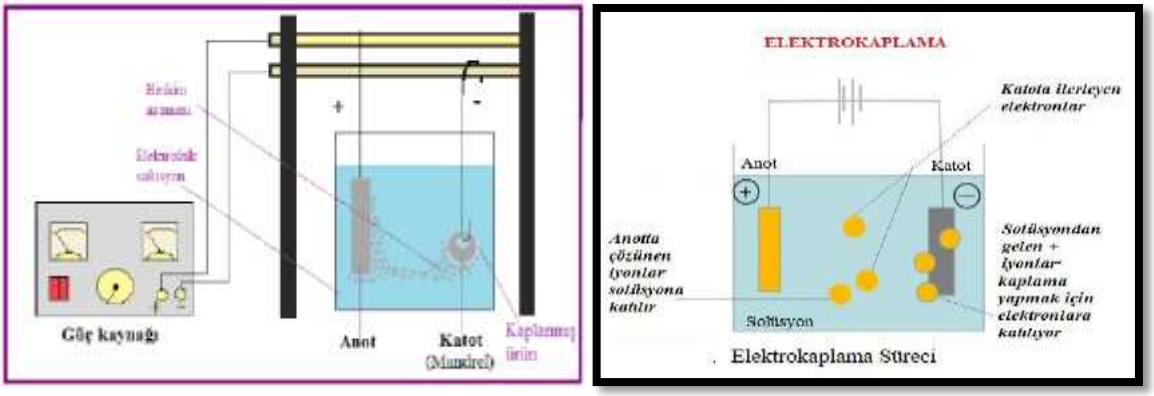


Şekil 1. Kaplama Banyosu ve Kalem Rodaj Aleti [4]

Kaplama İşlemi Nasıl Gerçekleşir

Elektro kaplamada elektrik akımı kullanılarak metaller kaplanmaktadır. Yani elektrik enerjisi kimyasal enerjiye çevrilerek kullanılmaktadır. Kaplama çözeltisinde, çözünmüş halde bulunan metal iyonları, elektrik enerjisi ile kaplanacak malzemenin yüzeyine yapışır. Kaplama işleminde kullanılan kaplama ekipmanı bir katot, bir anot, ampermetre, bir elektrolit ve uygun bir kaplama banyosundan oluşmaktadır. Elektrolit; kaplanacak metali iyonik halde içeren sulu çözeltidir. Elektrolitte metali iyonik halde bulundurmanın en basit yolu, o metalin tuzunun çözeltisini kullanmaktır. Elektroliti oluşturan metal tuzu veya bileşiği banyoya metal iyonu sağlarken, elektroliti oluşturan diğer bileşim olan asit veya alkali bileşiği - banyonun ph.'nın düşük mü, yüksek mi olduğuna bağlı olarak - çözeltinin iletkenliğini arttırmaktadır. Kaplama ekipmanın da ki katot; negatif elektrot olmaktadır. Kaplama banyosunda kaplanacak metal katot olarak bağlanır. Anot ise pozitif elektrot olmaktadır. Kaplama banyosu; elektriği ileten çözünmüş metal tuzu veya bileşiğini içinde bulunduran tanktır. Akım yoğunluğu; iletkenin

birim kesitinden geçen akım miktarıdır. Kaplama yapılırken kaplanacak metal miktarını belirli bir süre de akan amper büyüklüğü belirlemektedir [1].



Şekil 2. Kaplama Banyosu ve Elektro Kaplama İşlemi [1]

Metal Kaplama Oluşum Süreci Şu Şekilde Gelişir;

Elektro kaplama işlemi sırasında ilk başta metal kristalinin oluşması gerçekleşir. Bu kristal oluşumu iki adımda meydana gelmektedir. Bu adımlarda oluşum şöyle olmaktadır;

1. *Temel metalin üzerinde kristal çekirdekleri oluşur,*
2. *Bu çekirdekler gelişir ve büyür.*

Kaplama işlemi sırasında kristal taneciklerin boyutu kontrol edilmesi önemlidir. Çünkü metali oluşturan kristal tanecikleri büyük olursa, metal daha yumuşak, işlenebilir ama donuk ve pürüzlü yüzeyli olur. Kristal taneleri ince olursa; metal daha sert ama pürüzsüz ve parlak yüzeyli olmaktadır.

