



Tüm Yüze İşlemler Derneği'nin haberleşme, tanıtım ve yayın noktasıdır. Her üç ayda bir Türkçe ve İngilizce olarak yayınlanmaktadır.

TÜYİDERGİ-The communication, promotion and publication point of the Surface Treatments Association of Turkey. Our journal is published quarterly in both Turkish and English.



Derneğimizin 6. kuruluş yılını kutlarken, Yüze İşlemleri Sektörünün referans yayını TÜYİDERGİ'nin, 4. yaşına ulaşmanın gururunu yaşıyoruz.



makale
article

makale
article

sezi
travel

06

Horoloji Camiasının
En Tartışmalı Markasının Malzeme
Teknolojilerine Katkısı

Contribution of the Most Controversial
Brand in the Watchmaking Community
to Material Technologies

22

I'den T'ye, T'den M'ye: Toyota'dan
Öğrendiğimiz ve Yarına Taşıdığımız
Liderlik Modeli

From I to T, from T to M: The Leadership Model
We Learned from Toyota and Carry
into Tomorrow

60

Kura Nehri Kıyısında
Bir Mayıs Yolculuğu: Tiflis

A May Journey Along the Kura River:
Discovering Tbilisi

DERGİ ADI | Name of Journal
TÜYİDERGİ

YAYIN TÜRÜ | Publication Type: National
Yerel, süreli 3 aylık dergi
Type: National, Periodical 3- monthly

İMTİYAZ SAHİBİ | Concessionaire
Tüm YüzeY İşlemler Derneği İktisadi İşletmesi

YAYIN SORUMLUSU | Publication Executive
Tolga ZENT

SORUMLU MÜDÜR | Responsible Manager
Turan Ali SELEN

EDİTÖR | Editor in Chief
Prof. Dr. Ekrem ALTUNCU

YAYIN KURULU | Editorial Board

Prof. Dr. Ali Fuat ÇAKIR İTÜ
Prof. Dr. Hüsnü GERENGLİ DÜ
Prof. Dr. İhsan EFOĞLU AU
Prof. Dr. Kürşat KAZMANLI İTÜ
Prof. Dr. Lütfi ÖKSÜZ SDÜ
Prof. Dr. Mustafa Kamil ÜRGEN GTÜ
Prof. Dr. Mustafa Kamil ÜRGEN İTÜ
Prof. Dr. Servet TIMUR İTÜ
Prof. Dr. Taner YONAR UU
Prof. Dr. Tamer SINMAZÇELİK KOÜ
Prof. Dr. Tunç TÜKEN ÇÜ
Prof. Dr. Uğur MALAYOĞLU DEÜ
Prof. Dr. Volkan GÜNAY FMV
Prof. Dr. Ekrem ALTUNCU SUBU
Prof. Dr. Hatice DURAN DURMUŞ TOBB
Prof. Dr. Güdem KARTAL ŞİRELİ İTÜ
Doç. Dr. Ergün KELEŞOĞLU TAU

SEKTÖREL TEKNİK DANIŞMA KURULU
Advisory Board

Ali DURAN
Alper VIDIN
Bilgi ÇENGELLİ
Canan ULUŞAHİN
Celal SEYALIOĞLU
Dr. Hüseyin HALICI
Dr. Metin YILMAZ
İlker KARABULLUT
Fatma FIDAN
Kıvanç SAĞNAK
Levent OYMAN
Merve Yavaş UMUTLU
Muhammed KILINÇ
Nagehan UÇANOK
Oğuzhan ÇİMEN
Olca AKBULLUT
Sekçuk KILIÇARSLAN
Simge TARKUÇ
Tolga ZENT
Turan Ali SELEN
Yener GÜR'EŞ
Zafer ÖZDEMİR

YAZIŞMA ADRESİ | Contact Address

TÜYİDER
Tüm YüzeY İşlemler Derneği İktisadi İşletmesi
Aydınlı - KOSB Mah. Tuzla Kimya Sanayicileri OSB Atom Cad. No. 2
Tuzla 34953 İSTANBUL TÜRKİYE
www.tuyider.org | info@tuyider.org

GRAFİK TASARIM | Graphic Design

Makroser Yazılım İnternet Tekn. Hird. ve Reklam San. ve Tic.
Ltd. Şti.
Mevlana Mh. Çelebi Mehmet Cd. Yarasan Esenkent Sts. A1 / 8
Beylikdüzü / İstanbul - Türkiye
info@makroser.com.tr | www.makroser.com.tr

RENK AYRIMI ve BASKI | Printed By

Anka Matbaacılık San. ve Tic. Ltd. Şti.
2. Matbaacılar Sitesi ZF9 Topkapı / İstanbul - Türkiye
+90 212 565 90 33 - ankamatbaa@gmail.com - S. No: 44889

TUYİDERGİ, T.C. Yasalarına uygun olarak yerel süreli bir yayın olarak yayımlanmaktadır. TUYİDERGİ dergisinde yer alan görüşler sadece yazarlarına aittir. Kaynak gösterilmeden ve izinsiz alınıp yapılamaz.

Dergimizde yer alan tüm reklam içerikleri firmalara, makale, görsel, grafik içerikleri ve görüşler yazarna ait olup dergimizin sorumluluğunda değildir.

All advertisement contents in our magazine belong to companies, articles, visuals, graphic contents and opinions belong to the author and are not the responsibility of our magazine.

Basım Tarihi: Ekim 2025 - Print Date: October 2025



04 - 05

Bizim Kalemimizden
Kamil ÖZÇIKMAK



06 - 09

Horoloji Camiasının En Tartışmalı Markasının Malzeme Teknolojilerine Katkısı

Contribution of the Most Controversial Brand in the Watchmaking Community to Material Technologies

Prof. Dr. Hatice DURAN

12 - 14

Borik Asitsiz Yeni Nesil Parlak Nikel Kaplama Sisteminin Teknik ve Endüstriyel Analizi

Technical and Industrial Analysis of the New-Generation Boric-Acid-Free Bright Nickel Plating System

Erhan ERDENER



16 - 21

Metal Yüzeylerin Elektrolizasyonu

Electropolishing of Metal Surfaces

Doç.Dr. Metehan ERDOĞAN



22 - 27

I'den T'ye, T'den M'ye: Toyota'dan Öğrendiğimiz ve Yarına Taşadığımız Liderlik Modeli

From I to T, from T to M: The Leadership Model We Learned from Toyota and Carry into Tomorrow

Recep YİĞİT



28 - 31

YüzeY İşlem ve Metal Kaplama Tesislerinde Kimyasal Güven

Chemical Safety in Surface Treatment and Metal Plating Facilities

34 - 41

Ekllemeli İmalat için YüzeY Ardıl İşlem Teknolojileri

Surface Post- Processing Technologies for Additive Manufacturing

Doç.Dr. Binnur SAĞBAŞ



44 - 53

İnsansız Vinç Sahası

Autonomous Crane Operation Area

Mehmet Alp Mahmutoğlu
Duygu Turan
Gökhan Akduman
Ayşenur Kurtuluş Okutan



54 - 57

TÜYİDER - YÜZEY AKADEMİSİ Galvanoteknikte Ön YüzeY İşlemleri Eğitimi

TÜYİDER - SURFACE ACADEMY Pre-Treatment Processes in Galvanotechnics Training



59

Sanayinin Buluşma Noktası: WIN EURASIA 2026

The Meeting Point of Industry: WIN EURASIA 2026

60 - 63

Kura Nehri Kıyısında Bir Mayıs Yolculuğu: Tiflis

A May Journey Along the Kura River: Discovering Tbilisi

Erşan Hamza TURGUT



64 - 65

YüzeY İşlemler Sözlüğü

Dictionary of Surface Treatment





YÜZEY AKADEMİSİ

YÜZEY AKADEMİSİ-TÜM YÜZEY İŞLEMLER DERNEĞİ TÜYİDER'in Eğitim, Test ve Belgelendirme Merkezidir. Sektörün teknik hafızasını genişletmek, yaşam boyu öğrenme kapsamında sektör uzmanlarını bir araya getirmek ve tecrübelerini yeni nesiller ile paylaşmaları için organizasyonlar gerçekleştirmektedir. Ulusal ve uluslararası iş birlikleri ile sektör ağlarını büyütmek ve sektörel talepleri değerlendirmeyi hedeflemiştir. Sosyal ve teknik etkinliklerle farkındalığı yüksek, çevreci, inovatif, teknolojik ve bilimsel yaklaşımlarla sektörün gelişimine katkı sağlamayı amaçlamıştır.

FAALİYET BAŞLIKLARI

- Eğitim Hizmetleri
- Test ve Analiz Hizmetleri
- Seminer Programları (Davetli Konuşmacılar, Paneller)
- Bilimsel Çalıştay, Panel, Forum, Kongre ve Sempozyum Faaliyetleri
- Sektörel Etkinlikler (Sponsorlu Sektör Buluşmaları, Seminerleri)
- TÜYİDERGİ-Endüstriyel Sektör Dergisi
- TÜYİDER Yayın Faaliyetleri - El Kitapları
- Tesis Check-Up Hizmetleri
- Fizibilite Hizmetleri
- Danışmanlık Hizmetleri
- Projelendirme ve Tasarım Hizmetleri
- Proje İş Birlikleri (Ulusal ve Uluslararası Fonlar)

SURFACE ACADEMY-SURFACE TREATMENTS ASSOCIATION OF TURKEY - is the Training, Testing and Certification Center of TÜYİDER. It organizes organizations to expand the technical memory of the sector, to bring together sector experts within the scope of lifelong learning and to share their experiences with new generations. It aims to expand sector networks and evaluate sectoral demands through national and international collaborations. It aims to contribute to the development of the sector with high awareness, environmentally friendly, innovative, technological and scientific approaches through social and technical events.

ACTIVITY TITLES

- Educational Services
- Testing and Analysis Services
- Seminar Programs (Invited Speakers, Panels)
- Scientific Workshop, Panel, Forum, Congress and Symposium Activities
- Sectoral Events (Sponsored Sector Meetings, Seminars)
- TÜYİDERGİ-Industrial Sector Magazine
- TÜYİDER Publishing activities - Handbooks
- Facility Check-Up Services
- Feasibility Services
- Consulting Services
- Project Planning and Design Services
- Project Collaborations (National and International Funds)



Kamil ÖZÇIKMAK

TÜYİDER - Yönetim Kurulu Başkan Yardımcısı
TÜYİDER - Vice Chairman of the Board

TÜYİDER - TÜM YÜZEY İŞLEMLER DERNEĞİ

TÜYİDER - SURFACE TREATMENT ASSOCIATION

Değerli Okurlarımız,

Tüm YüzeY İşlemler Derneği (TÜYİDER) olarak, kuruluşumuzun 6. yılını ve sektörümüzün ortak sesi olma hedefiyle hayata geçirdiğimiz dergimiz Tüyidergi'nin 4. yayın yılını gururla kutluyoruz. Kısa sayılabilecek bu süre içerisinde atılan her adım, yüzeY işlemler sektörünün gelişimi adına önemli bir kazanım olmuştur.

TÜYİDER, kurulduğu günden bu yana; bilgi paylaşımını teşvik eden, sektör paydaşlarını aynı çatı altında buluşturan ve yüzeY işlemler alanında kalite, sürdürülebilirlik ve teknolojik gelişimi önceleyen bir anlayışla faaliyetlerini sürdürmektedir. Bu anlayışın en somut yansımalarından biri olan Tüyidergi, yalnızca bir yayın organı değil, aynı zamanda sektörümüzün hafızası ve referans kaynağı olma yolunda emin adımlarla ilerlemektedir.

Dergimiz; akademik çalışmalardan uygulama örneklerine, teknik yeniliklerden sektörel değerlendirmelere kadar uzanan geniş bir içerik yelpazesıyla bilgiye erişimi kolaylaştırmayı ve ortak akıllı güçlendirmeyi hedeflemektedir. Bu yönüyle Tüyidergi, sanayi ile bilimi buluşturan önemli bir platform haline gelmiştir.

Önümüzdeki dönemde de; çevresel sorumluluk bilinci yüksek, uluslararası rekabet gücü artan ve teknolojiyi etkin kullanan bir yüzeY işlemler sektörü için çalışmalarımıza kararlılıkla devam edeceğiz. TÜYİDER ve Tüyidergi, bu yolculukta sektörümüzün tüm paydaşlarıyla birlikte yürümeyi sürdürecektir.

Bu vesileyle; derneğimizin bugünlere gelmesinde emeği geçen tüm üyelerimize, yazarlarımıza, editörlerimize ve katkı sunan herkese teşekkür ediyor, Tüyidergi'nin sektörümüze uzun yıllar boyunca değer katmasını diliyorum.

Saygılarımla,

Dear Readers,

As the Surface Treatment Association (TÜYİDER), we are proud to celebrate the 6th anniversary of our establishment and the 4th year of publication of our magazine *Tuyidergi*, which we launched with the goal of being the collective voice of our industry. Every step taken within this relatively short period has represented a significant achievement for the development of the surface treatment sector.

Since its establishment, TÜYİDER has operated with an approach that encourages knowledge sharing, brings industry stakeholders together under one roof, and prioritizes quality, sustainability, and technological advancement in the field of surface treatments. One of the most concrete reflections of this vision, *Tuyidergi* is not merely a publication, but is steadily becoming the memory and a key reference source for our sector.

Our magazine aims to facilitate access to knowledge and strengthen collective intelligence through a broad range of content, from academic studies to practical applications, and from technical innovations to sectoral evaluations. In this respect, *Tuyidergi* has become an important platform that brings industry and science together.

In the coming period, we will continue our efforts with determination to support a surface treatment sector that is environmentally responsible, increasingly competitive on an international scale, and effectively utilizes technology. TÜYİDER and *Tuyidergi* will continue to walk this path together with all stakeholders of our industry.

On this occasion, I would like to extend my sincere thanks to all our members, authors, editors, and everyone who has contributed to bringing our association to where it is today, and I wish *Tuyidergi* many more years of adding value to our sector.

Sincerely,

Horoloji Camiasının En Tartışmalı Markasının Malzeme Teknolojilerine Katkısı

Contribution of the Most Controversial Brand in the Watchmaking Community to Material Technologies



Prof. Dr. Hatice DURAN

TOBB ETÜ - Malzeme Bilimi ve Nanoteknoloji Mühendisliği

Sanırım kırk yaşını geçmiş herkesin bir mekanik kol saati hikâyesi vardır. Benim hatırladığım ilk kol saatim, rahmetli dedemin bayramlarda elini öperken alınma değen kocaman altın kaplama kadranlı saatiydi (şimdi benim!). Sonra ilkokul ikinci sınıfta, babamın çarpım tablosunu ezberlemem karşılığında aldığı ilk kol saatimi hâlâ unutamam. Günlerdir kız kardeşimi, o saati birkaç dakika takabilmesi için peşimden koşturup yalvartmışım. Kol saatlerinin beni bu kadar cezbetmesi, sınırlı bir alan içerisine yerleştirilen minicik parçaların bir araya gelip küçük bir fabrika gibi çalışma mekanizmasına duyduğum hayretti. Bu çarkların enerjisi nereden geliyordu? Libya'dan amcamın getirdiği yeşil sıvı kristal ekranlı Japon dijital saat de dâhil olmak üzere epey bir saati açıp bu sorunun cevabını aramışımdır. Ancak mühendis olduktan sonra işin sırrını öğrendim. Her ne kadar kol saatleri, akıllı saatlerin hayatımıza girmesiyle birlikte bambaşka bir yöne doğru evrilmiş olsa bile ben hâlâ bir mekanik saat meraklısıyım. Günümüzde mekanik saatler sadece bir aksesuar değil, aynı zamanda yatırım aracı olarak da kullanılmaktadır. Akıllı saatlerin hayatımıza girmesi onları daha az görünür yapabilir; ancak çok daha değerlenmiş durumdadır.

Bugün dikkatinize, son yıllarda horoloji camiasında çokça tartışılan bir konuyu getirmek ve bir malzeme mühendisi ve yüzey kimyacı perspektifinden tartışmak istiyorum. İsviçre'nin Nyon şehrinde bulunan lüks saat markası Hublot (Türkçe "lomboz"), İtalyan Carlo Crocco tarafından 1980 yılında kurulmuştur (1). Markanın karakteristiği, İtalyan tasarımını İsviçre zanaatkârlığıyla birleştirip sıra dışı saatler üretmesidir. Ancak bu sıra dışılık çoğu zaman saat severler tarafından olumsuz eleştirilerle karşılaşmaktadır. Firma, o dönemde lüks saatlerde görülmemiş bir tasarım yaparak doğal kauçuk bir kayışla altın kadranı tek bir modelde birleştiren ilk marka oldu. Bu yaklaşım, "Füzyon Sanatı" adı verilen; geleneksel saat

Everyone over forty has a story about a mechanical wristwatch. The first wristwatch I remember was my late grandfather's, with a large, gold-plated dial that touched my forehead when I kissed his hand during holidays (now mine!). Then, I still can't forget the first wristwatch my father bought me in second grade in exchange for memorizing multiplication tables. I had chased after my sister for days, so that she could wear that watch for a few minutes. The reason wristwatches fascinated me so much was my admiration for the tiny parts, placed within a limited space, coming together to form a working mechanism like a small factory. Where did the energy for these gears come from? I even disassembled many watches, including the Japanese digital watch with a green liquid crystal display that my uncle brought from Libya, to find the answer to this question. But after becoming an engineer, I learned the secret of how it works. Although wristwatches have evolved into a completely different direction with the advent of smartwatches, I am still a mechanical watch enthusiast. Today, mechanical watches are not only accessories but also used as investment tools. The arrival of smartwatches in our lives may make them less visible, but they are now much more valuable.

Today, I want to bring up a topic that has been widely discussed in the horology community in recent years and discuss it from the perspective of a materials engineer and surface chemist. The luxury watches brand Hublot, located in Nyon, Switzerland, was founded in 1980 by Italian Carlo Crocco. The brand's characteristic is its combination of Italian design with Swiss craftsmanship to produce extraordinary watches. However, this uniqueness is often met with negative criticism from watch enthusiasts. At that time, the company became the first to introduce a design never seen in luxury watches, combining a gold dial with a natural rubber strap in a single model.



This approach represents a new vision that merges traditional watchmaking, called 'Fusion Art,' with unconventional materials and modern aesthetics. The rubber strap was practical and comfortable, setting it apart from traditional leather or metal straps, and was very well-liked by users. The strategy of combining these two very different materials changed the rules of the game in the watch industry. Despite initial reservations, this bold move definitely paid off for the company. First and foremost, the luxury watches and sports sectors became much closer. Hublot's sponsorships with FIFA and UEFA Premier League, along with famous footballers and athletes wearing this model, increased interest in the brand and, of course, its economic value. This commercial success also inspired other brands, and today, combining a precious metal with a rubber strap has become a common practice.

yapımını alışılmadık malzemelerle ve modern estetikle birleştiren yeni bir vizyonu temsil etmektedir (2). Kauçuk kayış, pratik ve konforlu olmasından dolayı geleneksel deri veya metal kayışlardan ayrılıyordu ve kullanıcılar tarafından çok beğenildi. Bu iki çok farklı malzemenin birleştirilmesi stratejisi, saat endüstrisinde oyunun kurallarını değiştirdi. İlk çekincelere rağmen bu cesur hamle, kesinlikle firmaya karşılığını verdi. Her şeyden önce lüks saat ve spor sektörü birbirine çok daha yakınlaştı. Hublot'un FIFA ve UEFA Premier League sponsorlukları, dünyaca ünlü futbolcuların ve sporcuların bu modeli kollarına takmaları firmaya olan ilgiyi ve tabii ki markanın ekonomik değerini de artırdı. Bu ticari başarı diğer markalara da ilham olmuş, değerli bir metali kauçuk kayışla birleştirmek günümüzde yaygın bir hâle gelmiştir.

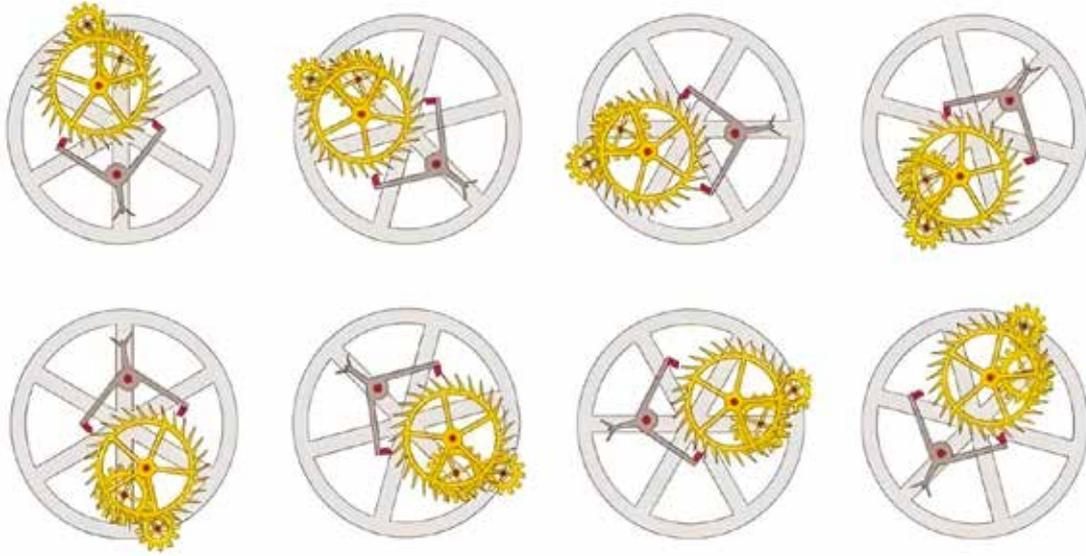
BIG BANG



In fact, for three centuries, the mechanical watch industry has primarily focused on developing mechanisms and complications.