Elektrik, anottaki pozitif yüklü metal iyonlarının katodun negatif yüklü yüzeyine hareket etmesine neden olmaktadır. Metal iyonlarının birikmesi iş parçası üzerinde ince bir kaplama oluşturur. Kaplama katmanının kalınlığı akıma ve ürünün elektro kaplama çözeltisinde ne kadar süre kaldığına bağlı olarak değişmektedir [1].

Kaplama İşlemi Öncesi Yapılması Gerekenler ve Rodyum Kaplama Süreci

Bir mücevher parçasının kaplanması için önce tüm kirletici maddelerin giderilmesi ve iyice temizlenmesi gerekmektedir; çünkü parça üzerinde herhangi bir kir varsa kaplama tutmayacaktır. Temizleme yolu olarak damıtılmış su kullanmak, buharla temizleme ve elektro temizleme, ürünün rodyum çözeltisine batırılmadan önce temizlenmesinin bazı yollarından olmaktadır.

Rodyum Kaplama Süreci:

İşleme yüzey hazırlığı işlemleri ile başlanmaktadır. Bunlar sırasıyla, temizleme, parlatma ve asitleme olarak 3 aşamada yapılır.

Temizleme: Kaplama yapılacak metal yüzeyi önce iyice temizlenir. Bu temizlik, yüzeydeki yağ, kir, oksit tabakaları ve diğer kalıntıların giderilmesi için gereklidir. Temizlik genellikle ultrasonik banyolar, kimyasal çözücüler veya asit çözeltileri kullanılarak yapılır.

Parlatma: Temizlik işleminin ardından, yüzeyin pürüzsüz ve parlak olması sağlanır. Bu, takının görünümünü ve kaplamanın tutunma kalitesini artırmak için önemlidir. Mekanik parlatma ve mikron düzeyinde zımparalama da bu aşamada uygulanabilir.

Aktivasyon (Etching) %10 sülfürik asitte asitleme, Asit Banyosu: Yüzeydeki oksitleri tamamen gidermek ve kaplamanın daha iyi tutunmasını sağlamak için parlatılan metal bir asit banyosuna daldırılır. Bu işlem, metalin yüzeyini mikro düzeyde aşındırarak kaplamaya hazır hale getirir. Oksit tabakası ya da pas söz konusuysa, seyreltik hidroklorik ya da sülfürik asitle muamele edilmesi gerekmektedir.

Yüzey hazırlığı işlemleri bittikten sonra Rodyum kaplama aşamasına geçilmektedir. Bu aşamada sırasıyla elektrolizde kullanılacak alet seçilir, banyo çözeltisi hazırlanır ve kaplama işlemine geçilmektedir.
Elektroliz Hazırlığı: Rodyum kaplama, elektroliz yöntemi ile gerçekleştirilmektedir. Bu işlemde, metal takı bir elektrik devresine bağlanır ve negatif elektrot (katot) olarak işlev görmektedir. Rodyum ise pozitif elektrot (anot) olarak kullanılmaktadır.
Rodyum Banyo Çözeltisi: Takı, rodyum içeren bir elektrolit çözeltisine daldırılır. Bu çözeltide genellikle rodyum sülfat ve su karışımı bulunur. Çözeltiye düşük voltajda doğru akım uygulanmaktadır.
Kaplama: Akım uygulandığında, rodyum iyonları çözelti içerisinden takının yüzeyine çekilir ve burada metal yüzeyine yapışarak ince bir tabaka oluşturmaktadır. Bu kaplama genellikle
0.1 ila 0.5 mikron kalınlığındadır. Kaplamanın kalınlığı, kaplama süresi ve akım yoğunluğuna bağlı olarak ayarlanabilinmektedir.
Kaplama yapıldıktan sonra işlem burada bitmez mutlaka durulama ve kurutma işlemi yapılır. Bunlara son işlemler adı verilmektedir.
Durulama: Kaplama işlemi tamamlandıktan sonra, takı elektrolit çözeltisinden çıkarılır ve saf su ile iyice durulanır. Bu işlem, kaplama üzerinde kalan kimyasalların ürün üzerinden tamamen uzaklaştırılmasını sağlamaktadır.
Kurulama: Durulamanın ardından, takı kurutulmaktadır. Bu aşamada herhangi bir iz bırakmamak için genellikle hava tabancası ile kurutma tercih edilmektedir.
Kalite Kontrol: Son olarak, takının kaplama kalitesi kontrol edilerek kaplamanın homojen olup olmadığı, parlaklığı ve dayanıklılığı test edilmektedir.