Aslında üç yüzyıldır mekanik saat sektörü ağırlıklı olarak mekanizma ve komplikasyon geliştirmek üzerine odaklanmışken, nasıl oluyor

da daha piyasaya yeni çıkan bir firma sadece malzeme tasarımı üzerinden bu kadar revaç görüyordu? Firma bu eleştiriyi dikkate aldı mı bilinmez; ancak 2005 yılında çıkarttıkları “Big Bang” serisinde sadece dış tasarım değil, mekanizmaya devrim niteliğinde bir de kronograf yerleştirmişlerdir. Bu tasarım; karbon, seramik, titanyum ve tantal gibi cesur malzeme kombinasyonları sayesinde saat yapıcılığı ve tasarım yarışmalarında bir dizi ödül kazanmıştır. Sonraki ses getiren komplikasyonu ise 2017 senesinde piyasaya sürdüğü “Hublot Techframe Ferrari Tourbillon Kronografi” olmuştur (4). Tourbillon, mekanik saatlerde en üst komplikasyon olarak bilinir ve saatin eşapman çarkı, spiral yay ve balans kısmının tek bir platform üzerinde dönmesi sonucu yerçekimi kaynaklı mikro sapmalar ortadan kaldırılarak ayar hassasiyetinin çok yüksek olmasını sağlar (5).



Ancak bu yaratıcı ve yüksek teknoloji içeren sunumların, hâlâ mekanizmaya önem veren saat severlerin gönlünü kazanamadığı görülmektedir. Hatta marka, horoloji dünyasında en çok eleştirilen markalardan biri hâline gelmiştir. Bu negatif bakış açısının birkaç nedeni bulunmaktadır. Birincisi, modellerinin çoğunun sektördeki rakiplerine son derece benzediğine inanılmasıdır. İkinci olarak ise kimliği ve yeniliklerinin çoğunlukla değerli bir metali kauçuk bir kayışla eşleştirme fikrine dayandığı ve bunun da çığır açmaktan uzak olduğu değerlendirilmektedir. Ancak bu konuda firmaya haksızlık yapıldığını düşünmekteyim. Yüzyıllara dayanan mekanik saat sektöründe estetik görünüm ve yeni mekanizma çabaları zaten 20. yüzyılda doyuma ulaşmış, pek çok firma da birbirine çok benzeyen saatler üretmeye başlamıştı. Zaten 1970’li yıllarda Seiko’nun quartz ucuz saat devrimi ve 2000’li yılların akıllı saat furusu ile sektör gerilemeye başlamışken, bu firma piyasaya yeni bir yol açmıştır. Malzeme bilimi ve teknolojiyi horoloji ile bir üst seviyeye taşımıştır. Firma bünyesindeki Metalurji ve Malzeme bölümünde kendi Ar-Ge’sini yapmakta ve piyasaya yenilikçi malzemeler (seramik, titanyum, PEEK (Polieter Eter Keton), karbon fiber ve kauçuk) veya kaplamalar (fiziksel buhar biriktirme PVD, firmanın ikonik eserlerinin vazgeçilmez elmas benzeri karbon DLC kaplama, altın kaplama) kazandırmaktadır. Firmanın yeni kazandırdığı patentli onlarca saat malzemesi de bulunmaktadır. Örneğin; Magic Gold adını verdiği, muhtemelen bir altın alaşımı olan çizilmez altın; üstün mekanik dayanımlı, tok ve tamamen çizilmeye karşı dayanıklı seramik

So how is it that a relatively new company on the market is so popular solely based on material design? It is unknown whether the company took this criticism into account, but in 2005, they released the “Big Bang” series, which featured not only an external design but also a revolutionary chronograph integrated into the movement. This design, thanks to bold material combinations such as carbon, ceramic, titanium, and tantalum, has won a series of awards in watchmaking and design competitions. The next high-profile complication they introduced was the “Hublot Techframe Ferrari Tourbillon Chronograph” launched in 2017. The tourbillon is known as the top complication in mechanical watches, and it eliminates micro-variations caused by gravity by allowing the escapement wheel, spiral spring, and balance to rotate on a single platform, resulting in very high accuracy.

However, it appears that these creative and high-tech presentations still have not won the hearts of watch enthusiasts who prioritize the mechanism. In fact, the brand has become one of the most criticized in the horology world. There are several reasons for this negative perception. First, it is believed that most of their models closely resemble those of their competitors; second, their identity and innovations mostly rely on pairing a precious metal with a rubber strap, which is considered far from groundbreaking. However, I believe that the company has been treated unfairly in this matter. In the mechanical watch industry, which has a history spanning centuries, efforts toward aesthetic appearance and new mechanisms had already reached saturation in the 20th century, and many companies started producing watches that looked very similar to each other. Back in the 1970s, when Seiko’s quartz watch revolution and the smartwatch craze of the 2000s caused the industry to decline, this company paved a new path in the market. It elevated materials science and technology to a higher level through horology. The company’s Metallurgy and Materials department conducts its own R&D and introduces innovative materials (ceramics, titanium, PEEK—Polyether Ether Ketone—carbon fiber, and rubber) or coatings (Physical Vapor Deposition—PVD, diamond-like carbon—DLC coating, which is indispensable for the company’s iconic pieces, and gold plating) to the market. The company also holds dozens of patents for watch materials it has developed. For example, the scratch-resistant gold called Magic Gold, which is likely an alloy, features superior mechanical

durability, a solid, fully scratch-resistant ceramic (probably ceramic-glass), internal parts sintered with zirconium at very high temperatures, transparent sapphire that reveals the heart of the watch, and hypoallergenic rubber materials. In fact, I believe that these advanced materials, endowed with such superior properties, will find applications in other fields in the future (such as jewelry, radar technologies, and kitchenware). After all, Teflon pans, which are widely used in our kitchens and later became subjects of health-related debates, were also produced as part of a defense industry project, albeit in an unrelated manner. Another criticism is that the designs lack aesthetic appeal. Hublot's extremely complex dial designs, which are quite large (many models have a width of 42mm or more and a thickness of around 15mm), are far from traditional watchmaking standards. Their latest models are almost distant from the elegance of classic watches and resemble more modern engine blocks. Some watch enthusiasts believe that these designs bring a different perspective on how the industry can be more creatively utilized. The final and most crucial criticism concerns the prices of these watches. It is stated that the models are very expensive and that it is unfair to other brands that sell more complex watches at lower prices.

In conclusion, I appreciate the company for its focus on materials science and technology, its R&D efforts, and its introduction of new hybrid/composite materials to the market, and I will continue to follow its developments.

(muhtemelen cam-seramik); iç kısımda çok yüksek sıcaklıklarda zirkonyumla sinterlenmiş parçalar; saatin kalbini ortaya çıkaran şeffaf safir ve hipoalerjenik kauçuk malzemeler gibi. Aslında bu üstün özellikler kazandırılmış malzemelerin kullanım alanlarının ileride diğer alanlarda da (kuyumculuk, radar teknolojileri, mutfak eşyaları gibi) yer bulacağına inanıyorum. Sonuçta mutfaklarımızda yaygın olarak kullandığımız ve sonradan sağlıklı ilgili tartışmalara konu olan teflon tavalar da alakasız bir şekilde bir savunma sanayi projesinden üretilmedi mi?

Bir diğer eleştiri noktası ise tasarımların estetik bulunmaması yönündedir. Hublot'un son derece karmaşık kadran tasarımları, oldukça büyük boyutları (birçok modelin genişliği 42 mm veya daha büyük, kalınlığı ise 15 mm civarında) saatçilik normlarından çok uzaktır. Neredeyse yeni modelleri, klasik saatlerin zarafetinden uzak ve daha çok günümüz motor bloklarını anımsatmaktadır. Bazı saat severler ise bu tasarımların sektörün daha yaratıcı nasıl kullanılabileceğine dair farklı bir bakış getirdiğini düşünmektedir. Son ama en önemli eleştiri konusu ise bu saatlerin fiyatlarıdır. Modellerin çok pahalı olduğu ve daha karmaşık saatleri daha ucuz fiyata satan diğer markalara haksızlık yapıldığı ifade edilmektedir. Sonuç olarak diğer firmayı; malzeme bilimi ve teknolojilerine önem vermesi, Ar-Ge yapması ve piyasaya yeni hibrit/kompozit malzemeler sunmasından dolayı takdir etmekteyim ve takip etmeye devam edeceğim.

Referanslar | References

-1. <https://www.hublot.com/en-int/40-years/digital-book-products> -2. <https://www.bachmann-scher.de/en/magazine/luxury-watches-brand-stories/hublot/hublot-story.html> -3. <https://mygemma.com/blogs/news/the-rest-is-hublot-history?> -4. <https://www.ablogtwatch.com/hublot-techframe-ferrari-70-years-tourbillon-chronograph-watch/> -5. <https://www.teksaat.com/tourbillon-mekanizmasi-nedir?>

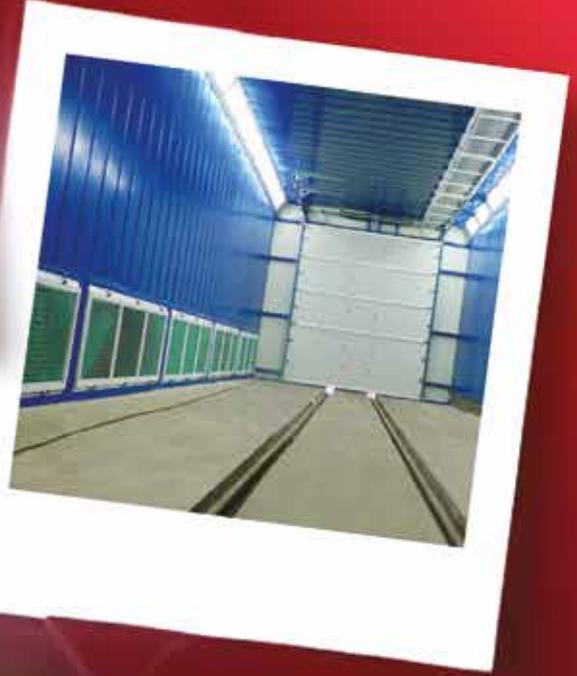
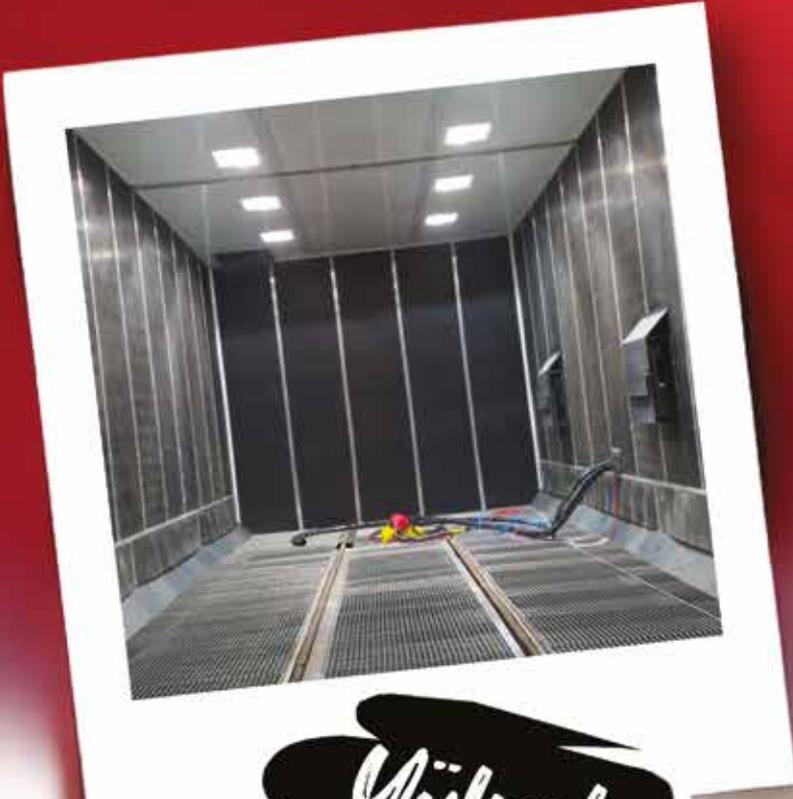


Sektörün profesyonelleri
TÜYİKART
avantajları ile buluşuyor.

TÜYİKART, üyelerimize yönelik ayrıcalıklı bir kart olup, üyelerimizin sosyal ve ticari yaşamlarına avantajlı fırsatlar sunacaktır.

Derneğimiz ile iş birliği yapan test laboratuvarları, üniversiteler, enstitüler ve araştırma kurumlarının hizmetlerinden indirimli yararlanma fırsatı yanında; ulaşımdayakıt avantajları, anlaşmalı otellerde indirimli konaklama, restaurant ve kafeler ile anlaşmalar gibi sayısız firma ve markadan yararlanma şansına sahip olabilirsiniz. TÜYİKART firmanıza veya şahsınıza özel olarak hazırlanacaktır.

TÜYİKART is a privileged card for our members and will offer advantageous opportunities to our members' social and commercial lives. In addition to the opportunity to benefit from the services of test laboratories, universities, institutes and research institutions that cooperate with our association, you can have the chance to benefit from numerous companies and brands such as fuel advantages in transportation, discounted accommodation in contracted hotels, agreements with restaurants and cafes. TÜYİKART will be specially prepared for your company or for you.



*Yüksek
Verimli
Kumlama ve Boyama
Odaları*

Verimliliği Arttıran
Yüksek Kalite
Yüzeyler

KUMLAMA ve BOYAMA ODALARI

Kumlama ve Boyama Odalarımız maksimum verimlilik için tasarlanmış, çevreye duyarlı ve işletme maliyetlerini minimuma indiren projelerdir.



Anodizasyon mu?

Kaliteyi artırırken tasarruf edin

FlexKraft™ anahtarlamalı doğrultuculara yükselerek ilk seferde doğru kaplama kalitesi elde edin.

Artık düzensiz veya kötü yüzey kalitesi yok

Artık yanık izleri yok

Artık çukurlaşma yok

Artık asit izleri yok

Artık soyulma yok



Gerçek müşteri deneyimi:



70%

daha az yeniden işleme / hurda



20%

daha fazla çıktı



25%

enerji maliyeti tasarrufu

Yatırım Geri Dönüşü (ROI): **7 ay** Yıllık tasarruf: **224.000 \$**

Ayrıca bakım saatlerinde ve yedek parça stoklarında azalma sağlar.

FlexKraft™'a bugün geçin ve modüler inovasyonun gücünü keşfedin.

KraftPowercon ile iletişime geçin:
Niklas.Scharrenberg@kraftpowercon.com

veya yerel iş ortağımız Teknobak:
+90 (216) 344 00 06
teknobak@superonline.com

Tek çözüm, sonsuz olasılık.

**KRAFT
POWERCON**



90 Yıllık Mükemmellik Kutlaması

kraftpowercon.com

Borik Asitsiz Yeni Nesil Parlak Nikel Kaplama Sisteminin Teknik ve Endüstriyel Analizi

Technical and Industrial Analysis of the New-Generation Boric-Acid-Free Bright Nickel Plating System



riag Oberflächentechnik AG İsviçre / Erdener Makine ve Kimya A.Ş

Elektrolitik nikel kaplama endüstrisi; dekoratif ve teknik kaplamalardan elektronik bileşenlere kadar geniş bir uygulama alanına sahiptir. Geleneksel nikel elektrolitlerinde borik asit, düşük maliyetli ve etkili bir tampon malzemesi olarak pH stabilitesi, hidrojen gelişimini kontrol etme ve nikel çözünürlüğünü destekleme fonksiyonları nedeniyle standart bir bileşen hâline gelmiştir (Lowenheim, 1978).

Ancak borik asidin insan sağlığı üzerindeki toksikolojik etkileri nedeniyle Reproductive Toxicity 1B olarak sınıflandırılması ve ECHA tarafından “yüksek önem arz eden madde (SVHC)” olarak tanımlanması (ECHA, 2020), sürdürülebilir alternatif tampon sistemlerinin geliştirilmesini zorunlu hâle getirmiştir. Ayrıca Kanada, Tayvan ve İtalya gibi ülkelerde bor seviyelerine yönelik atık su limitlerinin sıkılaştırılması da kullanıcılar açısından önemli operasyonel zorluklar doğurmuştur.

Bu düzenlemelerle birlikte borik asitsiz nikel kaplama süreçleri, hem regülasyon uyumu hem de çevresel sürdürülebilirlik açısından kritik hâle gelmiştir.

Nikel kaplama proseslerinde kullanılan borik asit; zayıf bir Lewis asidi olarak, nikel sülfat ve klorür içeren elektrolitlerde pH dalgalanmalarını absorbe ederek hidrojen gelişimini sınırlar ve böylece kaplamanın sürekliliğini artırır. Ancak borik asidin toksikolojik sınıflandırılması ve yüksek hacimli endüstriyel kullanımı, borik asitsiz sistemleri zorunlu hâle getirmiştir (ECHA, 2020). Son 10 yılda özellikle organik tampon yapılar, karboksilik asit türevleri, aminoalkol bazlı tamponlar ve hibrit

The electrolytic nickel plating industry has a broad range of applications, from decorative and functional coatings to electronic components. In conventional nickel electrolytes, boric acid has become a standard component due to its low cost and effective buffering capability, providing pH stability, controlling hydrogen evolution, and supporting nickel solubility (Lowenheim, 1978).

However, due to the toxicological effects of boric acid on human health, its classification as Reproductive Toxicity 1B, and its designation as a “Substance of Very High Concern (SVHC)” by ECHA (ECHA, 2020), the development of sustainable alternative buffering systems has become mandatory. Additionally, the tightening of wastewater limits for boron in countries such as Canada, Taiwan, and Italy has created significant operational challenges for users.

With these regulations, boric-acid-free nickel plating processes have become critical for both regulatory compliance and environmental sustainability.

In nickel plating processes, boric acid—acting as a weak Lewis acid—absorbs pH fluctuations in nickel sulfate- and nickel chloride-based electrolytes, limits hydrogen evolution, and thereby improves ductility. However, due to its toxicological classification and high-volume industrial usage, boron-free systems are now necessary (ECHA, 2020).

Over the last decade, intensive research has focused on organic buffer structures, carboxylic acid derivatives, amino alcohol-based



buffers, and hybrid systems.

Through R&D efforts, newly developed buffers not only replace boric acid but also enable the discovery of new molecular combinations that surpass the performance of existing brighteners. Thanks to these advancements, new-generation boric-acid-free bright nickel electrolytes have begun to replace boric acid, offering both technical and economic advantages.

Nickel electrolytes developed entirely without boric acid offer significant advantages over classical Watts electrolytes, including a broad pH operating range (3.8–5.2), high buffering capacity, high brightness, and superior metal distribution. The new buffering system enables stable brightness even at pH 4.8–5.2, reduces additive consumption, and allows plating at high current densities without burning. Measurements show that brightness values can reach >70 GU at a 60° angle.

Compared with traditional boric-acid-containing systems, boric-acid-free systems exhibit noticeably improved thickness distribution and brightness, particularly in low-current-density areas. As a result, production reaches minimum thickness faster, consumption decreases, and overall efficiency increases. Improved metal distribution also leads to 15–20% savings in nickel anode consumption, further reinforcing the economic benefits.

One of the most significant technical advantages of new-generation boric-acid-free nickel plating is its resistance to iron contamination.

sistemler üzerine yoğun çalışmalar yapılmıştır.

Ar-Ge çalışmaları ile geliştirilen yeni tamponlar sayesinde, borik asidin yalnızca yerini almakla kalmayan, aynı zamanda mevcut parlaticıların performansını aşan yeni molekül kombinasyonları da keşfedilmeye başlanmıştır. Bu gelişmeler sayesinde teknik ve ekonomik avantajlarıyla yeni nesil borik asitsiz parlak nikel elektrolitleri, borik asidin yerini almaya başlamıştır.

Tamamen borik asitsiz geliştirilen nikel elektrolitleri; geniş pH aralığı (3,8–5,2), yüksek tamponlama kapasitesi, yüksek parlaklık ve üstün metal dağılımı ile klasik Watts elektrolitlerine göre önemli avantajlar sunmaktadır. Yeni tampon sistemi sayesinde pH 4,8–5,2 seviyelerinde bile stabil parlaklık elde edilebilmekte, katkı maddesi tüketimi düşmekte ve yüksek akım yoğunluklarında yanma olmadan kaplama yapılabilmektedir. Ölçümler, 60° açıda parlaklık değerinin >70 GU seviyelerine ulaşabildiğini göstermektedir.

Geleneksel borik asit içeren sistemlerle karşılaştırıldığında, borik asitsiz sistemlerde özellikle düşük akım yoğunluklu bölgelerde kaplama kalınlığı ve parlaklığı belirgin şekilde iyileşmektedir. Bu sayede üretimde minimum kalınlığa daha hızlı ulaşılmakta, tüketim azalmakta ve verimlilik artmaktadır. Daha iyi metal dağılımı sayesinde nikel anot tüketiminde %15–20 oranında tasarruf sağlanması da ekonomik avantajları pekiştirmektedir.