Kalem prosesleri için	**Askı kaplama prosesleri için**	**Askı ve dolap prosesleri için (Rutenyum)**
Banyo Tipi: Kuvvetli asidik	**Banyo Tipi:** Kuvvetli asidik	**Banyo Tipi:** Kuvvetli asidik
Rodyum İçeriği: 2 g/L Rh	**Rodyum İçeriği:** 2 g/L Rh	**Rutenyum İçeriği:** 5 g/L Ru
pH Değeri: <1	**pH Değeri:** <1	**pH Değeri:** 1,2
Sıcaklık: Oda sıcaklığı (20 – 40 °C)	**Sıcaklık:** 35 °C (30 – 40 °C)	**Sıcaklık:** 65 °C
Akım Yoğunluğu: 8- 10 Volt	**Akım Yoğunluğu:** 2 A/dm²	**Akım Yoğunluğu:** 1,5 A/dm²
Kaplama Hızı: 0,1 µm/dakika	**Kaplama Hızı:** 0,045 µm/dakika	**Kaplama Hızı:** 0,12 µm/ dakika
Maks. Kaplama Kalınlığı: 0,1 – 0,2 µm	**Maks. Kaplama Kalınlığı:** 0,3 µm	**Maks. Kaplama Kalınlığı:** 0,2 – 0,3 µm

Şekil 3. Siyah Rodaj Uygulama Bilgileri [3]

Çalışma için yapılan literatür araştırmasında siyah rodyum solüsyon içeriğinin patentli olduğu ve bu nedenle tam içerik verilemediği görülmüştür. Genel olarak literatürde şu bilgiler toplanarak bir araya getirilmiştir:
“Siyah rodyum oluşturmak için olası katkı maddelerinden bazıları çok düşük yüzdelerde kalay sülfat, tellür oksit ve arsenik trioksit içerebilir. Diğer olasılıklar arasında yine platin metaller grubunda yer alan rutenyumun katkı maddelerinden biri olarak kullanılması ve diğerlerinin

siyah rodyumun gri ila siyah rengini oluşturmak için çeşitli kimyasal tuzlar kullanması ile yapılmaktadır". Bu bilgiler ışığında aşağıdaki çıkarımlar elde edilmiştir.



Şekil.4. Patentli solüsyonlar ve bu solüsyonlarla yapılan siyah rodaj örnekleri [3]