Yeni nesil borik asitsiz nikel kaplamanın en önemli teknik



üstünlüklerinden biri de demir kontaminasyonuna karşı dayanımıdır. Klasik nikel banyolarında demir, $Fe(OH)_3$ çamuru oluşturarak anot torbalarını tıkar ve çukurcuk, pütür gibi hatalara neden olurken; yeni nesil kaplamada demir çökmesi oluşmaz ve elektrolit, yüksek demir seviyelerinde dahi performans kaybı yaşamaz. Böylece hidrojen peroksit temizliği, sık filtre değişimi veya üretim kaybı gibi sorunlar ortadan kalkar. Aynı zamanda sistem, duruş zamanlarında ısıtmanın kapatılmasına olanak tanır; borik asitte görülen kristalleşme, torba tıkanması veya ekipman yüzeylerinde birikme gibi problemler yaşanmaz. Bu özellik, özellikle büyük hacimli tanklarda ciddi enerji tasarrufu sağlar.

Borik asitsiz nikel kaplama prosesleri yalnızca bir regülasyon gerekliliği değil, aynı zamanda teknik ve operasyonel avantajlar sunan yeni nesil bir yaklaşımdır. Literatür verileri, modern organik ve hibrit tampon sistemlerinin; pH stabilitesi, kaplama morfolojisi, iç gerilim kontrolü, korozyon direnci ve çevresel uyum açısından geleneksel borik asitli proseslerle eşdeğer veya üstün performans gösterebildiğini ortaya koymaktadır.

Bu nedenle borik asitsiz nikel kaplama, gelecek yılların sürdürülebilir kaplama standartlarından biri olarak değerlendirilmektedir.

Referanslar | References

1. Lowenheim, F. A. Modern Electroplating, Wiley-Interscience, 1978. - 2. ECHA. "Boric Acid – SVHC Documentation." European Chemicals Agency, 2020. - 3. Zhang, Y. et al., "Organic Buffer Systems in Nickel Electroplating," Electrochimica Acta, 2014. - 4. Huang, K. et al., "Development of Boric-Acid-Free Nickel Baths," Surface & Coatings Technology, 2019. - 5. Kim, J., Lee, S. "Corrosion behaviour of boron-free nickel coatings," J. Mat. Eng., 2020. - 6. RIAG AG, "Nickel Plating Systems – Technical Bulletin," 2018. - 7. Atotech GmbH, "Boron-Free Nickel Processes," Technical Publication, 2021.

In classical nickel baths, iron forms $Fe(OH)_3$ sludge, clogging anode bags and causing defects such as pits and surface roughness. In contrast, the new-generation system does not form iron precipitation and maintains performance even at elevated iron levels. This eliminates issues such as hydrogen peroxide cleaning, frequent filter changes, and production losses.

The system also allows heaters to be turned off during idle periods. Problems typically associated with boric acid—such as crystallization, anode bag clogging, or buildup on equipment surfaces—do not occur. This feature provides significant energy savings, especially in large-volume tanks.

Boric-acid-free nickel plating processes represent not only a regulatory necessity but also a new-generation approach offering technical and operational advantages. Literature data indicate that modern organic and hybrid buffer systems can deliver performance equivalent to or superior to traditional boric-acid-based processes in terms of pH stability, coating morphology, internal stress control, corrosion resistance, and environmental compliance.

For this reason, boric-acid-free nickel plating is considered one of the sustainable coating standards of the coming years.



Experience the surface of tomorrow

Surface Technology GERMANY

International Trade Fair
for Surface Technology

5–7 May 2026

Stuttgart • Germany

surface-technology-germany.de

More
Information:



Surface
Technology
GERMANY



Metal Yüzeylerin Elektropolisajı

Electropolishing of Metal Surfaces



Doç.Dr. / Assoc Prof. Dr. Metehan Erdoğan

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi / Metalurji ve Malzeme Müh. Böl.
University of Ankara Yıldırım Beyazıt, Dept. of Metallurgy and Materials Eng.

1. Özet

Elektropolisaj; elektrolitik parlatma veya anodik parlatma olarak da bilinen, metalik bileşenlerin yüzey kalitesini iyileştirmek için kullanılan elektrokimyasal bir işlemdir. Bu yöntem, uygun bir elektrolit içerisinde metal yüzeyin kontrollü anodik çözünmesine dayanır ve daha düzgün, daha parlak bir yüzey elde edilmesini sağlar. Çizikler, kalıntı gerilmeler ve gömülü aşındırıcı parçacıklar bırakabilen mekanik polisajın aksine, elektropolisaj temiz, gerilimsiz ve korozyona dayanıklı bir yüzey üretir [1,2].

Başlıca avantajları arasında yüzey pürüzlülüğünün azaltılması, korozyon direncinin artırılması, yorulma dayanımının iyileştirilmesi ve biyomedikal, havacılık, gıda ve kimyasal işleme gibi sektörlerde kritik olan sterilizasyonun kolaylaştırılması yer alır [3,4]. Elektropolisaj uygulanmış KOVAR malzemesinden yapılmış bir X-ışını tüpünün fotoğrafı Şekil 1'de verilmiştir.

1. Abstract

Electropolishing, also known as electrolytic polishing or anodic polishing, is an electrochemical process used to improve the surface finish of metallic components. The method relies on controlled anodic dissolution of the metal surface in a suitable electrolyte, resulting in a smoother and more reflective finish. Unlike mechanical polishing, which may leave scratches, residual stresses, and embedded abrasive particles, electropolishing produces a clean, stress-free, and corrosion-resistant surface [1,2].

Its main advantages include the reduction of surface roughness, enhancement of corrosion resistance, improvement of fatigue strength, and facilitation of sterilization critical in industries such as biomedical, aerospace, food, and chemical processing [3,4]. A photograph of an electropolished X-ray tube, made up of KOVAR, is given in Figure 1.

Şekil 1: Elektropolisaj uygulanmış KOVAR X-ışını tüpünün iç kısmı

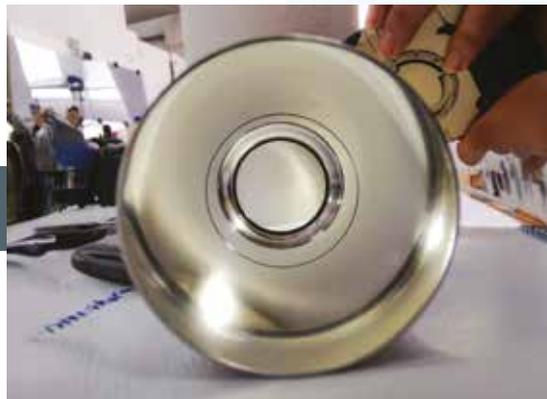


Figure 1: Inside of an electropolished KOVAR X-ray tube



2. Fundamentals of Electropolishing

Electropolishing is conducted in an electrolytic cell, where the workpiece is connected as the anode and an inert material (e.g., stainless steel, graphite, or lead) serves as the cathode. The electrolyte typically contains concentrated acids such as phosphoric and sulfuric acid mixtures. The process mechanism is often described by three key stages [1,2]:

1. Anodic dissolution: Metal atoms at the surface oxidize into ions.
2. Viscous layer formation: A diffusion-limited layer of reaction products and high-viscosity film develops at the metal-electrolyte interface.
3. Selective dissolution: Protrusions on the surface dissolve faster due to thinner diffusion layers, while recesses dissolve more slowly, leading to a leveling effect.

The effectiveness of the process is governed by Faraday's law, which correlates the amount of dissolved material with the charge passed. The advantages of the process can be listed as follows:

- Surface smoothing: Reduction of Ra values by up to 80% (e.g., from 0.4 μm to 0.05 μm) [2].
- Improved corrosion resistance: Stainless steels develop chromium-rich passive layers that enhance durability in aggressive environments [3,4].
- Enhanced biocompatibility: Electropolished titanium and stainless steel implants show superior performance in biomedical applications [5].

2. Elektropolisajın Temelleri

Elektropolisaj, iş parçasının anot; paslanmaz çelik, grafit veya kurşun gibi inert bir malzemenin ise katot olarak bağlandığı bir elektrolitik hücrede gerçekleştirilir. Elektrolit genellikle fosforik ve sülfürik asit karışımları gibi konsantre asitler içerir. İşlem mekanizması genellikle üç ana aşamada açıklanır [1,2]:

1. Anodik çözünme: Yüzeydeki metal atomları iyonlara oksitlenir.
2. Visköz tabaka oluşumu: Metal–elektrolit arayüzünde, reaksiyon ürünlerinden oluşan difüzyon sınırlı, yüksek viskoziteli bir tabaka meydana gelir.
3. Seçici çözünme: Yüzey çukurlukları, daha ince difüzyon tabakası nedeniyle daha hızlı çözünürken çukurlar daha yavaş çözünür; böylece yüzey düzleşir.

Elektropolisajın etkinliği, çözünen malzeme miktarını geçen elektrik yükü ile ilişkilendiren Faraday kanunu ile açıklanır. Prosesin avantajları aşağıdaki gibi listelenebilir:

- Yüzey düzleşmesi: Ra değerlerinde %80'e varan azalma (örneğin 0,4 μm 'den 0,05 μm 'ye) [2].
- Gelişmiş korozyon direnci: Paslanmaz çelikler, agresif ortamlarda dayanıklılığı artıran kromca zengin pasif tabakalar geliştirir [3,4].
- Artan biyouyumluluk: Elektropolisaj uygulanmış titanyum ve paslanmaz çelik implantlar üstün performans gösterir [5].

- Yorulma direnci: Mikro çentiklerin giderilmesi, gerilme yığılmalarını azaltarak havacılık parçalarının yorulma ömrünü artırır [3].
- Mekanik hasar olmaması: Aşındırıcı polisajın aksine kalıntı gerilme veya gömülü partikül kalmaz.
- Karmaşık geometrilere uygunluk: İç kanallar, karmaşık şekiller ve ince duvarlı parçalar etkin şekilde işlenebilir.

Sınırlamaları ise şunlardır:

- Agresif elektrolitler: Çoğu elektrolit kuvvetli asitlere (H_3PO_4 , H_2SO_4 , $HClO_4$) dayanır ve ciddi güvenlik önlemleri gerektirir [5].
- Çevresel endişeler: Asidik atıkların bertarafı sürdürülebilirlik sorunu oluşturur.
- İşlem hassasiyeti: Yanlış parametre ayarları portakal kabuğu benzeri yüzeyler, çukurlaşma veya mat görünüme yol açabilir [2].
- Geniş yüzey alanı sorunları: Büyük veya düzensiz iş parçalarında akımın eşit dağılımı zordur.

Çeşitli proses değişkenleri elektropolisaj performansını doğrudan etkilemektedir [1–3]:

- Akım yoğunluğu: Metal türüne bağlı olmakla birlikte genellikle $5-20 A/dm^2$ arasındadır. Daha düşük değerler beklenen etkinin görülmemesine, daha yüksek değerler ise lokal yanma ve çukurlaşmalara yol açabilir.
- Sıcaklık: Metale bağlıdır; eksi sıcaklıklardan $80^\circ C$ 'ye kadar değişebilir. Yüksek sıcaklık çözünmeyi hızlandırır ancak yüzeyde bozulmalara ve kontrol kaybına neden olabilir.
- İşlem süresi: Başlangıç pürüzlülüğü ve istenen yüzeye bağlı olarak 1–20 dakika arasında değişir.
- Elektrot geometrisi: Katot şekli, akım dağılımının eşit olması için optimize edilmelidir.
- Karıştırma: Elektrolitin uygun şekilde karıştırılması, lokal konsantrasyon gradyanlarını azaltır ve homojen polisaj sağlar.

3. Endüstriyel Uygulamalar

Elektropolisaj birçok endüstri için vazgeçilmezdir. Çok daha geniş uygulama alanları bulunmasına karşın, bu metinde yalnızca birkaçına değinilmektedir:

Biyomedikal: Cerrahi aletler, stentler, ortopedik implantlar ve kateterler yüksek temizlik, korozyon direnci ve biyouyumluluk gerektirir [3].

Gıda ve içecek sektörü: Tanklar, borular ve mikserler bakteri tutunmasını önlemek ve hijyenik koşullar sağlamak için elektropolisajdan geçirilir.

Havacılık ve savunma: Türbin kanatları, yakıt enjektörleri ve titanyum bağlantı elemanları daha iyi yorulma direnci kazanır.

• **Fatigue resistance:** Micro-notch removal reduces stress concentration, thereby increasing fatigue life of aerospace components [3].

• **No mechanical damage:** Unlike abrasive polishing, no residual stress or embedded particles remain.

• **Suitability for complex geometries:** Internal channels, intricate shapes, and thin-walled components can be processed effectively.

while the limitations are:

• **Aggressive electrolytes:** Most electrolytes are based on strong acids (H_3PO_4 , H_2SO_4 , $HClO_4$), requiring strict safety measures [5].

• **Environmental concerns:** Disposal of acidic waste poses sustainability challenges.

• **Process sensitivity:** Incorrect parameter settings may result in orange-peel surfaces, pitting, or matte finishes [2].

Large surface area challenges: Uniform current distribution is more difficult for large or irregular workpieces.

• **Several process variables directly influence electropolishing performance [1–3]:**

• **Current density:** Optimum range depend on the metal to be polished and is typically $5-20 A/dm^2$. Below the correct range required for the specific metal, polishing is inefficient; above it, localized pitting may occur.

• **Temperature:** Depends on the metal to be polished and may vary from negative temperatures up to $80^\circ C$. Elevated temperature accelerates metal dissolution but may also lead to burning or loss of control.

• **Processing time:** Ranges between 1 and 20 minutes, depending on initial roughness and desired finish.

• **Electrode geometry:** Cathode shape must be optimized to ensure uniform current distribution.

• **Agitation:** Proper mixing of the electrolyte minimizes localized concentration gradients and ensures consistent polishing.

3. Industrial Applications

Electropolishing is indispensable in several industries. Although the application areas are much wider, only some of which will be mentioned here:

Biomedical: Surgical instruments, stents, orthopedic implants, and catheters require highly clean, corrosion-resistant, and biocompatible surfaces [3].

Food and Beverage Industry: Tanks, pipes, and mixers undergo electropolishing to prevent bacterial adhesion and ensure hygienic processing environments.

Aerospace and Defense: Turbine blades, fuel injectors, and titanium fasteners benefit from improved fatigue resistance and reduced stress concentrations.

Microelectronics: Connectors, micro-components, and semiconductor equipment demand ultra-smooth surfaces for reliable performance [4].

4. Applications by Material

Electrolyte composition is critical and varies depending on the substrate. Optimizing the electrolyte composition is essential to avoid overheating, non-uniform dissolution, and hydrogen embrittlement risks. Some of the electrolytes used commonly for electropolishing of metals are given in Table 1.

Table 1: Typical electrolyte compositions used for stainless steel, aluminum, titanium and nickel alloys.

Malzeme Material	Tipik Elektrolit Bileşimi Typical Electrolyte Composition	Kaynak Reference
Paslanmaz Çelik Stainless Steel	%60–70 fosforik asit + %20–30 sülfürik asit 60–70% phosphoric acid + 20–30% sulfuric acid	[1,2]
Alüminyum Aluminum	Etil alkolde perklorik asit (güvenlik riski yüksek) Perchloric acid in ethanol (safety concerns apply)	[5]
Titanyum Titanium	Metanol + perklorik asit karışımları	[5]
Nikel Alaşımları Nickel Alloys	Fosforik + sülfürik asit karışımları Phosphoric + sulfuric acid mixtures	[1]

Stainless steel is the most widely electropolished metal due to its extensive use in biomedical, food processing, and chemical industries. Electropolishing increases the chromium-to-iron ratio at the surface, enhancing passive film stability [4]. ASTM B912 defines the standard requirements for stainless steel electropolishing [4]. Electropolished aluminum surfaces achieve high reflectivity, often serving as substrates for anodizing. Applications include optical components and decorative finishes [5]. Titanium and its alloys, particularly Ti-6Al-4V, are widely electropolished for biomedical implants. Surface cleaning and microstructural modification improve osseointegration and long-term stability in vivo [5]. Nickel-based superalloys used in aerospace and energy industries benefit from electropolishing due to the removal of machining-induced stresses and improvement in fatigue strength [1].

Mikroelektronik: Konektörler, mikro bileşenler ve yarı iletken ekipmanlar güvenilir performans için ultra pürüzsüz yüzeylere ihtiyaç duyar [4].

4. Malzemelere Göre Uygulamalar

Elektrolit bileşimi kritik önemdedir ve parlatılan metale göre değişir. Uygun bileşim; aşırı ısınmayı, düzensiz çözünmeyi ve hidrojen gevrekliğini önler. Metallerin elektropolisajında yaygın olarak kullanılan elektrolitlerden bazıları Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Paslanmaz çelik, alüminyum, titanyum ve nikel alaşımlarında kullanılan tipik elektrolitler.

Paslanmaz çelik, en yaygın elektropolisaj uygulanan metaldir. Bu işlem, yüzeyde krom–demir oranını artırarak pasif tabakanın kararlılığını güçlendirir [4]. ASTM B912 standardı, paslanmaz çelik elektropolisaj gerekliliklerini tanımlar [4]. Elektropolisaj uygulanmış alüminyum yüzeyler yüksek yansıtıcılığa ulaşır ve genellikle eloksal için alt tabaka olarak kullanılır. Uygulamalar arasında optik bileşenler ve dekoratif yüzeyler yer alır [5]. Ti-6Al-4V gibi titanyum alaşımları özellikle biyomedikal implantlarda tercih edilir. Yüzey temizliği ve mikro yapı modifikasyonu, vücut içinde uzun vadeli stabiliteyi artırır [5]. Havacılık ve enerji sektöründe kullanılan nikel esaslı süperalaşımlar ise işleme kaynaklı gerilmelerin giderilmesi ve yorulma dayanımının iyileştirilmesi amacıyla elektropolisajdan faydalanır [1].



5. Electropolishing of Additively Manufactured (AM) Metals

Metal additive manufacturing (AM) processes such as selective laser melting (SLM) and electron beam melting (EBM) generate

5. Katmanlı İmalat (AM) Metallerin Elektropolisajı

Seçici lazer ergitme (SLM) ve elektron ışını ergitme (EBM) gibi metal katkılı imalat (AM) yöntemleri, yüksek pürüzlülüğe ($R_a > 10$)



umicore
materials for a better life



Nikel Sülfat

Kaliteli Kaplama İstiyorsanız
Size Dünyanın En Kaliteli
Nikel Sülfat'ını Sunuyoruz...

Türkiye Mümessili

 **DEDEKİMYA**

S.S. Depo ve Ardiyeciler Toplu İşyeri Yapı Kooperatifi İkitelli Köyü Yolu Üzeri 784. Ada 11. Parsel
P.K.: 34306 Başakşehir, İkitelli / İSTANBUL Tel.: 0212 675 16 40 (pbx) Fax: 0212 675 16 48 - 49
dede@dedekimya.com www.dedekimya.com





parts with relatively high roughness (R_a often $>10 \mu\text{m}$), partially fused particles, and micro-defects. These features reduce fatigue strength, corrosion resistance, and biocompatibility [1,2].

Electropolishing addresses these challenges effectively by:

- removing adhered powder particles and asperities, reducing R_a by 70–90% [2],
- smoothing complex geometries such as lattice structures and internal channels where mechanical finishing is impossible [3],
- enhancing corrosion resistance by producing homogeneous passive films on AM stainless steel and titanium alloys [4] and
- improving biological response: electropolished AM Ti-6Al-4V implants exhibit better cell adhesion and osseointegration compared to as-built surfaces [5].

6. Conclusion and Future Perspectives

Electropolishing remains a cornerstone surface finishing technique, enabling smooth, corrosion-resistant, and biocompatible surfaces across multiple industries. Its importance has grown significantly with the rise of additive manufacturing, where it transforms rough, as-built components into high-performance parts suitable for demanding biomedical and aerospace applications. Despite challenges related to electrolyte safety and environmental impact, ongoing research ensures that electropolishing will continue to evolve as a sustainable and versatile technology.

Key trends include:

Green electrolytes: Use of deep eutectic solvents and ionic liquids for sustainable electropolishing.

Hybrid finishing techniques: Plasma-assisted polishing combined with electrochemistry.

Advanced process modeling: Use of CFD and multiphysics simulations to optimize current flow in complex AM geometries.

Post-processing of AM parts: Electropolishing will continue to grow in importance as AM adoption accelerates in biomedical and aerospace industries.

Referanslar | References

-1. Datta, M., & Landolt, D. "Fundamentals and Applications of Electropolishing." *Electrochimica Acta*, 26(7), 1981, pp. 899–914. - 2. Landolt, D. "Fundamental Aspects of Electropolishing." *Electrochimica Acta*, 52(27), 2007, pp. 6284–6291. - 3. ASM Handbook, Vol. 5: Surface Engineering. ASM International, 1994. - 4. ASTM B912 – Standard Specification for Passivation of Stainless Steels Using Electropolishing. - 5. Wernick, S., Pinner, R., & Sheasby, P. G. *The Surface Treatment and Finishing of Aluminium and Its Alloys*, 5th Ed., ASM International, 1987.

μm), kısmen ergimiş parçacıklara ve mikro kusurlara sahip parçalar üretir. Bu özellikler yorulma dayanımını, korozyon direncini ve biyoyumumluluğu düşürür [1,2].

Elektropolisaj bu sorunları etkili şekilde giderir:

- Yapışmış toz parçacıklarını ve çıkıntıları gidererek R_a değerini %70–90 oranında azaltır [2].
- Mekanik işlenmesi mümkün olmayan kafes yapılar ve iç kanallar gibi karmaşık geometrileri düzeltir [3].
- AM paslanmaz çelik ve titanyum alaşımlarında homojen pasif tabaka oluşturarak korozyon direncini artırır [4].
- Elektropolisaj uygulanmış AM Ti-6Al-4V implantları, üretilmiş halleri ile karşılaştırıldığında daha iyi hücre yapışması ve kemikle bütünleşme sergiler [5].

6. Sonuç ve Gelecek Perspektifler

Elektropolisaj, çok sayıda endüstride pürüzsüz, korozyona dayanıklı ve biyoyumlu yüzeyler elde edilmesini sağlayan temel bir yüzey işleme tekniğidir. Katmanlı imalatın yükselişiyle birlikte önemi daha da artmış; kaba ve işlenmiş yüzeyleri yüksek performanslı bileşenlere dönüştürmede kritik bir rol üstlenmiştir. Elektrolit güvenliği ve çevresel etkilerle ilgili zorluklara rağmen, araştırmalar elektropolisajın sürdürülebilir ve çok yönlü bir teknoloji olarak gelişmeye devam edeceğini göstermektedir.

Gelecek eğilimleri şunlardır:

Yeşil elektrolitler: Sürdürülebilirlik için derin ötektik çözücüler ve iyonik sıvıların kullanımı.

Hibrit yüzey işlemleri: Plazma destekli polisajın elektrokimya ile birleştirilmesi.

Gelişmiş süreç modellemesi: Karmaşık AM geometrilerinde akım dağılımını optimize etmek için CFD ve çok-fizikli simülasyonların kullanımı.

AM parçaların son işlemesi: Elektropolisajın, biyomedikal ve havacılık sektörlerinde artan AM kullanımına paralel olarak daha fazla önem kazanması.

I'den T'ye, T'den M'ye: Toyota'dan Öğrendiğimiz ve Yarına Taşıdığımız Liderlik Modeli

*From I to T, from T to M: The
Leadership Model We Learned
from Toyota and Carry into Tomorrow*



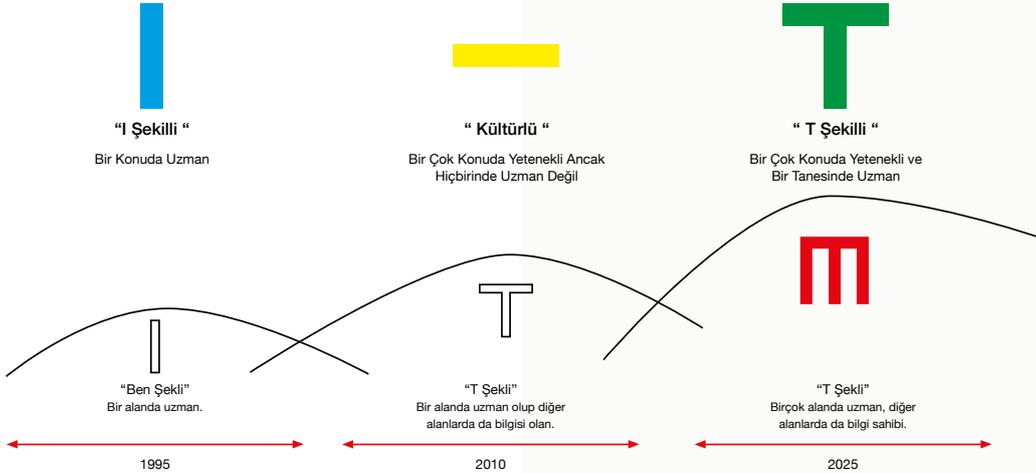
Recep YİĞİT

Mendomi Akademi Kurucusu / Founder of Mendomi Academy
www.mendomiakademi.com

Otomotiv gibi hata toleransı sıfıra yakın sektörlerde yetiştiğinizde, liderlik sizin için yalnızca "insanları yönetmek" anlamına gelmez; süreçleri görmek, akışı korumak, standartları yaşatmak ve öğrenmeyi örgütlemek anlamına gelir. Benim Toyota ve Toyota ekosistemindeki şirketlerde (Autoliv, Toyota Boshoku ve sonrasında yerli sanayide) edindiğim deneyim tam olarak buydu:

When you're trained in industries like automotive, where error tolerance is almost zero, leadership becomes more than just "managing people." It means seeing the process, protecting the flow, keeping standards alive, and organizing learning. My experience at Toyota and within the Toyota ecosystem (Autoliv, Toyota Boshoku, and later in the local industry) was exactly that:

ALINTI



Liderlik = problem çözüme + insan geliştirme.

Bugün Mendomi Akademi'de anlattığım "Toyota Tarzı Liderlik" yaklaşımının arka planında da bu anlayış yer alıyor. Ancak dünyanın

Leadership = problem solving + people development.

This is the foundation of the "Toyota-Style Leadership" approach I teach today at Mendomi Academy. However, the world's pace, the



speed of digitalization, and the integration of artificial intelligence into the way we work now call us one step further: M-type leadership. Let's look step by step at how we arrived here.

1. The I-Type Leader: Deep but Narrow

During the first major industrial growth periods of the 1990s and early 2000s, companies needed something very specific: "Give me someone who knows this subject from A to Z." This profile is what we call the I-shaped professional.

- Very deep expertise in a single field (product design, press line operations, welding technology, costing, etc.)
- Limited horizontal interaction with other processes and disciplines
This model was perfectly sufficient for its time because processes were relatively predictable and functions operated like closed systems.

2. The T-Type Leader: Horizontal Awareness and Vertical Expertise

As the Toyota-style approach began to spread globally, organizations realized something critical:

"Doing your own job well is not enough; you must also understand the work of others."

temposu, dijitalleşmenin hızı ve yapay zekânın iş yapış biçimlerimize girmesi bizi artık bir adım daha ileriye çağırıyor: M tipi liderlik.

Bu noktaya nasıl geldiğimizi adım adım ele alalım.

1. I Tipi Lider: Derin ama Dar

Sanayinin ilk büyük atılım dönemlerinde (1990'lar ve 2000'lerin başı) şirketlerin temel ihtiyacı şuydu:

"Bana şu konuyu A'dan Z'ye bilen birini verin."

Bu profil, I (I-shaped) olarak adlandırılan liderlik tipi idi.

- Bir alanda son derece derindi (ürün tasarımı, pres hattı, kaynak teknolojisi, maliyetleme vb.)
- Ancak yatayda, yani diğer süreçler ve disiplinlerle teması sınırlıydı. Bu model, dönem koşulları için oldukça yeterliydi. Çünkü süreçler daha öngörülebilir, fonksiyonlar ise daha kapalı yapılar içinde çalışıyordu.

2. T Tipi Lider: Yatay Farkındalık + Dikey Uzmanlık

Toyota tarzı yaklaşımın dünyaya yayılmasıyla birlikte organizasyonlar önemli bir gerçeği fark etti:

"Sadece işi iyi yapmak yetmiyor, başkalarının işini de anlamak gerekiyor."

Üretim planlamayı anlamayan bakım mühendisi, lojistiğin sorunlarını bilmeyen üretim şefi, insan kaynağına kulak vermeyen fabrika müdürü... Bu profillerin tamamı akışta gecikmelere neden oluyordu. İşte bu nedenle T tipi liderlik modeli öne çıktı.

- Yatay eksen: Uçtan uca değer akışını, komşu süreçleri, müşteri etkisini, maliyet ve kalite bağlantılarını anlama.
- Dikey eksen: Kendi çekirdek alanında (yalın üretim, proje yönetimi, satış, bakım, İK sistemi kurma vb.) derin uzmanlık.

T tipi bir lider, üretimde gemba'ya gittiğinde yalnızca "Bu makine neden durdu?" sorusunu sormaz; aynı zamanda "Bu duruşun müşteriye, nakit akışına, teslimata, morale ve güvene etkisi nedir?" sorusunu da sorar. Yani yalnızca problemi değil, bağlamı da görür.

Bugün Türkiye'de yöneticilerin önemli bir bölümü hâlâ T seviyesine ulaşmaya çalışıyor. Bu olumsuz bir durum değildir; aksine, T boyutunu sağlamlaştırmadan M'ye geçmek, temelsiz bir bina inşa etmeye benzer.

3. M Tipi Lider: Çoklu Uzmanlık Çağının Oyuncusu

Günümüzde işler artık tek bir dikey uzmanlık ve sınırlı yatay farkındalıkla yürümüyor. Aynı proje içerisinde aşağıdaki unsurların aynı zihinsel çerçevede bir araya gelmesi gerekiyor:

- Üretim ve operasyon bilgisi
- Dijital yetkinlikler
- Müşteri deneyimi bakış açısı
- Tedarik ve sürdürülebilirlik etkisi

Yapay zekâ, RPA, sensörlü üretim, Endüstri 4.0 ve veriyle yönetim şunu açıkça söylüyor:

"Sadece kendi işini bilmek yetmez; iki-üç alanda konuşabilir olmalısın."

M-shaped (M tipi) liderlik şu özellikleri tanımlar:

- Yatayda geniş bir iş görgüsü ve farklı fonksiyonlarla iletişim kurabilme
- Dikeyde birden fazla alanda derinlik (örneğin yalın üretim + dijital dönüşüm + insan geliştirme/koçluk)
- Tüm bu yetkinlikleri bir arada tutan üst şapka olarak stratejik merak

Toyota'da gözlemlediğim iyi liderlerin ortak özelliği de buydu. Yalnızca üretimi bilmezlerdi; maliyetle konuşur, insanla iletişim kurar, müşteriyle temas eder, hatta tedarikçiye gidip "Gelin, bu süreci birlikte iyileştirelim" derlerdi. Pratikte M tipi liderliğe çok benzer bir yaklaşım sergilerlerdi; yalnızca o dönem bu kavram henüz isimlendirilmemişti.

4. M Tipi Liderin Beş Belirgin Yetkinliği

- Çapraz Beceri (Cross-Skill): Satış ile üretim, üretim ile bakım, bakım ile kalite arasında çevirmenlik yapar. "Onlar anlamıyor" demez; "Benim anlatmam gerekiyor" der.

A maintenance engineer who does not understand production planning, a production supervisor who is unaware of logistics constraints, or a plant manager who does not listen to HR all create delays in flow. That is why the T-shaped model came to the forefront.

- Horizontal axis: Understanding the end-to-end value stream, neighboring processes, customer impact, and the relationship between cost and quality
- Vertical axis: Deep expertise in one's core area (for example, lean manufacturing, project management, sales, maintenance, or building HR systems)

When a T-type leader goes to the gemba, they do not only ask, "Why did this machine stop?" They also ask, "What is the impact of this stop on the customer, cash flow, delivery, morale, and trust?" In other words, they see not only the problem, but also the context. Even today, many managers in Türkiye are still striving to reach the T level. This is not a weakness. On the contrary, trying to move to M without firmly establishing T is like adding floors without a foundation.

3. The M-Type Leader: The Player of the Multi-Expertise Era

Why M? Because today, work can no longer be handled with a single vertical expertise combined with limited horizontal awareness. Within the same project, leaders must now integrate the following elements within a single mindset:

- Production and operations knowledge
- Digital capabilities
- A customer-experience perspective
- Supply chain and sustainability impact

Artificial intelligence, RPA, sensor-based production, Industry 4.0, and data-driven management all deliver the same message:

"It is not enough to know only your own job; you must be able to speak the language of two or three domains."

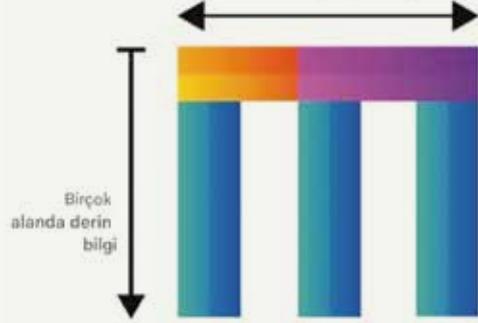
This is exactly what the M-shaped profile describes:

- Broad horizontal business literacy and the ability to communicate across functions
- Multiple vertical depths (for example, lean manufacturing plus digital transformation plus people development and coaching)
- A unifying layer that connects them all, which can be described as strategic curiosity

This was the shared strength I observed in the best leaders at Toyota. They did not only understand production; they could speak the language of cost, people, and customers. At times, they even visited suppliers and said, "Let's improve this process together." In practice, they were already M-type leaders long before the concept had a name.

M Şeklinde Çalışan

Geniş bir yelpazedeki alanlarda yüzeysel bilgi



4. Five Distinct Competencies of the M-Type Leader

- **Cross-Skill Ability:** Acts as a translator between functions such as sales and production, production and maintenance, and maintenance and quality. They do not say, "They don't understand." They say, "It is my responsibility to explain."
- **Upskill and Reskill Discipline:** They never say, "I learned this, I am done." Digital tools, data literacy, AI assistants, and process mining are all learned at least at a user level.
- **Systemic Thinking:** They recognize that a problem visible in one department may actually originate from incentive systems or supplier quality.
- **People Development:** They do not keep knowledge to themselves. They think, "This system should continue even after me." Coaching, on-the-job training, and writing standard work are all part of their toolkit.
- **Building a Learning Organization:** They do not only learn individually. They push the team to learn and translate lean tools such as A3, hansei, and after-action reviews into everyday working language.

5. Why M-Type Leadership and Why Now?

Because three pressures are arriving at the same time:

- **Customer speed:** Customers no longer want standardized products; they demand personalized solutions.
- **Technology speed:** A manager who does not understand AI tools will soon resemble a 1990s manager who did not know Excel.
- **Generational speed:** Young employees do not want to remain in the same department for ten years, and organizations can no longer retain them with that expectation.

M-type leadership responds to all three pressures simultaneously because it is flexible, multi-dimensional, open to learning, and capable of breaking down departmental boundaries.

- **Upskill / Reskill Disiplini:** "Bunu öğrendim, bitti" yaklaşımını benimsemeyiz. Dijital araçlar, veri okuryazarlığı, yapay zekâ asistanları ve süreç madenciliği gibi gelişmeleri en azından kullanıcı seviyesinde öğrenir.

- **Sistemik Bakış:** Bir departmanda görünen sorunun aslında teşvik sisteminden ya da tedarikçi kalitesinden kaynaklanabileceğini fark eder.

- **İnsan Geliştirme:** Bilgiyi kendinde tutmaz. "Benden sonra da bu sistem yürüsün" anlayışıyla koçluk, iş başında eğitim ve standart iş yazımı gibi yöntemleri kullanır.

- **Öğrenen Organizasyon Kurma:** Sadece kendisi öğrenmez; ekibini de öğrenmeye teşvik eder. A3, hansei ve after action review gibi yalın araçları günlük iş diline çevirir.



5. Neden Şimdi M Tipi Liderlik?

Çünkü aynı anda üç temel baskı ile karşı karşıyayız:

- **Müşteri hızı:** Müşteri artık tek tip ürün değil, kişiselleştirilmiş çözümler talep ediyor.
- **Teknoloji hızı:** Yapay zekâ araçlarını bilmeyen yönetici, 1990'larda Excel bilmeyen yönetici konumuna düşecek.
- **Kuşak hızı:** Genç çalışanlar tek bir departmanda on yıl geçirmek istemiyor. Kurumlar da bu beklentiyi görmezden gelerek yetenekleri elde tutamıyor.

M tipi liderlik, bu üç baskıya aynı anda yanıt verir; çünkü esnek, çoklu yetkinliklere sahip, öğrenmeye açık ve departman duvarlarını yıkan bir yapı sunar.

6. Mendomi Akademi'nin Önerdiği Yol

Sahada net olarak gözlemlenen durum şudur: Birçok şirket T seviyesine bile tam olarak geçmemişken M'yi konuşmak lüks gibi algılanmaktadır. Oysa izlenmesi gereken yol oldukça açıktır:

- **Önce T'yi standardize et:** Her yöneticiye yatayda 7-9 temel yetkinlik

GELECEĞİN ANAHTARI

SÜRDÜRÜLEBİLİR İNOVATİF ÜRETİM TEKNİKLERİ İLE

ELİMİZDE!

THE KEY TO THE FUTURE LIES IN SUSTAINABLE INNOVATIVE
PRODUCTION TECHNIQUES!



EKSAS olarak, **YEŞİL MUTABAKAT** kapsamında çevre duyarlılığını misyonumuzun merkezine koyuyor, sektördeki **SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK** standartlarını yükseltmek için **DİJİTAL DÖNÜŞÜM** ve en son teknolojileri kullanıyoruz. **İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ** çalışmalarımızda, riskleri azaltmak, çalışan güvenliğini sağlamak ve yasal düzenlemelere uyumu desteklemek için kapsamlı çözümler geliştiriyoruz.

As **EKSAS**, we place environmental sensitivity at the core of our mission under the **GREEN DEAL**, aiming to elevate **SUSTAINABILITY** standards in the industry through **DIGITAL TRANSFORMATION** and the utilization of cutting-edge technologies. In our **OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY** endeavors, we develop comprehensive solutions to mitigate risks, ensure employee safety, and support compliance with legal regulations.

EKSAS

EKSAS SURFACE TECHNOLOGIES



www.eksas.com

info@eksas.com



6. Mendomi Academy's Recommended Path

What I consistently observe in the field is this: many companies have not fully transitioned to T yet, so discussing M may feel like a luxury. In reality, the path forward is very clear.

- First, standardize the T: Equip every manager with seven to nine horizontal core competencies, including communication, problem solving, data-driven decision making, delegation, time management, coaching, and process thinking.
- Then, select secondary depths: One manager develops along a "lean plus digital" axis, another along "sales plus channel management," and another along "production plus supplier development."
- Make AI and digital the top layer: On top of all these vertical depths, add data literacy and AI acceleration. This completes the M.
- Align organizational design accordingly: If M-type leaders are confined within functional silos, their potential cannot be fully realized.

7. Final Words

Those who come from industry know this well. Even the best machine will stop if it is not maintained. Leadership works in the same way.

The I-type leader resembled a machine from the 1990s. It was powerful but designed to do only one thing.

The T-type leader was similar to a CNC machine of the 2010s, more flexible and adaptable.

The M-type leader, however, resembles the flexible cells of today's smart factories. It can perform multiple tasks, in different sequences, for different customers.

This is exactly what Turkish industry needs today.

Not single-depth masters, but M-type leaders with multiple depths, leaders who organize learning and build bridges across processes.

This is precisely the journey we aim to convey at Mendomi Academy.

kazandır (iletişim, problem çözme, veriyle karar alma, delegasyon, zaman yönetimi, koçluk, süreç bakışı vb.).

- İkinci derinlikleri seçtir: Bir yönetici "yalın + dijital", diğeri "satış + kanal yönetimi", bir başkası "üretim + tedarikçi geliştirme" ekseninde derinleşsin.
- Yapay zekâ ve dijitali üst katman yap: Tüm bu derinliklerin üzerine "veri okuryazarlığı + yapay zekâ ile hızlandırma" becerisini yerleştir. Böylece M tamamlanır.
- Örgütsel tasarımı buna uydur: M tipi liderler fonksiyonel silolara hapsedilirse potansiyelleri boşa gider.



7. Son Söz

Sanayiden gelenler bilir: En iyi makine bile bakımı yapılmazsa durur. Liderlik de böyledir.

I tipi liderlik 1990'ların makinesiydi; güçlüydü ama tek iş yapardı.

T tipi liderlik 2010'ların CNC'si gibiydi; daha esnek ve uyarlanabilirdi.

M tipi liderlik ise bugünün akıllı fabrikalarındaki esnek hücreler gibidir: Farklı sırayla, farklı müşteri ihtiyaçları için birden fazla işi aynı anda yapabilir.

Türkiye sanayisinin bugün tam olarak ihtiyaç duyduğu şey şudur:

Tek derinlikli ustalar değil; çoklu derinliğe sahip, öğrenmeyi örgütleyen ve süreçler arasında köprü kuran M tipi liderler.

Mendomi Akademi'de anlatmaya çalıştığımız yolculuk da tam olarak budur.

Yüzey İşlem ve Metal Kaplama Tesislerinde Kimyasal Güven

Chemical Safety in Surface Treatment and Metal Plating Facilities



Derleyen:

KAYA KOÇ VIB Makina Mühendislik San. Tic. Ltd. Şti

Yüzey işlem, metal kaplama ve endüstriyel boyama tesisleri; üretim süreçlerinde yoğun kimyasal kullanımının söz konusu olduğu, bu nedenle iş sağlığı ve güvenliği açısından yüksek risk barındıran endüstriyel alanlardır. Bu tesislerde asitler, alkaliler, solventler, ağır metal bileşikler ve gaz formundaki kimyasallar farklı proses adımlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Elektrolitik kaplama, anodizasyon, fosfatlama, galvanizleme, kimyasal parlatma, yağ alma ve yüzey aktivasyonu gibi işlemler, kimyasal maruziyet riskinin en yoğun olduğu uygulamaların başında gelir.