Siyah Rodyum Temel Bileşenleri İçin Yapılması Gerekenler

- Patentli kaplama banyosu, rodyum tuzu ve serbest asit içeren rodyum kaplama banyosu ve organokarboksilik asit, aromatik sülfonik asit veya bunların tuzları, amin, jelatin, bütandiol ve hipofosfitten oluşan gruptan seçilen en az birinden oluşan bir katkı maddesi ni içermektedir.
- Normalde, rodyum tuzu, serbest asit ve organokarboksilik asit gibi katkı maddesinden oluşan üç bileşen içeren kaplama banyosu, mevcut ürünün amacına ulaşması için yeterli olmaktadır.
- Geleneksel rodyum kaplamada kullanılan rodyum tuzları, örneğin sülfat, fosfat, sülfamik asit ve benzerleri kaplama banyosu için rodyum tuzu olarak kullanılmaktadır.
- Bu solüsyonda Organokarboksilik asit veya aromatik sülfonik asit, sodyum veya potasyum tuzlarını kapsar. Bunların oranları rodyum konsantrasyonuna bağlı olarak belirlenmeli ve bununla birlikte 0,01 g/I'den az olmamalıdır; daha düşük bir konsantrasyon renk gelişimini kötü yönde etkilemektedir.
- Banyodaki rodyum tuzu konsantrasyonu, 0,1 g/I ila 20 g/I gibi bir konsantrasyon aralığında değişmektedir.
- Konsantrasyonun 20 g/I'yi aşması durumunda pahalı rodyum etkin bir şekilde kullanılamayacaktır.
- Ayrıca rodaj banyosunun pH değeri 6'yı geçmemelidir.
- 6'dan daha yüksek bir pH değerinde, banyodaki rodyum hidroksit oluşturarak dezavantajlı bir şekilde çökelme oluşturacaktır.
- Rodyum kaplamanın rengi kaplama kalınlığı ile ilgilidir, İnce bir kaplama yapıldığında mavi renk, kalın bir kaplamada ise siyah renk elde edilecektir.
- Organokarboksilik asit olarak benzoik asit kullanıldığında 0,05 mikrondan daha az kalınlıktaki kaplama mavi renk olurken, 0,1 mikron veya daha fazla kalınlık siyah renk ve 0,05 ile 0,1 mikron arasındaki kalınlık mavimsi siyah renk olacaktır. 5 mikron kalınlık ise hep siyah renkte olacaktır.
- Rodaj kaplamada 10-80°C arasında bir banyo sıcaklığı seçilmelidir.
- 10°C'den daha düşük bir sıcaklıkta, akım yoğunluğu yeterince yükselmeyecek ve bu da düşük elektrodepozisyon verimliliğine neden olabilecektir.
- 800C'den daha yüksek bir sıcaklıkta, banyonun şiddetli buharlaşmasının dezavantajı oluşacaktır.

- Akım yoğunluğu ise; 0,1 - 10 A/dm^2 olmalıdır. Akım yoğunluğunun 10 A/dm^2'den daha yüksek olması, banyodaki katotta gazın şiddetli bir şekilde buharlaşmasına ve buna bağlı olarak renk tonunun bozulmasına neden olmaktadır.
- Yoğun kullanımlarda rodaj işleminden en iyi sonuç alabilmek için, rodaj suyunun her üç ayda bir değiştirilmesi gerekmektedir.
- Bir diğer yanlış uygulama da, rodaj banyosuna akımı ileten anota (yükseltgenmenin gerçekleştiği elektrot) ve katota (indirgenmenin gerçekleştiği elektrot) yüksek akım verildiğinde sade ürün kararır. Buna karşılık akım az verilir ise bu sefer de istenen renk tutmamaktadır. [1,3,4]

Rodyum Uygulamasında Dikkat Edilmesi Gereken Kurallar

Öncelikle kaplama yapılacak yüzeyde taş varsa mutlaka taşın zarar görmeyen türü olduğundan emin olunmalıdır. Peridot, inci, opal, turkuaz, mercan, yakut ve zümrütler kaplama işlemi sırasında zarar görebilmektedir. Ancak, Elmaslar, safir ve yakut gibi sert değerli taşlar rodyum kaplamaya dayanacak kadar dayanıklı olmaktadır. Mücevher parçasını kaplarken çıkarılmaları gerekmez ve işlemden zarar görmemektedir.
Rodaja girecek malzeme eğer çok temiz olmazsa kaplama üzerinde koyu lekelenmeler olacaktır. Bu nedenle bütün temizlik aşamalarına uyulması gerekmektedir.
Voltaj ayarı siyah rodaj kaplamada dikkat edilmesi gereken diğer konulardan biridir, akım yüksek olursa kaplamada lekelenmeler oluşabilmektedir. Az verildiğinde ise kaplama yüzeye tutunamamaktadır.
Bronz ve bakır metalinin rodaj kaplama aşamasında çok dikkatli olunmalıdır. Zira bu metaller rodaj suyunu işlevini düşürerek suyun ömrünü kısaltmaktadır.
Rodaj suyu kullanım sıklığına ve kaplanan metallerin çeşidine bağlı olarak mutlaka 3 ayda bir yenilenmelidir. Altın ve gümüş metali rodaj suyunu çok bozmamaktadır. Bu yüzden yenilenme sıklığı bakır ve alaşımından daha az olabilmektedir.
Rodyum kaplamaların ideal kalınlığı yüzük ve çizilmeye daha açık alanlarda takılan ürünler için 0,75 ila 1,0 mikrondur. Dış etkenlere karşı daha korunaklı olan küpeler ve kolye uçları gibi takılar veya sık takılmayan aksesuarlar için 0,10 ila 0,50 kalınlık yeterli olabilmektedir. Şu da unutulmamalıdır ki kaplama gereğinden çok kalın olursa rodyumun kırılganlığından dolayı çatlayabilmektedir.