Kimyasal riskler yalnızca çalışan sağlığını tehdit etmekle sınırlı kalmaz; aynı zamanda üretim sürekliliğini, ekipman güvenliğini, çevresel etkileri ve yasal uyumluluğu da doğrudan etkiler. Bu nedenle modern yüzey işlem tesislerinde kimyasal güvenlik, yalnızca bir iş güvenliği başlığı değil; proses mühendisliği, kalite yönetimi ve kurumsal sürdürülebilirliğin ayrılmaz bir parçası olarak ele alınmalıdır.

Kimyasal Maruziyet Türleri ve Sağlık Etkileri

Kimyasal maruziyetler genel olarak akut ve kronik olmak üzere iki ana grupta değerlendirilir. Akut maruziyet, kısa sürede yüksek konsantrasyonda kimyasala maruz kalınması sonucu ortaya çıkar ve hızlı müdahale gerektirir. Solunum yetmezliği, kimyasal yanıklar, bilinç kaybı ve ciddi nörolojik semptomlar bu tür maruziyetlerin başlıca sonuçlarıdır. Özellikle klor gazı, hidrojen sülfür, solvent buharları ve asit dumanları akut risk grubunda yer alır.

Kronik maruziyet ise uzun süreli, düşük dozlu kimyasal etkiler sonucunda gelişir ve çoğu zaman geç fark edilir. Mesleki astım, kronik bronşit, dermatit, sinir sistemi hasarları, böbrek ve karaciğer fonksiyon bozuklukları bu maruziyet türünün en yaygın sonuçlarıdır. Özellikle altı değerlikli krom (Cr^{6+}) ve nikel bileşikler gibi bazı ağır metaller, uzun vadede kanser riskini ciddi ölçüde artırmaktadır.

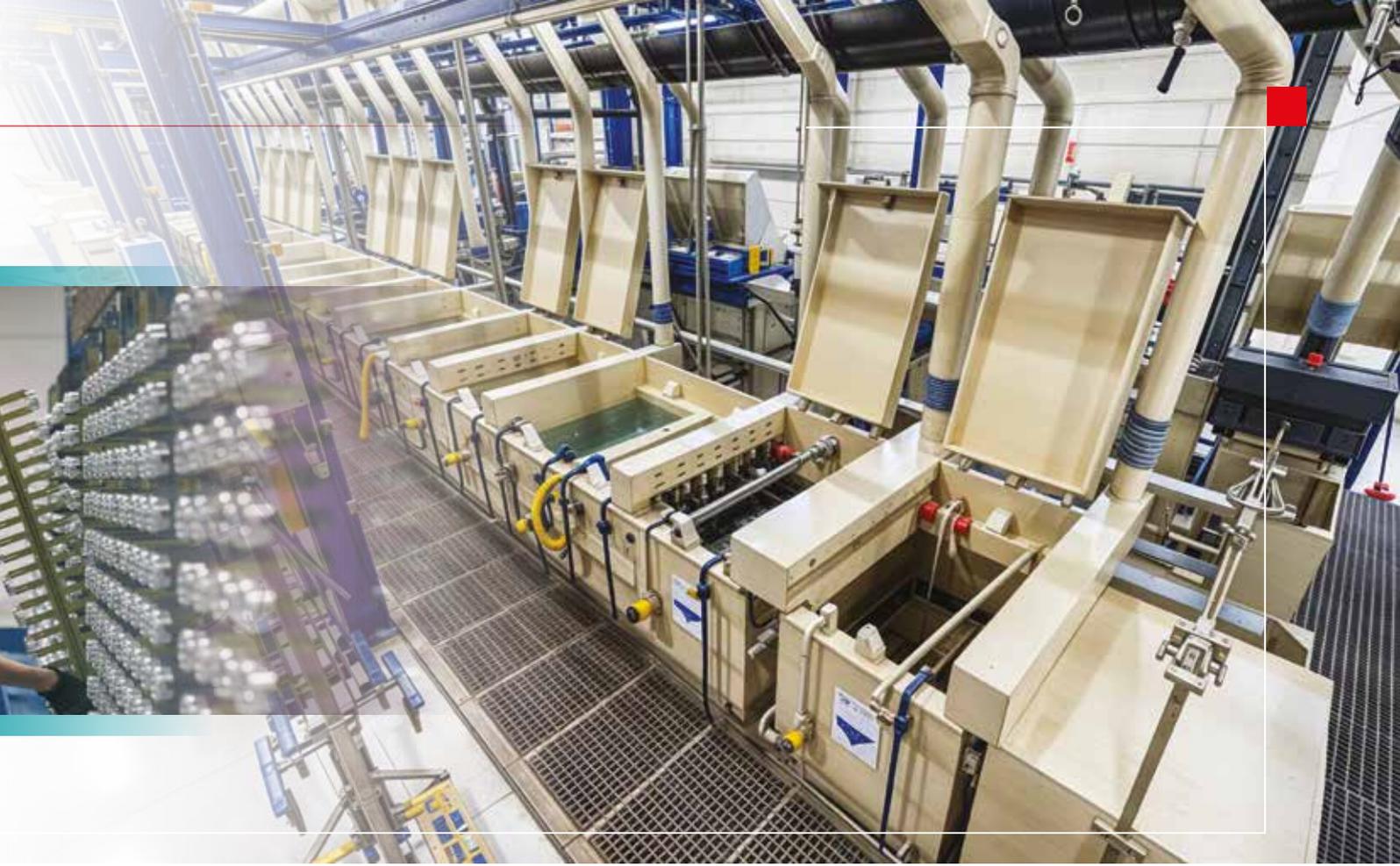
Surface treatment, metal plating, and industrial coating facilities are industrial environments where intensive chemical use is an inherent part of production processes, and therefore pose significant occupational health and safety risks. In these facilities, acids, alkalis, solvents, heavy metal compounds, and gaseous chemicals are widely used at various stages of production. Processes such as electrolytic plating, anodizing, phosphating, galvanizing, chemical polishing, degreasing, surface activation, and coating applications represent the areas with the highest potential for chemical exposure.

Chemical risks not only threaten employee health but also directly affect production continuity, equipment safety, environmental sustainability, and regulatory compliance. For this reason, chemical safety in modern surface treatment facilities is no longer merely an occupational safety issue; it has become an integral component of process engineering, quality management, and corporate sustainability.

Types of Chemical Exposure and Health Effects

Chemical exposures are generally classified as acute or chronic. Acute exposure occurs as a result of short-term contact with high concentrations of chemicals and requires immediate intervention. Respiratory failure, chemical burns, loss of consciousness, and severe neurological symptoms are among the most common outcomes. Chlorine gas, hydrogen sulfide, solvent vapors, and acid fumes are particularly associated with acute exposure risks.

Chronic exposure, on the other hand, develops due to long-term contact with low concentrations of chemicals and is often detected at a later stage. Occupational asthma, chronic bronchitis, dermatitis, nervous system damage, and kidney and liver dysfunction are among the most frequent consequences. Certain heavy metals, especially hexavalent chromium (Cr^{6+}) and nickel compounds, significantly increase cancer risk over prolonged exposure periods.



Critical Chemicals Used in Surface Treatment Facilities

Among the chemicals commonly used in the surface treatment sector, strong acids, strong alkalis, solvents, and heavy metals stand out. Acids such as hydrochloric acid, sulfuric acid, and nitric acid are widely employed in metal cleaning and pickling processes, while alkalis such as sodium hydroxide and potassium hydroxide are used in degreasing and chemical cleaning operations. These substances can cause severe skin and eye burns as well as serious respiratory tract damage.

Heavy metals and organic solvents exhibit toxic effects on the nervous system. Solvents such as toluene, methyl ethyl ketone (MEK), and acetone can negatively affect the central nervous system, particularly under conditions of inadequate ventilation.

Among these chemicals, hydrofluoric acid (HF) represents one of the most hazardous substances used in the surface treatment industry. Due to its ability to penetrate deeply into tissue, HF can reach bone structures and cause systemic toxicity. Even small-scale exposures may be life-threatening; therefore, facilities handling HF must implement specialized engineering controls and emergency response protocols.

Engineering-Based Chemical Safety Approach

In modern surface treatment facilities, chemical safety cannot be ensured solely through the use of personal protective equipment. An effective safety system must be supported by engineering-based preventive measures. Local exhaust ventilation systems, process-specific ventilation solutions, closed chemical transfer lines, and automated dosing systems constitute the foundation of this approach.

In addition, gas and vapor detectors, emergency showers and

Yüzey İşlem Tesislerinde Kritik Kimyasallar

Yüzey işlem sektöründe kullanılan kimyasallar arasında kuvvetli asitler, kuvvetli alkaliler, solventler ve ağır metaller öne çıkar. Hidroklorik asit, sülfürik asit ve nitrik asit gibi asitler metal temizleme ve asitleme proseslerinde yaygın olarak kullanılırken; sodyum hidroksit ve potasyum hidroksit gibi alkaliler yağ alma ve kimyasal temizleme işlemlerinde tercih edilmektedir. Bu maddeler ciddi cilt ve göz yanıkları ile solunum yolu hasarına neden olabilmektedir.

Ağır metaller ve organik solventler ise sinir sistemi üzerinde toksik etkilere sahiptir. Toluen, metil etil keton (MEK) ve aseton gibi solventler, özellikle yetersiz havalandırma koşullarında merkezi sinir sistemi üzerinde olumsuz etkilere yol açmaktadır.

Bu kimyasallar arasında hidroklorik asit (HF), yüzey işlem sektöründeki en tehlikeli maddelerden biri olarak öne çıkar. HF, dokuya derinlemesine nüfuz edebilme özelliği nedeniyle kemik dokusuna kadar ilerleyebilir ve sistemik toksisiteye yol açabilir. Düşük miktarlardaki maruziyetler dahi hayati risk oluşturduğundan, bu kimyasal ile çalışılan tesislerde özel mühendislik ve acil müdahale protokolleri zorunludur.

Mühendislik Temelli Kimyasal Güvenlik Yaklaşımı

Modern yüzey işlem tesislerinde kimyasal güvenliğin yalnızca kişisel koruyucu donanımlar ile sağlanması yeterli değildir. Etkin bir güvenlik sistemi, mühendislik temelli önlemlerle desteklenmelidir. Lokal emiş sistemleri, proses bazlı havalandırma çözümleri, kapalı kimyasal transfer hatları ve otomatik dozajlama sistemleri bu yaklaşımın temel unsurlarıdır.

Buna ek olarak gaz ve buhar sensörleri, acil duş ve göz yıkama

ENDÜSTRİYEL YÜZEY İŞLEM TEKNOLOJİSİNDE ÇÖZÜM ORTAĞINIZ



TÜNEL TİP YIKAMA
SİSTEMLERİ



ÖZEL TASARIM
ULTRASONİK
YIKAMA
SİSTEMLERİ



ÇOK KABİNLİ
UNIVERSAL
YIKAMA
MAKİNALARI

PROTECH NOLOGY

PROTECHNOLOGY ENDÜSTRİYEL MAKİNE VE KİMYA SANAYİ TİC. LTD. ŞTİ.

Halkalı Merkez Mah. Dereboyu Caddesi Çalışkan Sokak No: 6 Küçükçekmece-HALKALI / İSTANBUL

Tel : +90 212 486 11 41 - 485 46 96 - 212 485 56 96 • Fax : +90 212 486 33 83

www.protecmakine.com • e-mail : info@protecmakine.com

eyewash stations, isolation of chemical storage areas, and PLC-controlled process management significantly reduce chemical exposure risks. These measures not only protect employee health but also enhance overall process safety and operational reliability.

The Importance of CE and OSHA Compliance

To ensure sustainable chemical safety in surface treatment facilities, it is essential to establish a management system aligned with international standards. Within the scope of European Union regulations, the Machinery Directive and ATEX directives are of critical importance for facilities where chemical vapor and gas formation is possible. Risk assessment, machine safety, and operator protection form the core of CE compliance.

OSHA standards, on the other hand, provide guidance on hazard communication, exposure limits, personal protective equipment usage, and emergency response procedures. The integrated implementation of CE and OSHA requirements strengthens both regulatory compliance and operational safety in industrial facilities.

Corporate Integration and Occupational Health Monitoring

An effective chemical safety system must be supported not only by technical measures but also by corporate integration. The development of chemical risk maps, process-based exposure analyses, regular internal audits, and continuous employee training are key components of this system.

For employees exposed to chemical risks, periodic occupational health monitoring programs should be implemented. Pulmonary function tests, biological monitoring for heavy metals, dermatological examinations, and laboratory analyses play a critical role in early detection and prevention of permanent health damage.

Conclusion

Chemical risks in surface treatment and metal plating facilities can be largely controlled through appropriate engineering solutions, effective training programs, and management systems compliant with international standards. Safe production is not merely a legal obligation but a strategic investment in quality, efficiency, and sustainability.

Facilities that establish a strong chemical safety culture experience fewer occupational accidents, maintain more stable production processes, and achieve a stronger position in international markets. Therefore, chemical safety should not be regarded as a cost factor, but as one of the fundamental pillars of industrial sustainability.

istasyonları, kimyasal depolama alanlarının izole edilmesi ve proseslerin PLC kontrollü olarak yönetilmesi; kimyasal maruziyet risklerini önemli ölçüde azaltmaktadır. Bu önlemler, hem çalışan sağlığını korumakta hem de proses güvenliğini artırmaktadır.

CE ve OSHA Uyumunun Önemi

Yüzey işlem tesislerinde kimyasal güvenliğin sürdürülebilir olması için uluslararası standartlarla uyumlu bir yönetim sistemi oluşturulması gerekmektedir. Avrupa Birliği CE mevzuatı kapsamında Makine Direktifi ve ATEX direktifleri, kimyasal buhar ve gaz oluşumu riski bulunan tesisler için kritik öneme sahiptir. Risk analizi, makine güvenliği ve operatör koruması CE uyumunun temel yapı taşlarını oluşturur.

OSHA standartları ise kimyasal iletişim, maruziyet sınırları, kişisel koruyucu donanım kullanımı ve acil durum müdahale prosedürleri açısından yol gösterici niteliktedir. CE ve OSHA gerekliliklerinin entegre bir şekilde uygulanması, tesislerde hem yasal uyumu hem de operasyonel güvenliği güçlendirmektedir.

Kurumsal Entegrasyon ve Sağlık İzleme

Etkili bir kimyasal güvenlik sistemi, yalnızca teknik önlemlerle değil, kurumsal entegrasyonla da desteklenmelidir. Kimyasal risk haritalarının oluşturulması, proses bazlı maruziyet analizleri, düzenli iç denetimler ve çalışan eğitimleri bu sistemin temel bileşenleridir.

Kimyasal maruziyet riski bulunan çalışanlar için periyodik sağlık izleme programları uygulanmalıdır. Solunum fonksiyon testleri, ağır metal biyolojik izleme çalışmaları, dermatolojik kontroller ve laboratuvar analizleri; erken teşhis açısından kritik rol oynamaktadır.

Sonuç

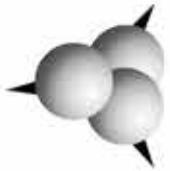
Yüzey işlem ve metal kaplama tesislerinde kimyasal riskler; doğru mühendislik çözümleri, etkili eğitim programları ve uluslararası standartlarla uyumlu yönetim sistemleri sayesinde büyük ölçüde kontrol altına alınabilir. Güvenli üretim, yalnızca yasal bir zorunluluk değil; aynı zamanda kalite, verimlilik ve sürdürülebilirlik açısından stratejik bir yatırımdır.

Kimyasal güvenlik kültürünü benimsemiş tesisler; daha az iş kazası yaşamakta, üretim süreçlerini daha stabil şekilde sürdürebilmekte ve uluslararası pazarlarda daha güçlü bir konum elde etmektedir. Bu nedenle kimyasal güvenlik, bir maliyet unsuru değil; endüstriyel sürdürülebilirliğin temel yapı taşlarından biri olarak değerlendirilmelidir.

Referanslar | References

1. ISO 45001:2018 — İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemleri — Kullanım Rehberi ile Gereklilikler. Uluslararası Standardizasyon Örgütü (ISO).
2. ISO 14001:2015 — Çevre Yönetim Sistemleri — Gereklilikler ve Kullanım Rehberi. Uluslararası Standardizasyon Örgütü (ISO).
3. ISO 12100:2010 — Makine Güvenliği — Tasarım için Genel Prensipler — Risk Değerlendirmesi ve Risk Azaltma. ISO.
4. EN 60204-1:2018 — Makinaların Elektrik Donanımı — Makine Güvenliği. Avrupa Standardizasyon Komitesi (CEN).
5. Makine Direktifi 2006/42/EC — Avrupa Parlamentosu ve Avrupa Konseyi — Makine Güvenliği Düzenlemesi.
6. ATEX Direktifi 2014/34/EU — Patlayıcı Ortamlarda Kullanılan Ekipman ve Koruyucu Sistemler. Avrupa Birliği.
7. OSHA 29 CFR 1910 — Genel Endüstri için İş Sağlığı ve Güvenliği Standartları. ABD İş Sağlığı ve Güvenliği İdaresi (OSHA).
8. OSHA Tehlike İletişim Standardı (Hazard Communication Standard — HCS), 29 CFR 1910.1200 — Kimyasal Tehlike İletişimi Gereklilikleri.
9. OSHA İzin Verilebilir Maruziyet Limitleri (Permissible Exposure Limits — PEL) — İş Yeri Hava Kirlenmeleri için Kimyasal Maruziyet Sınırları.
10. NIOSH Kimyasal Tehlikeler Cep Rehberi (NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards) — Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü (NIOSH), CDC.
11. ACGIH TLV ve BEI Değerleri — Kimyasal Maddeler ve Fiziksel Etkenler için Eşik Limit Değerleri. Amerikan Endüstriyel Hijyenistler Konferansı (ACGIH).
12. Avrupa Kimyasallar Ajansı (ECHA) — Kimyasal Güvenlik Değerlendirmesi ve Risk Yönetimi Rehberi. REACH Tüzüğü (EC) No 1907/2006.
13. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) — Sağlıklı Çevre ile Hastalıkları Önlenmesi: Kimyasal Tehlikeler.
14. NIOSH Endüstriyel Havalandırma El Kitabı — Endüstriyel Havalandırma Sistemlerinin Tasarımı ve Kontrolü için Önerilen Uygulamalar.
15. Korozyon ve Aşınma Direnci için Yüzey Mühendisliği, J.R. Davis, ASM International.
16. Elektrokaplama Mühendisliği El Kitabı (Electroplating Engineering Handbook), L.J. Durney, Springer.
17. Yüzey İşlem ve Kaplama Proseslerinde Güvenlik, Avrupa Yüzey İşlem Birliği (ESTAL)

Gümüş Kaplama



ÜÇLER GALVANO

ÜÇLER GALVANO SAN. VE TİC. LTD. ŞTİ

- İkitelli Organize Sanayi Bölgesi Galvano Teknik Sanayi Sitesi
F-Blok No. 46 İkitelli / İSTANBUL
- Tel: 0212 549 31 75 (Pbx) Faks: 0212 549 09 35
- E-mail: ucler@uclergalvano.com.tr
www.uclergalvano.com.tr



Hayattaki tüm yüzeyler için
For every surface in life

Endüstriyel Yüzey İşlem Tesisleri
Industrial Surface Finishing Plants

📍 İkitelli O.S.B. Mah. Milas Cad.
Dış Kapı No: 13/A İç Kapı No: Z01
Başakşehir - İstanbul / Türkiye

☎ +90 (212) 549 9 549
✉ info@prometalgalvano.com
🌐 www.prometalgalvano.com

Eklemeli İmalat için Yüzey Ardıl İşlem Teknolojileri

Surface Post- Processing Technologies for Additive Manufacturing



Doç.Dr. / Assoc Prof. Dr. Binnur SAĞBAŞ

Yıldız Teknik Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Beşiktaş, İstanbul

Yıldız Technical University, Mechanical Engineering Department, Besiktas Istanbul

Özet

Eklemeli imalat (Eİ) teknolojileri, kompleks geometrilerin üretiminde önemli avantajlar sunsa da süreç doğası gereği yüksek pürüzlülük, toz bağlılıkları, basamak etkisi, mikro gözeneklenme ve kalıntı gerilmeler gibi yüzey kusurlarının oluşmasına yol açmaktadır. Bu kusurlar, özellikle yorulma dayanımı, aşınma direnci, geometrik doğruluk ve fonksiyonel yüzey özellikleri üzerinde belirleyici olup endüstriyel uygulamalarda ardıl işlemleri zorunlu kılmaktadır. Literatür çalışmaları incelendiğinde Eİ parçalarının mekanik, tribolojik ve servis performansını artırmaya yönelik çok sayıda farklı ardıl işlem olduğu görülmektedir. Bu yazıda ardıl işlemler üç ana grupta ele alınacaktır: mekanik, lazer tabanlı ve kimyasal/elektrokimyasal yöntemler. Mekanik yöntemler (abrasif akışlı işleme, titreşimli yüzey işlem, bilyeli dövme, kumlama, manyetik alan destekli işleme ve mikro işleme) yüzeyde plastik deformasyon veya kontrollü talaş kaldırma ile pürüzlülüğü azaltır ve basma kalıntı gerilmeleri oluşturarak yorulma dayanımını artırır. Lazer tabanlı teknikler (lazer parlatma, lazer şokla dövme, lazer tekstürleme ve lazer kaplama) temassız çalışma avantajıyla yüzey topografisini iyileştirir, mikro yapısal kusurları düzeltir ve fonksiyonel yüzey modifikasyonlarını mümkün kılar. Kimyasal ve elektrokimyasal işlemler ise reaksiyon temelli çözümlerle toz bağlılıklarını giderir, pürüzlülüğü homojenleştirir ve yüksek parlaklık, korozyon direnci ve biyouyumluluk gibi özellikleri geliştirir. Sonuç olarak, Eİ'nin doğasında bulunan yüzey kaynaklı sınırlamaların giderilmesi; uygun ardıl işlem yönteminin malzeme, geometri ve hedeflenen performans gereksinimlerine göre seçilmesiyle mümkündür. Bu teknikler, yüzey bütünlüğünü iyileştirerek Eİ parçalarının güvenilir, uzun ömürlü ve fonksiyonel kullanımını sağlayan kritik adımlardır.

Abstract

Although additive manufacturing (AM) technologies offer significant advantages in producing components with complex geometries, the inherent nature of layer-by-layer fabrication often leads to surface defects such as high roughness, powder adhesion, balling, micro-porosity, and residual stresses. These defects critically influence fatigue resistance, wear behavior, geometric accuracy, and functional surface properties, making post-processing indispensable for industrial applications. A review of the literature reveals a wide range of post-processing techniques developed to enhance the mechanical, tribological, and service performance of AM parts. In this study, post-processing methods are examined under three main categories: mechanical, laser-based, and chemical/electrochemical approaches. Mechanical methods (abrasive flow machining, vibratory polishing, shot peening, blasting, magnetic-field-assisted finishing, and mechanical micromachining) improve surface quality by inducing plastic deformation or controlled material removal, thereby reducing roughness and generating compressive residual stresses that enhance fatigue performance. Laser-based techniques (laser polishing, laser shock peening, laser texturing, and laser cladding) improve surface topography, mitigate microstructural defects, and enable functional surface modification through the advantages of non-contact processing. Chemical and electrochemical methods remove powder adhesions, homogenize surface roughness, and enhance properties such as brightness, corrosion resistance, and biocompatibility through reaction-based mechanisms. In conclusion, overcoming the inherent surface-related limitations of AM requires careful selection of appropriate post-processing methods based on material type, part geometry,



and performance requirements. These techniques are essential for improving surface integrity and ensuring the reliable, long-term, and functional use of AM components.

Keywords: Additive Manufacturing, Surface Post-Processing, Mechanical Surface Treatments, Chemical Surface Treatments, Laser Surface Treatments

Introduction

Additive manufacturing technologies provide substantial advantages in producing components with complex and functionally tailored geometries; however, due to the intrinsic characteristics of layer-based fabrication, various surface defects and poor surface quality frequently arise, necessitating the application of post-processing techniques. These defects are critical factors that adversely affect both the mechanical performance and the service life of the components. Surface quality in metal AM processes is influenced by the combined effects of process parameters, energy density, material properties, and thermal cycles. Powder adhesion and balling defects, arising from melt pool instability or insufficient melting of powder particles, produce irregular surface topography and high roughness. Additionally, the stair-stepping effect—an inherent geometric limitation of layer-wise production—becomes pronounced on inclined or curved surfaces, reducing geometric accuracy. Insufficient energy input and rapid solidification may trigger the formation of micro-pores and micro-cracks on the surface. These microstructural defects become especially critical under dynamic loading, significantly reducing fatigue strength [1].

Anahtar kelimeler: Eklemler İmalat, Yüzey ardıl işlemleri, Mekanik yüzey işlemleri, Kimyasal yüzey işlemleri, Lazer yüzey işlemleri

Giriş

Eklemler imalat teknolojileri, karmaşık geometrilere sahip ve fonksiyonel özellikleri özelleştirilmiş parçaların üretiminde önemli avantajlar sunmakla birlikte, katmanlı üretim sürecinin doğasına bağlı olarak ortaya çıkan düşük yüzey kalitesi ve çeşitli yüzey kusurları, ardıl işlem gerekliliğini zorunlu kılmaktadır. Bu kusurlar hem mekanik performansı hem de parçanın servis ömrünü olumsuz etkileyen kritik faktörlerdir. Metal eklemler imalat süreçlerinde yüzey kalitesi, imalat parametreleri, enerji yoğunluğu, malzeme özellikleri ve termal çevrimlerin çoklu etkileşimine bağlıdır. Toz yapışmaları ve küreleşme (balling) olarak adlandırılan kusurlar, ergime havuzunun kararsızlığı veya toz partiküllerinin tam ergimemesi sonucunda ortaya çıkarak yüzeyde düzensiz topografiye ve yüksek pürüzlülüğe yol açmaktadır. Buna ek olarak, katmanlı üretimin temel geometrik sınırlaması olan basamak etkisi (stair-stepping effect), özellikle eğimli ve eğrisel yüzeylerde belirginleşerek geometrik doğruluğun azalmasına neden olmaktadır. Yetersiz enerji girişi ve hızlı katılma davranışı ise yüzeyde mikro gözenekler ve mikro çatlak oluşumunu tetikleyebilmektedir. Bu mikro yapısal kusurlar, özellikle dinamik yükler altında kritik hale gelerek yorulma direncini önemli ölçüde azaltmaktadır [1].

El parçalarında katman yönüne bağlı gelişen anizotropi ve yüksek termal gradyanlardan kaynaklanan kalıntı gerilmeler de yüzey bütünlüğünü olumsuz etkileyen bir diğer önemli faktördür. Üretim sırasında farklı bölgelerin farklı hızlarda soğuması, çekme tipi kalıntı gerilmelerin birikmesine ve bunun sonucunda parçada distorsiyon,

yüze deformasyonu veya çatlak başlatma eğilimine neden olmaktadır. Bu tür gerilmeler, özellikle yorulma gerilmesine maruz kalan kritik bileşenlerde mekanik performansın zayıflamasına katkı sağlamaktadır. Bu nedenle, El'ye özgü bu imalat kusurlarının kontrol altına alınması ve uygun yüzey iyileştirme yöntemlerinin uygulanması, güvenilir ve fonksiyonel parçaların elde edilmesi için büyük önem taşımaktadır [2].

Ekleme imalatla üretilen parçaların endüstriyel ölçekte güvenilir ve uzun ömürlü bir biçimde kullanılabilmesi, uygulanan yüzey ardıl işlemlerinin etkinliğine doğrudan bağlıdır. Bu işlemler, yalnızca yüzey pürüzlülüğünün giderilmesiyle sınırlı olmayıp, parçanın fonksiyonelliğinin teyit edilmesi, geometrik doğruluğunun iyileştirilmesi ve servis koşullarındaki performansının artırılması açısından kritik bir rol üstlenmektedir. Özellikle biyomedikal implantlardan havacılık bileşenlerine kadar uzanan geniş bir uygulama yelpazesinde yüzey koşulları, bileşenin biyomekanik uyumu, aşınma davranışı ve genel hizmet ömrünü belirleyen temel parametrelerdendir [3]. Yüzey pürüzlülüğünün azaltılması, temas mekaniği açısından daha kararlı bir yüzey elde edilmesini sağlayarak hem implantlarda hem de genel makine elemanlarında performansın artırılmasına katkıda bulunmaktadır. Yüzey ardıl işlemleri El parçaların tribolojik performansın iyileştirilmesinde de büyük önem taşımaktadır. Pürüzsüzleştirilmiş yüzeyler, yağlayıcı filmin daha kararlı bir şekilde oluşmasına olanak tanıyarak, hidrodinamik yağlama rejimine yaklaşılmasını sağlayacaktır. Böylelikle sürtünme katsayısı ve aşınma oranları da önemli ölçüde azalacaktır. Bu durum, özellikle yüksek hızlarda çalışan ya da sürekli sürtünme yüküne maruz kalan El parçalarında operasyonel verimliliği doğrudan artırmaktadır [1]. Buna ek olarak, El süreçlerine özgü yüksek termal gradyanlar nedeniyle oluşan kalıntı gerilmelerin giderilmesi de yüzey işlemlerinin temel katkılarından biridir. Özellikle mekanik ardıl işlemler (örneğin bilyalı dövme, vibrasyonlu parlatma, kumlama), yüzeyde basma kalıntı gerilmeleri oluşturarak parça bütünlüğünü arttırmakta, çatlak ilerlemesini baskılayarak, distorsiyon eğilimini azaltmaktadır [4]. Bu yazıda, eklemeli imalatla üretilen parçaların yüzeylerine uygulanan mekanik, kimyasal ve lazer tabanlı ardıl işlemler incelenerek, bu tekniklerin temel çalışma prensipleri ve uygulama alanları ele alınacaktır.

2. Mekanik Yüzey İşlemleri

Mekanik yüzey işlemleri, malzeme yüzeyinde kontrollü bir mekanik etki oluşturarak pürüzlülüğü azaltmayı, yüzey bütünlüğünü iyileştirmeyi ve performansı artırmayı amaçlayan ardıl işlemlerdir. Bu işlemler, yüzeyin plastik deformasyonu veya mekanik özelliklerinin aşındırıcılar, parçacıklar veya takımlar aracılığıyla iyileştirilmesi prensibine dayanmaktadır. Bu yöntemler, özellikle eklemeli imalat parçalarında yaygın görülen yüzey pürüzlülüğü, gevşek toz kalıntıları ve yüzey kaynaklı kusurların giderilmesinde kritik rol oynamaktadır. Mekanik yüzey işlemleri arasında Aşındırıcı Akışla İşleme, Titreşimli Yüzey İşleme, Bilyeli Dövme, Kumlama, Manyetik Alan Destekli Yüzey İşlem ve Mekanik Mikro İşleme gibi yöntemler yer almakta olup, her biri farklı yüzey gereksinimlerine yönelik çözümler sunmaktadır [5].

Aşındırıcı Akışla İşleme: Yöntem aşındırıcı partiküller içeren viskoelastik bir macunun yüksek basınç altında dar kanallardan geçirilmesi prensibine dayanır. Özellikle El ile üretilen karmaşık iç kanalların pürüzlülüğünü azaltmak ve toz kalıntıları temizlemek için son derece etkilidir. Geleneksel yöntemlerin erişemediği kritik bölgelerde kontrollü malzeme kaldırma sağlar [6].

Anisotropy associated with the build direction and residual stresses generated by steep thermal gradients further degrade surface integrity in AM components. Variations in cooling rates during production cause the accumulation of tensile residual stresses, leading to distortion, surface deformation, or crack initiation. Such stresses contribute to reduced mechanical performance, particularly in fatigue-critical applications. Therefore, controlling these AM-specific defects and applying appropriate surface improvement techniques are essential for achieving reliable and functional components [2].

The industrial-scale use of AM parts in a reliable and long-lasting manner is directly dependent on the effectiveness of surface post-processing. These processes not only aim to reduce surface roughness but also play a critical role in confirming part functionality, improving dimensional accuracy, and enhancing performance under service conditions. Across a wide spectrum of applications—from biomedical implants to aerospace components—surface conditions determine biomechanical compatibility, wear behavior, and overall service life [3]. Reduced surface roughness contributes to more stable contact mechanics, enhancing performance both in implants and in general machine components. Surface post-processing is also crucial for improving tribological performance, as smoother surfaces promote the formation of stable lubricant films, facilitating the transition toward hydrodynamic lubrication and reducing friction coefficients and wear rates. This is particularly advantageous for AM parts exposed to high-speed or continuous sliding conditions. Furthermore, the mitigation of residual stresses arising from steep thermal gradients inherent to AM processes is among the fundamental contributions of surface treatments. Mechanical post-processing methods (e.g., shot peening, vibratory polishing, blasting) introduce compressive residual stresses that enhance structural integrity, suppress crack propagation, and reduce distortion tendency [4]. In this study, mechanical, chemical, and laser-based surface post-processing techniques applied to AM components are examined, with a focus on their fundamental operating principles and application domains.

2. Mechanical Surface Treatments

Mechanical surface treatments are post-processing methods that aim to reduce surface roughness, improve surface integrity, and enhance performance by inducing a controlled mechanical effect on the material surface. These methods rely on plastic deformation of the surface layer or mechanical modification using abrasives, particles, or tools. They play a critical role in mitigating common AM surface defects such as roughness, loose powder residues, and surface-originating flaws. Mechanical treatments include Abrasive Flow Machining, Vibratory Polishing, Shot Peening, Blasting, Magnetic-Field-Assisted Finishing, and Mechanical Micromachining, each offering specific advantages tailored to different surface requirements [5].

Abrasive Flow Machining (AFM): This method is based on extruding a viscoelastic abrasive-laden media through narrow channels under high pressure. It is particularly effective for reducing roughness and removing powder residues from the complex internal channels commonly produced by AM. AFM enables controlled material removal in critical regions inaccessible to conventional methods [6].

Vibratory Polishing: In this technique, parts are processed inside a vibrating chamber containing an abrasive media. Mechanical abrasion occurs through the relative motion between the parts and the media, enabling the removal of surface irregularities. It is suitable for achieving moderate surface quality and is cost-effective for batch processing. Vibratory polishing is frequently used for general surface improvement after support structure removal in AM parts [4].



Figure 1. (Left) Vibratory polishing device, (Right) abrasive media.

Shot Peening: Plastic deformation is induced on the surface through the impact of high-velocity shot, generating beneficial compressive residual stresses. This mechanism enhances fatigue resistance and reduces the risk of surface-initiated crack formation in AM components. It is widely employed for critical AM parts produced for aerospace and automotive applications [3].

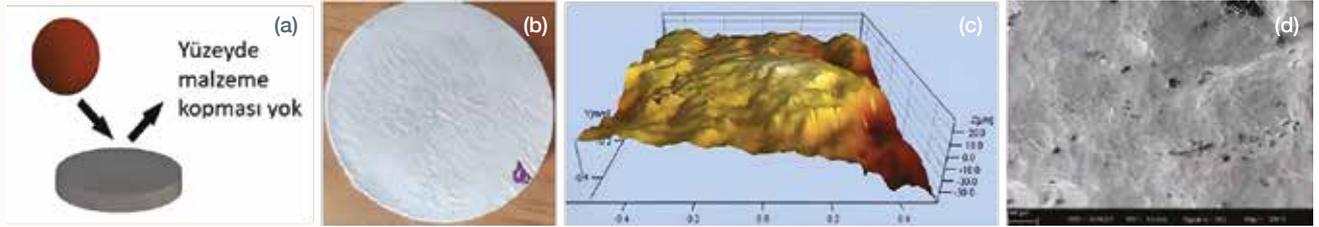


Figure 2. (a) Schematic illustration of the shot peening process, (b) Surface morphology of an AM-produced AlSi10Mg specimen after shot peening, (c) 3D optical profilometry image, (d) Scanning electron microscopy micrograph [3].

Sandblasting: Abrasive particles carried by pressurized air are projected onto the surface to achieve cleaning, roughening, or homogenization. It is one of the most fundamental mechanical post-processing methods in AM for removing support structures and eliminating surface oxides. Sandblasting enables rapid and cost-effective control of surface roughness within a defined range.

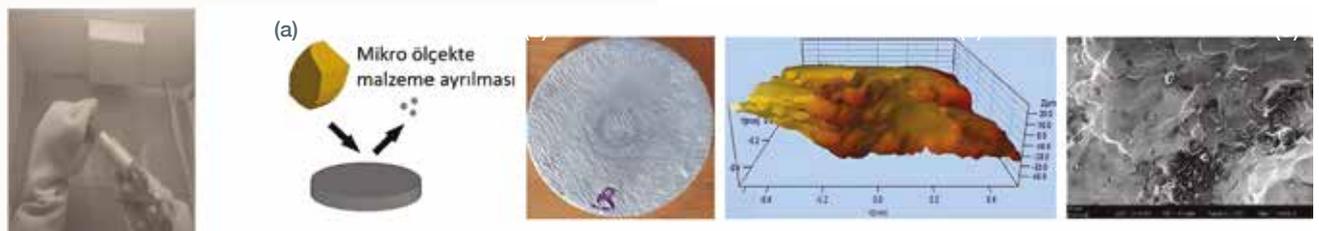


Figure 3. (Left) Sandblasting process, (Right) (a) schematic representation of sandblasting, (b) surface morphology of an AM-produced AlSi10Mg specimen after sandblasting, (c) 3D topographic image of the sandblasted surface, (d) SEM micrograph of the sandblasted surface [3].

Titreşimli Yüzey İşlem: Bu yöntemde parçalar, aşındırıcı ortamla birlikte titreşimli bir hazne içerisinde hareket ederek yüzeyden mekanik aşındırma yoluyla malzeme kaldırılır. Orta hassasiyette yüzey kalitesi elde etmek için uygundur ve özellikle çoklu parça işleminde ekonomiktir. El parçalarında destek yapısı alma sonrası genel yüzey iyileştirme amacıyla sıklıkla kullanılır [4].



Şekil 1. (Solda) Titreşimli Parlatma cihazı, (Sağda) aşındırıcı ortam

Bilyeli Dövme: Yüksek hızlı bilyelerin yüzeye çarpmasıyla plastik deformasyon yaratılır ve yüzeyde basma kalıntı gerilmeleri oluşur. Bu mekanizma, yorulma dayanımını artırarak El parçalarındaki yüzey kaynaklı çatlak başlama riskini azaltır. Havacılık ve otomotiv için üretilen kritik El bileşenlerinde yaygın biçimde uygulanır [3].

Şekil 2. a) Bilyeli dövme işleminin prensibi, b) El ile üretilmiş, AlSi10Mg numunenin bilyeli dövme işlemi sonrası elde edilen yüzey görüntüsü, c) 3B optik profilometre görüntüsü, d) Taramalı elektron mikroskobu görüntüsü [3].

Kumlama: Basınçlı hava ile taşınan aşındırıcı partiküller yüzeye çarpıtılarak temizleme, pürüzlendirme veya homojenleştirme sağlanır. Destek yapılarının temizlenmesi ve yüzey oksitlerinin giderilmesi açısından El sürecinin en temel mekanik ardl işlemlerindendir. Yüzey pürüzlülüğünü belirli bir aralıkta hızlı ve ekonomik şekilde kontrol etmeye imkân tanır [3].

Şekil 3. (Solda) Kumlama işlemi, (Sağda) a) Kumlama işleminin prensibi, b) El ile üretilmiş, AlSi10Mg numunenin kumlama işlemi sonrası elde edilen yüzey görüntüsü, c) kumlanmış yüzeyin 3B optik profilometre görüntüsü, d) kumlanmış yüzeyin taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü [3].

Manyetik Alan Destekli Yüzey İşlem: Manyetik partiküller ve aşındırıcıların oluşturduğu “manyetik fırça”, manyetik alan altında yüzeye baskı yaparak mikro talaş kaldırır. Erişilmesi zor iç yüzeylerde yüksek yüzey kalitesi elde edilmesini sağlar. El ile üretilen paslanmaz çelik, titanyum ve seramik bileşenlerin hassas bitirme ihtiyaçlarında etkilidir.

Mekanik Mikro İşleme: Mikro frezeleme, mikro taşlama veya benzeri yüksek hassasiyetli mekanik talaş kaldırma yöntemlerini kapsar. El parçalarının fonksiyonel yüzeylerinde boyutsal doğruluğu artırmak ve lokal pürüzlülüğü kontrol etmek amacıyla kullanılır. Küçük çaplı takımlar sayesinde keskin köşe ve detay bölgelerde yüzey performansını iyileştirir [7].

Magnetic Field-Assisted Finishing: A “magnetic brush” formed by magnetic particles and abrasives applies pressure to the surface under an external magnetic field, removing material at the micro-scale. It enables high-quality finishing of hard-to-reach internal surfaces and is effective for precision finishing of AM-produced stainless steel, titanium, and ceramic components.

Mechanical Micro-Machining: This category includes high-precision mechanical material removal processes such as micro-milling and micro-grinding. It is used to improve dimensional accuracy and control local roughness on functional surfaces of AM parts. Owing to the use of small-diameter tools, it enhances surface performance in sharp edges and intricate geometrical features [7].



3. Lazer Tabanlı Yüzey İşlemleri

Lazer tabanlı yüzey işlemleri, yüksek enerjili lazer ışınlarının malzeme yüzeyi ile etkileşimini kullanarak yüzey pürüzlülüğünü iyileştirmeyi, mekanik özellikleri artırmayı ve mikro yapısal kusurları kontrol etmeyi amaçlayan ardıl işlem teknikleridir. Temassız çalışma prensibi, yüksek konumlandırma hassasiyeti ve karmaşık geometriye sahip El parçalarında etkin uygulanabilirliği sayesinde eklemeli imalat uygulamalarında yaygın olarak tercih edilmektedir. Bu yöntemler arasında Lazer Parlatma (LP), Lazer Şokla Dövme (LŞD), Lazer Tekstürleme (LT) ve Lazer Kaplanması (LK) gibi farklı teknikler yer almakta olup, her biri yüzey kalitesini ve işlevselliğini artırmaya yönelik etkin alternatifler sunmaktadır.

Lazer Parlatma: Lazer parlatma, yüzeydeki mikron ölçekli çıkıntılar kontrollü biçimde eritip yeniden katılaştırarak pürüzlülüğü azaltan bir termal yüzey iyileştirme yöntemidir. Lazer ışını yüzeyde ince bir tabakayı eritir ve yüzey gerilmeleri, erimiş malzemeyi daha düşük enerjili bir topografyaya doğru akmaya zorlar. Bu sayede makine izi, toz bakiyeleri ve mikro çıkıntılar ortadan kalkar. Temassız bir yöntem olması, karmaşık geometriye sahip metal El parçalarına kolaylıkla uygulanabilmesini sağlar [8].