SONUÇLAR

- Genel ismi Rodaj olan kalıcı elektroliz kaplamanın ana hammaddesi Platin grubu metallerdir. Platin grubu metaller; [Platin (Pt), Paladyum (Pd), Rutenyum (Ru), Rodyum (Ro), Osmiyum (Os) ve İridyum (Ir)] dur.
- Gerçekte, RODAJ uygulanan mücevherin değerini ne artırır ne de azaltır. Her renk rodaj sadece mücevhere ve/veya takıya parlaklık ve belli bir süre için dayanıklılık kazandırmaktadır. Eğer tesviye ve cila işleminin iyi yapılmaması sonucunda ise istenilen parlaklık ve koruma elde edilememektedir. Ayrıca, rodajda akımı ileten anot ve katota yüksek akım verildiğinde, mücevherler/takılar kararır. Eğer akım az verilir ise istenen renk ortaya çıkmamaktadır.
- Genellikle altın, gümüş ve paladyumdan mamul ürünlere uygulanır. Fakat bunların dışında çelik, döküm, bronz ve bakıra da uygulanabilir ancak bunlar hem rodaj suyunu kısa zamanda bozar hem de rodaj suyunun ömrünü kısaltmaktadır. Rodaj suyunu bozmadan en uzun ömürlü yapan metal, sadece altındır.
- Siyah rodaj genellikle 8 ayar elmas ve renkli taşlı montürler de kullanılır. Genel amaç elmasları daha da ön plana çıkarmaktır.

- Rodaj kaplamada 10-80°C arasında bir banyo sıcaklığı seçilmelidir. 10°C'den daha düşük bir sıcaklıkta, akım yoğunluğu yeterince yükselmeyecek ve bu da düşük elektrodepozisyon verimliliğine neden olacaktır. 80^0C'den daha yüksek bir sıcaklıkta, banyonun şiddetli buharlaşmasının dezavantajı oluşacaktır.
- Akım yoğunluğu ise; 0,1 - 10 A/dm^2 olmalıdır. Akım yoğunluğunun 10 A/dm^2'den daha yüksek olması, banyodaki katotta gazın şiddetli bir şekilde buharlaşmasına ve buna bağlı olarak renk tonunun bozulmasına neden olacaktır.
- Ayrıca rodaj banyosunun ph değeri 6'yı geçmemelidir. 6'dan daha yüksek bir ph değerinde, banyodaki rodyum hidroksit oluşturarak dezavantajlı bir şekilde çökelme oluşturacaktır.
- Kaplamanın rengi kaplama kalınlığı ile ilgilidir, İnce bir kaplama yapıldığında mavi renk, kalın bir kaplamada ise siyah renk elde edilecektir. Organokarboksilik asit olarak benzoik asit kullanıldığında 0,05 mikrondan daha az kalınlıktaki kaplama mavi renk olurken, 0,1 mikron veya daha fazla kalınlık siyah renk ve 0,05 ile 0,1 mikron arasındaki kalınlık mavimsi siyah renk olacaktır. 5 mikron kalınlık ise hep siyah renkte olabilecektir..
- Malzemenin kar marjı artmaktadır; 2800 TL'ye alınan bir rodaj suyunun uygulamada 2 katı kadar bir değerle kar elde edilebilmektedir.

KAYNAKLAR

[1] Gürsoy, Başak (2013), Kuyumculuk Teknikleri, MENGİ Basım Ambalaj Ltd. Şti., ISBN: 978-605-85869-0-1

[2] Güven, A. (2002). *Atık rodyum kaplama çözeltilerinden rodyum geri kazanımı* (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).

[3] https://galtekkimya.com.tr/rhoduna-rodyum-kaplama-kimyasallari/#1564737077560- 57d555be-66c9

[4] https://www.alexmakina.com/rhoudium-nedir-rodyum-kaplama-icin-10-harika-ipucu