Lazer Şokla Dövme: Lazer şokla dövme, malzeme yüzeyine yüksek güçlü, kısa süreli lazer darbeleri uygulanarak yüzeyde şok dalgalarının oluşturulması ve bunun sonucunda derin basma kalıntı gerilmeleri meydana getirilmesi prensibine dayanmaktadır. Yapılan işlem yüzeyin yorulma dayanımını artırarak, çatlak başlama ve ilerleme hızını önemli ölçüde düşürmektedir. Özellikle uçak, enerji ve otomotiv sektörlerinde yer alan yorulma kritik bileşenlerde eklemeli imalat sonrası en etkili iyileştirme tekniklerinden biri olarak öne çıkmaktadır [9].

3. Laser-Based Surface Treatments

Laser-based surface treatments comprise post-processing techniques that utilize the interaction between high-energy laser beams and the material surface to improve surface roughness, enhance mechanical properties, and control microstructural defects. Owing to their non-contact nature, high positioning accuracy, and effective applicability on additively manufactured (AM) components with complex geometries, these methods are widely preferred in AM applications. Laser Polishing (LP), Laser Shock Peening (LSP), Laser Surface Texturing (LST), and Laser Cladding (LC) are among the primary techniques in this category, each offering effective routes for improving surface quality and functionality.

Laser Polishing: Laser polishing is a thermal surface refinement method that reduces surface roughness by locally melting and resolidifying micron-scale asperities. The laser beam melts a thin surface layer, and surface tension forces promote the flow of molten material toward a lower-energy topography. As a result, machining marks, partially fused powder particles, and micro-scale protrusions are eliminated. Its non-contact nature enables easy application to metal AM components with complex geometries [8].

Laser Shock Peening: Laser shock peening is based on applying high-power, short-duration laser pulses to the material surface, generating shock waves and inducing deep compressive residual stresses. This process significantly enhances fatigue resistance and decreases both crack initiation and propagation rates. It is considered one of the most effective post-processing techniques for fatigue-critical AM components used in aerospace, energy, and automotive sectors [9].

Laser Surface Texturing: Laser surface texturing aims to enhance surface functionality by creating controlled micro-dimples, channels, grooves, or periodic patterns using a laser beam. These textures can be designed to improve lubrication performance, reduce friction, modify wettability, promote biological cell adhesion, or impart antibacterial properties. It is increasingly utilized in the functional surface engineering of AM components.

Laser Cladding: Laser cladding is a surface reinforcement method in which metallic powders or wire materials are melted onto the surface using a laser to form a coating layer. This technique is widely used to enhance wear resistance, corrosion resistance, and surface hardness. For AM components, it provides major advantages for localized reinforcement, repair processes, and tailoring material properties in specific regions [7].

4. Chemical and Electrochemical Surface Treatments

Chemical and electrochemical surface treatments aim to modify the material surface in a controlled manner through chemical reactions or electrochemical interactions. These processes operate via mechanisms such as dissolving oxide films, altering surface energy, forming thin protective layers, or inducing controlled anodic/cathodic reactions. In additively manufactured components, they are widely employed to reduce surface roughness, remove adhered powder, increase corrosion resistance, and enhance functional properties such as biocompatibility. The principal methods include chemical etching, chemical polishing and electrochemical polishing (electropolishing).

Chemical Etching: Chemical etching removes material selectively through controlled chemical reactions at the surface. Acidic or alkaline solutions react more rapidly with high-energy surface regions, removing adhered powder, micro-protrusions, and solidification defects. For AM parts, it offers notable advantages in cleaning inaccessible internal channels and homogenizing surface roughness [10].

Chemical Polishing: Chemical polishing achieves micron-scale surface refinement through controlled chemical dissolution. Since it does not require mechanical contact, it is highly suitable for AM components with complex topologies. Due to surface energy differences, protrusions dissolve faster than depressions, gradually leading to a smoother surface topography. It is widely applied to titanium, nickel, and stainless-steel alloys.

Electrochemical Polishing: Electrochemical polishing involves smoothing the surface through electrochemical dissolution while the component is connected as the anode in an electrolyte solution. Micro-asperities experience higher current density and thus dissolve preferentially, resulting in a bright, homogeneous surface with enhanced corrosion resistance. It is a critical method for AM components due to its effectiveness in removing adhered powder and achieving high surface quality for biomedical implants [11].

The summary table below (Table 1) presents a comparative overview of the fundamental principles, technical advantages, and application areas of the post-processing methods discussed.

Lazer Yüzey Tekstürleme: Lazer yüzey tekstürleme, lazer ışını ile yüzey üzerinde kontrollü mikro-çukurlar, kanallar, hatlar veya düzenli desenler oluşturarak yüzey fonksiyonelliğini artırmayı amaçlar. Oluşturulan tekstürler; yağlama performansını iyileştirme, sürtünmeyi azaltma, ıslanabilirliği değiştirme, biyolojik hücre tutunmasını artırma veya antibakteriyel davranış kazandırma gibi uygulamalara yönelik olarak tasarlanabilir. El parçalarının fonksiyonel yüzey mühendisliğinde giderek daha fazla kullanılmaktadır.

Lazer Kaplama: Lazer kaplama, yüzeye metal tozları veya tel formundaki malzemeyi lazer ile eriterek bir kaplama tabakası oluşturmayı hedefleyen bir yüzey güçlendirme işlemidir. Bu yöntem aşınma direncini, korozyon dayanımını ve yüzey sertliğini artırmak için yaygın olarak tercih edilmektedir. Eklemeli imalatla üretilen parçalarda bölgesel güçlendirme, onarım işlemleri ve malzeme özelliklerinin lokal olarak optimize edilmesi açısından büyük avantaj sağlamaktadır [7].

4. Kimyasal ve Elektrokimyasal Yüzey İşlemleri

Kimyasal ve elektrokimyasal yüzey işlemleri, malzeme yüzeyinin kimyasal reaksiyonlar veya elektro-kimyasal etkileşimler aracılığıyla kontrollü biçimde dönüştürülmesini amaçlayan yöntemlerdir. Bu işlemler; yüzeydeki oksit filmlerinin çözündürülmesi, yüzey enerjisinin değiştirilmesi, ince koruyucu tabakaların oluşturulması veya kontrollü reaksiyonlarla yüzey iyileştirilmesi gibi mekanizmalar üzerinden çalışır. Eklemeli imalat parçalarında özellikle yüzey pürüzlülüğünü azaltmak, bağlı tozları gidermek, korozyon direncini artırmak ve biyoyumluluk gibi fonksiyonel özellikleri geliştirmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Başlıca kimyasal işlemler arasında kimyasal dağlama, kimyasal parlatma, elektrokimyasal parlatma (electropolishing) ve oksitleme/kaplama işlemleri yer almaktadır.

Kimyasal Dağlama: Kimyasal dağlama, yüzeyde kontrollü bir kimyasal reaksiyon oluşturarak malzeme yüzeyinden seçici olarak materyal kaldırılması esasına dayanır. Asidik veya bazik çözütliler, yüzeyin yüksek enerjili bölgelerinde daha hızlı reaksiyon vererek bağlı tozları, mikro çıkıntıları ve katılaşma kusurlarını uzaklaştırır. AM parçaları için özellikle karmaşık iç kanallarda erişilemeyen bölgeleri temizleme ve yüzey pürüzlülüğünü homojenleştirme açısından avantaj sağlamaktadır [10].

Kimyasal Parlatma: Kimyasal parlatma, yüzeyde aşındırıcı reaksiyonların daha kontrollü ilerleyerek mikron seviyesinde yüzey düzeltmesi gerçekleştirdiği bir işlemdir. Mekanik temasa ihtiyaç duymadığından karmaşık topolojili El parçaları için oldukça uygundur. Yüzey enerjisi farkı nedeniyle çıkıntılar çöküntülere göre daha hızlı çözünür ve zamanla yüzey topografyası daha düzgün hâle gelir. Titanyum, nikel ve paslanmaz çelik alaşımlarında sıklıkla tercih edilmektedir.

Elektrokimyasal Parlatma: Elektrokimyasal parlatma, parçanın anot olarak bağlandığı bir elektrolit ortamında yüzeyin elektrokimyasal çözünme ile pürüzsüzleştirilmesidir. Mikro-çıkıntılar daha yüksek akım yoğunluğu nedeniyle öncelikli olarak çözünür ve yüzey parlak, homojen ve yüksek korozyon dayanımına sahip hâle gelir. Eklemeli imalat parçalarındaki bağlı tozları etkin şekilde giderdiği ve biyomedikal implantlarda yüksek yüzey kalitesi sağladığı için kritik bir işlemdir [11].

Aşağıdaki özet tablo (Tablo 1), bu yazıda ele alınan ardıl işlemlerin temel prensiplerini, teknik kazanımlarını ve kullanım alanlarını karşılaştırmalı bir biçimde sunmaktadır.

Görülmektedir ki, eklemeli imalatın katmanlı yapıdan kaynaklanan

Tablo 1. Eklemeli İmalat Yöntemleri ile Üretilmiş Parçalara Uygulanan Yüzey İşlemleri
Table 1. Surface Treatments Applied to Parts Produced with Additive Manufacturing Methods

İşlem Adı Process Name	Uygulama Prensibi Application Principle	Genel İmalat Uygulamaları ve Önemi General Manufacturing Applications and Importance
Aşındırıcı Akışla İşleme Abrasive Flow Machining	Aşındırıcı partiküllü viskoelastik macunun dar kanallardan yüksek basınçla akması Forcing a viscoelastic abrasive-laden media through narrow channels under high pressure	Karmaşık iç kanalların pürüzlülüğünü düşürür; erişilemeyen bölgelerde kontrollü malzeme kaldırma sağlar. Reduces roughness in complex internal channels; enables controlled material removal in inaccessible regions.
Titreşimli Yüzey İşlem Vibratory Finishing	Aşındırıcı ortamla birlikte parçaların titreşimli haznede aşındırılması Mechanical abrasion of parts in a vibrating chamber with abrasive media	Çoklu parça için ekonomik işlemdir; genel yüzey iyileştirmede kullanılır. Economical for batch processing; widely used for general surface improvement.
Bilyeli Dövme Shot Peening	Yüksek hızlı bilyelerin yüzeye çarpmasıyla plastik deformasyon ve basma gerilmesi oluşturmaları High-velocity shots impacting the surface, inducing plastic deformation and compressive stresses	Yorulma dayanımını artırır; yüzey kaynaklı çatlak başlama riskini azaltır. Enhances fatigue strength and reduces crack initiation on AM surfaces.
Kumlama Sandblasting	Basınçlı hava ile aşındırıcı partiküllerin yüzeye çarptırılması Propelling abrasive particles onto the surface using pressurized air	Destek temizleme ve yüzey homojenleştirme için temel bir mekanik işlem; hızlı ve ekonomiktir. Essential for support removal and surface homogenization; fast and cost-effective.
Manyetik Alan Destekli Yüzey İşlem Magnetic Field-Assisted Finishing	Manyetik-abrasif karışımın manyetik alan altında yüzeye mikro talaş kaldırması Magnetic-abrasive mixture forming a "magnetic brush" that removes micro-scale material under magnetic field	Erişilmesi zor iç yüzeylerde yüksek kalite sağlar; paslanmaz çelik ve titanyum El parçalarında etkilidir. Achieves high-quality finishing in hard-to-reach internal surfaces; effective for stainless steel and titanium AM parts.
Mekanik Mikro İşleme Mechanical Micro-Machining	Mikro frezeleme/taşlama ile yüksek hassasiyetli talaş kaldırma High-precision micro-milling or micro-grinding	Fonksiyonel yüzeylerin boyutsal doğruluğunu artırır; keskin köşelerde lokal pürüzlülüğü kontrol eder. Improves dimensional accuracy of functional surfaces; controls local roughness in sharp features.
Lazer Parlatma Laser Polishing	Lazerle yüzeyin lokal eritilip yeniden katılaşması Local melting and resolidification of the surface using a laser beam	Pürüzlülüğü azaltır; toz bağlılıklarını giderir; temasız uygulanması nedeniyle karmaşık El parçalarına uygundur. Reduces roughness, removes adhered particles; suitable for complex AM geometries due to its non-contact nature.
Lazer Şokla Dövme Laser Shock Peening	Lazer darbeleriyle şok dalgaları oluşturup derin basma gerilmesi üretme Generating shock waves via high-energy laser pulses to induce deep compressive residual stresses	Yorulma dayanımını önemli ölçüde artırır; kritik El parçalara uygulanır. Significantly improves fatigue performance; widely applied to critical AM components.
Lazer Yüzey Tekstürleme Laser Surface Texturing	Lazerle mikro-çukurlar, kanallar veya desenler oluşturma Creating micro-dimples, grooves, or patterns using a laser beam	Sürtünme, yağlama, ıslanabilirlik ve fonksiyonelliği geliştirmek için kullanılır. Enhances lubrication, friction behavior, wettability, and bio-functionality.
Lazer Kaplama Laser Cladding	Toz veya tel malzemenin lazerle eritilerek yüzeye kaplanması Depositing metallic powder or wire onto the surface via laser melting	Aşınma, korozyon ve sertlik artışı sağlar; bölgesel güçlendirme için uygundur. Improves wear, corrosion resistance, and hardness; ideal for localized strengthening and repair.

İşlem Adı Process Name	Uygulama Prensibi Application Principle	Genel İmalat Uygulamaları ve Önemi General Manufacturing Applications and Importance
Kimyasal Dağlama Chemical Etching	Kimyasal reaksiyonla yüzeyden seçici malzeme çözünmesi Selective material dissolution via controlled chemical reactions	Karmaşık iç kanallarda toz temizliği ve homojen pürüzlülük sağlar. Cleans inaccessible internal channels and homogenizes surface roughness.
Kimyasal Parlatma Chemical Polishing	Kontrollü kimyasal çözünme ile mikron ölçeğinde yüzey düzeltme Controlled chemical dissolution for micron-scale smoothing	Temassızdır; karmaşık topolojiler için idealdir. Contact-free; ideal for complex topologies; common for Ti, Ni, and stainless steels.
Elektrokimyasal Parlatma Electrochemical Polishing	Elektro-kimyasal çözünme ile anot yüzeyinin pürüzsüzleştirilmesi Electrochemical dissolution of the anodic surface	Parlak ve korozyona dayanıklı yüzey sağlar; implantlar için kritik bir işlemdir. Produces bright, smooth, corrosion-resistant surfaces; essential for biomedical implants.

It is evident that the intrinsic surface imperfections arising from the layer-by-layer nature of additive manufacturing—such as high roughness, micro-porosity, remelting traces, and anisotropic surface characteristics—directly limit the mechanical, tribological, and functional performance of components. For this reason, mechanical, chemical, and laser-based post-processing methods play a crucial role in improving surface topography, controlling subsurface residual stresses, stabilizing microstructure, and optimizing functional surface properties (e.g., wettability, hardness, fatigue resistance). Since each method has distinct mechanisms of action and limitations arising from material–geometry interactions, process selection should be made in accordance with the application-specific performance requirements.

yüksek pürüzlülük, mikro gözeneklenme, yeniden ergime izleri ve anizotropik yüzey karakteri gibi kusurları, bileşenlerin mekanik, tribolojik ve fonksiyonel performansını doğrudan sınırlamaktadır. Bu nedenle mekanik, kimyasal ve lazer tabanlı ardıl işlemler; yüzey topografyasının iyileştirilmesi, alt yüzeyde kalıntı gerilme kontrolü, mikro yapı stabilizasyonu ve fonksiyonel yüzey özelliklerinin (ıslanabilirlik, sertlik, yorulma dayanımı vb.) optimize edilmesi açısından kritik öneme sahiptir. Her yöntemin etki mekanizması ve malzeme–geometri etkileşiminden kaynaklanan sınırları farklı olduğundan, işlem seçimi uygulamaya özgü performans gereksinimleri doğrultusunda yapılmalıdır.

Referanslar | References

- 1. Sagbas, B., Gencelli, G., & Sever, A. (2021). Effect of process parameters on tribological properties of Ti6Al4V surfaces manufactured by selective laser melting. *Journal of Materials Engineering and Performance*, 30(7), 4966-4973.
- 2. Narasimharaju, S. R., Zeng, W., See, T. L., Zhu, Z., Scott, P., Jiang, X., and Lou, S., (2022), "A Comprehensive Review on Laser Powder Bed Fusion of Steels: Processing, Microstructure, Defects and Control Methods, Mechanical Properties, Current Challenges and Future Trends." *J. Manuf. Processes*, 75, pp. 375-414.
- 3. Sagbas, B. (2020). Post-processing effects on surface properties of direct metal laser sintered AlSi10Mg parts. *Metals and Materials International*, 26(1), 143-153.
- 4. Hashmi, A. W., Sagbas, B., Argün, E., Tian, Y., & Sankar, M. R. (2026). Investigating the Tribological Performance of Laser Powder Bed Fusion-Manufactured Maraging Steel through Advanced Post-Processing Techniques. *Journal of Tribology*, 1-32.
- 5. Hashmi, A. W., Mali, H. S., Meena, A., Ahmad, S., Puerta, A. P. V., and Kunkel, M. E., (2023), "A Critical Review of Mechanical-Based Post-Processing Techniques for Additively Manufactured Parts." *Post-Processing Techniques for Additive Manufacturing*, Z. Alam, F. Iqbal, and D. A. Khan, eds., CRC Press, Boca Raton, FL, pp. 99-127.
- 6. Samoilenko, M., Lanik, G., & Brailovski, V. (2021). Towards the determination of machining allowances and surface roughness of 3D-printed parts subjected to abrasive flow machining. *Journal of Manufacturing and Materials Processing*, 5(4), 111.
- 7. Maleki, E., Bagherifard, S., Bandini, M., and Guagliano, M., (2021), "Surface Post-Treatments for Metal Additive Manufacturing: Progress, Challenges, and Opportunities." *Addit. Manuf.*, 37, p. 101619.
- 8. Ali, M., Almotari, A., Algamal, A., and Qattawi, A., 2023, "Recent Advancements in Post Processing of Additively Manufactured Metals Using Laser Polishing." *J. Manuf. Mater. Processes*, 7(3), p. 115.
- 9. Thangamani, G., Tamang, S. K., Patel, M. S., Narayanan, J. A., Pallagani, J., Rose, P., ... & Anand, P. I. (2025). Post-processing treatment of Wire Arc Additive Manufactured NiTi shape memory alloy using laser shock peening process: a study on tensile behavior and fractography analysis. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 136(7), 3315-3327.
- 10. Gurkan, D., & Sagbas, B. (2024, September). Determining Acid Etching on Topographical and Dimensional Properties of Additive Manufactured Lattice Structures. In *International Congress on 3D Printing (Additive Manufacturing) Technologies and Digital Industry* (pp. 137-151). Cham: Springer Nature Switzerland.
- 11. De Oliveira, D., Gomes, M. C., Dos Santos, A. G., Ribeiro, K. S. B., Vasques, I. J., Coelho, R. T., Da Silva, M. B., and Hung, N. W., 2023, "Abrasive and Non-Conventional Post-Processing Techniques to Improve Surface Finish of Additively Manufactured Metals: A Review," *Prog. Addit. Manuf.*, 8(2), pp. 223-240.

*Yüzey İşlem Sektöründe
Yeni Bir Soluk!*

TÜYİDERGİ



+90 542 682 37 32

medya@tuyider.org

www.tuyider.org

1964'TEN BERİ YÜZEY İŞLEM VE HAMMADEDE LİDERLİK

FETAŞ GROUP OLARAK YARIM ASRI AŞKIN TECRÜBEMİZ VE AVRUPA'DAN İTHAL ETTİĞİMİZ ÜRÜNLERLE ÇÖZÜM ORTAĞINIZ OLMAYA DEVAM EDİYORUZ. GENİŞ ÜRÜN YELPAZEMİZLE SUNDUĞUMUZ KUMLAMA MALZEMELERİNDE MÜKEMMEL SONUÇ İÇİN ŞİMDİ DE KUMLAMA MAKİNESİ SATIŞLARIMIZA BAŞLADIK!



Paslanmaz Çelik Bilya (CHRONITAL)



Paslanmaz Çelik Grit (GRITTAL)



Kahverengi Alüminyum Oksit



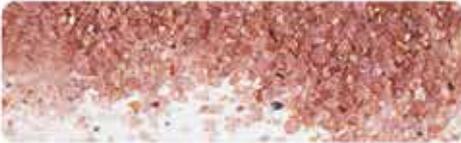
Beyaz Alüminyum Oksit



Pembe Alüminyum Oksit



Cam Küre



Garnet



Çelik Grit



MERKEZ OFİS

• İstanbul Tuzla Org. San. Böl. 4. Cadde No:21 Tepeören Mevki Tuzla / İstanbul
☎ +90 216 364 34 01 (pbx)
☎ +90 216 364 90 47
✉ info@ftsgroup.com.tr | foreigntrade@ftsgroup.com.tr

İMES DEPO VE YÜZEY İŞLEM MERKEZİ

• İMES Sanayi Sitesi D Blok 404. Sokak No:6-8 34775 Y.Dudulu / Ümraniye / İstanbul
☎ +90 216 364 34 01 (pbx)
☎ +90 216 364 90 47
✉ info@ftsgroup.com.tr

TUZLA DEPO

• İstanbul Tuzla Org. San. Böl. 4. Cadde No:21 Tepeören Mevki Tuzla / İstanbul
☎ +90 216 364 34 01 (pbx)
☎ +90 216 364 90 47
✉ info@ftsgroup.com.tr

EGE BÖLGE

• Evka 3 Mahalle 129/2 Sk. No:1/G Bornova / İzmir
☎ +90 530 143 14 76 (pbx)
✉ info@ftsgroup.com.tr



HANNOVER
MESSE
event

WIN
EURASIA

SALON 5

WIN EURASIA

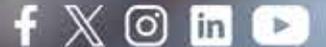
**32. ULUSLARARASI OTOMASYON &
MAKİNE TEKNOLOJİLERİ FUARI**

10-13 HAZİRAN 2026
İstanbul Fuar Merkezi

**BİRLEŞTİRME, KESME, YÜZEY
İŞLEM TEKNOLOJİLERİ**

OTOMASYONLA DAHA İLERİYE

Deutsche Messe



win-eurasia.com @WINEURASIA

BU FUAR 5174 SAYILI KANUN GEREĞİNCE TOBB (TÜRKİYE ODALAR VE
BORSALAR BİRLİĞİ) DENETİMİNDE DÜZENLENMEKTEDİR.

İnsansız Vinç Sahası

Autonomous Crane Operation Area



Mehmet Alp Mahmutoğlu
Duygu Turan
Gökhan Akduman
Ayşenur Kurtuluş Okutan

Diler Holding, Yazıcı Demir Çelik, DNA PC Strand & Wire

Bu çalışma, Diler Holding bünyesinde DNA PC Strand çatısı altında faaliyet gösteren yüzey işlem tesisinde uygulanan otomasyon sistemleri ve iş sağlığı ve güvenliği önlemlerinin detaylı olarak incelenmesini amaçlamaktadır. Tam otomatik tavan vinci sistemlerinden alan sensörlerine, gaz yıkama sistemlerinden kişisel koruyucu donanımlara kadar çok sayıda entegre önlem sayesinde, kimyasal risklerin yoğun olduğu bu üretim sahasında insan sağlığına yönelik tehlikeler minimize edilmiştir. Ayrıca, çevresel sürdürülebilirliği destekleyen asit geri kazanım tesisi ve arıtma sistemleriyle sektör içerisinde çevreci üretim yaklaşımına öncülük edilmektedir. Çalışmalarda, hem teknolojik modernizasyonun hem de proaktif güvenlik uygulamalarının entegre edilerek iş kazalarının ve çevresel etkilerin önlenmesinde ne derece etkili olduğu ortaya konulmuştur.

Literatürde, demir-çelik sektöründe otomasyon destekli üretim hatlarının iş sağlığı ve güvenliği ile çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki etkilerini inceleyen çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Lan ve ark.^[1], üretim alanlarında bilgisayarla görü sistemlerinin kullanımını değerlendirerek, kişisel koruyucu donanım takibi ve riskli etkileşimlerin tespiti konusunda otomasyonun iş kazalarını önlemedeki etkinliğini ortaya koymuştur. Sökünlü ve arkadaşları^[2] ise Endüstri 4.0 teknolojilerinin, sensör tabanlı izleme sistemleriyle birlikte, üretim ortamındaki tehlikeli durumların önceden belirlenmesini sağlayarak iş güvenliği performansını artırdığını göstermiştir. Xi ve ark.^[3], yüzey işlemeye yönelik otomatik denetim sistemlerinin hem ürün kalitesini artırdığını hem de manuel denetim kaynaklı hataları azalttığını raporlamıştır. Jakubowski ve ekibi^[4], çelik sektöründe kestirimci bakım uygulamaları için yapay zekâ destekli sistemlerin ekipman arızalarının önlenmesi ve güvenliğin sağlanmasındaki rolünü analiz

This study aims to provide a detailed examination of the automation systems and occupational health and safety measures implemented at the surface treatment facility operating under the DNA PC Strand umbrella within Diler Holding. Through a wide range of integrated measures—from fully automated overhead crane systems and area sensors to gas scrubbing systems and personal protective equipment—the risks to human health in this production environment, where chemical hazards are highly intensive, have been minimized. In addition, the company has taken a leading role in promoting an environmentally friendly production approach within the sector through its acid recovery plant and wastewater treatment systems that support environmental sustainability. The study demonstrates how the integration of technological modernization and proactive safety practices is highly effective in preventing occupational accidents and reducing environmental impacts.

In the literature, numerous studies have examined the effects of automation-supported production lines in the iron and steel industry on occupational health and safety as well as environmental sustainability. Lan et al.^[1] evaluated the use of computer vision systems in production areas and demonstrated the effectiveness of automation in preventing occupational accidents through personal protective equipment monitoring and the detection of risky interactions. Sökünlü et al.^[2] showed that Industry 4.0 technologies, combined with sensor-based monitoring systems, improve occupational safety performance by enabling the early detection of hazardous situations in production environments. Xi et al.^[3] reported that automated inspection systems for surface treatment not only improve product quality but also reduce errors associated with manual inspection. Jakubowski and colleagues^[4] analyzed the role of artificial intelligence-based systems in predictive maintenance applications in the steel industry, particularly in preventing equipment failures and ensuring safety. Real-time quality control systems developed by Straat et al.^[5] contribute to the reduction



of environmental impacts by detecting deviations in production lines. In this context, the automated crane systems, area sensors, recipe-based production, and safety-oriented designs used in the surface treatment facility examined in this study are consistent with the existing literature and successfully reflect their practical implementation.

1. Introduction

For 73 years, Diler Holding one of the leading companies in the iron and steel sector in Turkey and worldwide has continued its operations under the DNA PC Strand umbrella, in addition to its strength, quality, and expertise in the production of prestressed concrete strands and prestressed concrete wires:

- Wire rod phosphating
- Production of drawn phosphated wire / prestressed concrete strands and wires
- Acid recovery plant and iron sulfate production
- Wastewater treatment and reverse osmosis system
- Recep Sami Yazıcı Product Development Center

Through its solar power plant (SPP) and acid recovery facilities, the company plays a pioneering role in the sector in terms of environmental awareness.

In the surface treatment facility, surface cleaning with acid and zinc phosphate coating processes are applied to wire rod raw materials. Production can be carried out without human intervention through an automation control panel. By selecting recipes appropriate to the diameter and quality of the material being processed, the automation system is activated and the production process is executed accordingly.

etmiştir. Straat ve ark.^[6] tarafından geliştirilen gerçek zamanlı kalite kontrol sistemleri ise üretim hatlarında sapmaları tespit ederek çevresel etkilerin azaltılmasına katkı sağlamaktadır. Bu bağlamda, çalışmamızda incelenen yüzey temizleme tesisinde kullanılan otomatik vinç sistemleri, alan sensörleri, reçeteye dayalı üretim ve güvenlik destekli tasarımlar, mevcut literatür ile örtüşmekte olup uygulamadaki karşılığını başarıyla yansıtmaktadır.

1. Giriş

73 yıldır demir-çelik sektöründe Türkiye ve dünyanın öncü firmalarından biri olan Diler Holding, ön gerilmeli beton demeti ve ön gerilmeli beton teli üretiminde gücü, kalitesi ve uzmanlığının yanı sıra DNA PC Strand çatısı altında faaliyetlerini sürdürmektedir:

- Filmaşın fosfat kaplama
- Çekilmiş fosfatlı tel / beton demeti ve teli üretimi
- Asit geri kazanım tesisi ve demir sülfat üretimi
- Arıtma ve reverse osmoz sistemi
- Recep Sami Yazıcı Ürün Geliştirme Merkezi

Güneş enerjisi santrali (GES) ve asit geri kazanım tesisleri sayesinde çevre duyarlılığı anlamında sektöre öncülük edilmektedir.

Yüzey işlem tesisinde, filmaşın hammaddesine asit ile yüzey temizleme ve çinko fosfat kaplama işlemi yapılmaktadır. Tesiste, insan müdahalesi olmadan otomasyon kontrol paneli sayesinde üretim gerçekleştirilebilmektedir. Üretimi yapılan malzemenin çapı ve kalitesine uygun reçeteler seçilerek otomasyon sisteminin çalıştırılması sağlanmaktadır.

2. Tesis İncelenmesi ve Güvenlik Önlemleri

Yüzey işlem tesisinde fosfatlı filmaşın üretimi esnasında kullanılan kimyasallar tehlikeli sınıfa aittir. Üretim alanında sürekli tavan vinci hareketi mevcuttur. Bu nedenle çalışan sağlığını temin etmek amacıyla, tüm risklerin minimize edilmesi için sürekli iyileştirme kapsamında proaktif bir çerçevede detaylı çalışmalar yürütülmektedir.

2.1. İnsansız Vinç Sahası

Yüzey işlem tesisi; Şekil 2'de gösterilen hammadde yükleme istasyonu, Şekil 3'te gösterilen asit banyoları, fosfat kaplama işlemine yardımcı kimyasalların bulunduğu banyolar, fosfat banyoları ve Şekil 4'te gösterilen fosfatlı filmaşın bekleme istasyonlarından oluşmaktadır. Tesiste iki adet robot tavan vinci bulunmaktadır. Bu tavan vinçleri, otomasyon kontrol panelinden operatörün saha içine girmesine gerek kalmadan kontrol edilmektedir.

Filmaşınlar yükleme istasyonuna forklift yardımıyla bırakılır. Yükleme istasyonunda bulunan sensörler sayesinde operatörler, otomasyon kontrol panelinden hangi istasyonda filmaşın bulunduğunu tespit ederek vinci dolu istasyona gönderir ve uygun reçeteyi devreye alarak üretimi başlatır. Şekil 1'de gösterilen reçete, üretime alınan filmaşının banyolarda ne kadar süre bekleyeceğini ve hangi banyolarda işlem göreceğini belirler.

Birinci tavan vinci, yükleme alanından alınan filmaşının ortak banyolara (iki tavan vincinin de hareket alanını kapsayan banyolar) kadar olan hareketinden sorumludur.

İkinci tavan vinci ise ortak banyolardan filmaşını alarak fosfatlı filmaşın bekleme istasyonuna bırakılmasından sorumludur. Her iki tavan vinci de bu görevlerin tamamını tek başına gerçekleştirebilecek kapasiteye sahiptir.



Şekil 2. Hammadde yükleme istasyonu
Figure 2. Raw material loading station



Şekil 4. Fosfatlı filmaşın bekleme istasyonu
Figure 4. Phosphated wire rod storage station

2. Facility Assessment and Safety Measures

The chemicals used during the production of phosphated wire rods in the surface treatment facility belong to the hazardous category. Continuous overhead crane movement is present in the production area. Therefore, in order to ensure employee health and safety, detailed studies are carried out within a proactive framework as part of continuous improvement efforts to minimize all potential risks.

2.1. Unmanned Crane Area

The surface treatment facility consists of a raw material loading station shown in Figure 2, acid baths shown in Figure 3, baths containing auxiliary chemicals used in the phosphating process, phosphate baths, and phosphated wire rod storage stations shown in Figure 4. The facility is equipped with two robotic overhead cranes. These overhead cranes are controlled via an automation control panel without requiring the operator to enter the production area.

Wire rods are placed at the loading station using forklifts. Thanks to the sensors installed at the loading station, operators can identify which station contains wire rods via the automation control panel, direct the crane to the occupied station, and initiate production by activating the appropriate recipe. The recipe shown in Figure 1 defines how long the wire rod will remain in each bath and which baths it will be processed in.



Şekil 1. Reçete ekranı
Figure 1. Recipe screen

The first overhead crane is responsible for transporting the wire rod taken from the loading area to the common baths (baths that fall within the operating range of both overhead cranes).

The second overhead crane is responsible for transferring the wire rod from the common baths to the phosphated wire rod storage station. Both overhead cranes are capable of independently performing all of these tasks on their own.



Şekil 3. Banyolar
Figure 3. Baths

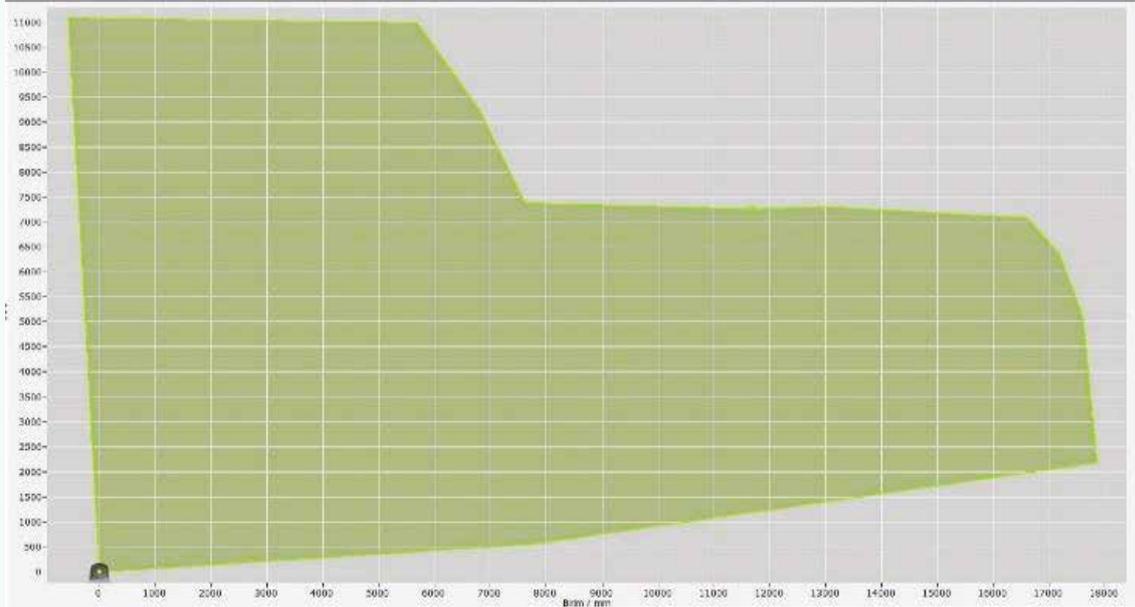
2.2. Area Sensors

Area sensors are installed at the raw material loading station and the phosphated wire rod storage station. The predefined area is scanned using infrared waves with a resolution of 0.1 degrees, and information regarding the presence of any intrusion within the area is transmitted to the overhead cranes in real time.

As shown in Figure 5, the area sensor has been programmed in accordance with the physical structure of the facility. If any intrusion is detected while the crane is operating within the area, the overhead crane stops at its current position. The sensors are sensitive enough to detect human movement.

When the crane receives a command to move to the raw material loading or phosphated wire rod storage station, it does not proceed over the baths unless it receives confirmation from the area sensor that there is "no intrusion in the area." In the event of an intrusion, the overhead crane exits automatic operation mode and must operate in semi-automatic mode until it reaches the next safe position in the process. This ensures that both the area and the crane are inspected and verified following an intrusion event.

To restrict access to the areas monitored by the area sensors, sectional doors are installed to allow entry only for forklifts. External personnel access to the facility is permitted solely through the automation control panel room where the surface treatment supervisor is located. Unauthorized entry into the production area is strictly prohibited.



Şekil 5. Alan sensörü denetleme alanı

2.2. Alan Sensörleri

Tesiste hammadde yükleme ve fosfatlı filmaşın bekleme istasyonlarında alan sensörleri bulunmaktadır. Önceden belirlenen alan, 0,1 derecelik çözünürlükle kızılötesi dalgalar aracılığıyla taranmakta ve bölgede bir ihlal olup olmadığı bilgisi anlık olarak tavan vinçlerine iletilmektedir.

Şekil 5'te görüldüğü üzere alan sensörü, tesisin fiziksel yapısına uygun şekilde programlanmıştır. Vinç alanda iken herhangi bir ihlal tespit edilmesi durumunda tavan vinci bulunduğu konumda durmaktadır. Sensörler, insan hareketini algılayabilecek hassasiyettedir.

Vinç, hammadde yükleme veya fosfatlı filmaşın bekleme istasyonuna gitme komutu aldığı anda, alan sensöründen "bölgede ihlal yok" teyidini almadan banyolar üzerindeyken hareket etmemektedir. İhlal durumunda tavan vinci otomatik çalışma modundan çıkar ve prosesteki bir sonraki güvenli pozisyona gelene kadar yarı otomatik moda çalışmak zorunda kalır. Bu durum, alan ihlali halinde sahanın ve vinci kontrol edilmesini zorunlu kılmaktadır.

Alan sensörlerinin bulunduğu alanlara yalnızca forkliftlerin giriş yapabilmesi için seksiyonel kapılar mevcuttur. Tesise harici personel girişleri sadece yüzey işlem sorumlusunun bulunduğu otomasyon kontrol paneli odasından yapılabilmektedir. Tesiste yetkisiz personelin üretim alanına girişi kesinlikle yasaktır.

Figure 5. Area sensor monitoring zone

2.3. Traffic Lights

Traffic lights for forklifts have been integrated at the external access points of the raw material loading and phosphated wire rod storage stations. As shown in Figure 6, these traffic lights provide a red signal when overhead crane movement is present or planned within the area, and a green signal when passage is permitted. Forklift operations are organized in accordance with these signals. This measure has been implemented to prevent occupational accidents resulting from potential overhead crane–forklift collisions.

2.3. Trafik Lambaları

Tesisin hammadde yükleme ve fosfatlı filmaşın bekleme istasyonlarının dış giriş noktalarına forkliftler için trafik lambaları entegre edilmiştir. Şekil 6'da gösterilen bu trafik lambaları, ilgili alanlarda tavan vinci hareketi mevcut veya planlı ise kırmızı, geçişe uygun ise yeşil renkte ikaz vermektedir. Forkliftler bu lambalara göre hareketlerini organize etmektedir. Bu uygulama, olası tavan vinci–forklift çarpışmalarına bağlı iş kazalarının önlenmesi amacıyla hayata geçirilmiştir.



Şekil 6. Trafik lambası

Figure 6. Traffic light

2.4. Aşırı Yük Alma Durumu

Vinçlerde bulunan loadcell ve indikatörler tavan vinçlerinin belirlenen ağırlığın üzerindeki yükü alması durumunda hareketini durdurmaktadır.

2.5. Banyo Hizalama Toleransları

Vinçler reçetede belirtilen banyo konumlarına lazerler sayesinde gitmektedir. Şekil 7.'de görüldüğü gibi otomasyonumuzda banyo pozisyonları kayıtlı olarak bulunmaktadır. Vinç banyo konumunda durduğu esnada kendi konumunu reçetede belirtilen konum ve tolerans değerini de hesaba katarak karşılaştırmaktadır. Vincin bulunduğu konum, tarafımızca belirlenen konum ve toleransların içinde değil ise tavan vinci banyo içine indirme ve kaldırma işlemini yapmamaktadır.

2.4. Overload Condition

Load cells and indicators installed on the cranes stop crane movement if a load exceeding the predefined weight limit is detected.

2.5. Bath Alignment Tolerances

The cranes move to the bath positions specified in the recipe using laser guidance systems. As shown in Figure 7, bath positions are stored within the automation system. When the crane stops at a bath position, it compares its actual position with the recipe-defined position while taking tolerance values into account. If the crane position falls outside the predefined tolerances, the overhead crane does not perform lowering or lifting operations into or out of the bath.

No	Mesaj	Rst	Öncelik	No	Mesaj	Rst	Öncelik
1	[0]YIBRUK 1	2,000	0	21	[0]YIBRUK 5	41,000	0
2	[0]YIBRUK 2	8,000	0	22	[0]YIBRUK 6	41,000	0
3	[0]YIBRUK 3	18,000	0	23	[0]YIBRUK 7	42,000	0
4	[0]YIBRUK 4	55,000	0	24	[0]YIBRUK 8	55,000	0
5	[0]YIBRUK 5	11,000	0	25	[0]YIBRUK 9	55,000	0
6	[0]YIBRUK 6	14,000	0	26	[0]YIBRUK 10	55,000	0
7	[0]YIBRUK 7	15,000	0	27	[0]YIBRUK 11	55,000	0
8	[0]YIBRUK 8	17,000	0	28	[0]YIBRUK 12	55,000	0
9	[0]YIBRUK 9	18,000	0	29	[0]YIBRUK 13	55,000	0
10	[0]YIBRUK 10	22,000	0	30	[0]YIBRUK 14	55,000	0
11	[0]YIBRUK 11	24,000	0	31	[0]YIBRUK 15	55,000	0
12	[0]YIBRUK 12	24,000	0	32	[0]YIBRUK 16	55,000	0
13	[0]YIBRUK 13	26,000	0	33	[0]YIBRUK 17	55,000	0
14	[0]YIBRUK 14	27,000	0	34	[0]YIBRUK 18	55,000	0
15	[0]YIBRUK 15	27,000	0	35	[0]YIBRUK 19	55,000	0
16	[0]YIBRUK 16	27,000	0	36	[0]YIBRUK 20	55,000	0
17	[0]YIBRUK 17	27,000	0	37	[0]YIBRUK 21	55,000	0
18	[0]YIBRUK 18	27,000	0	38	[0]YIBRUK 22	55,000	0
19	[0]YIBRUK 19	27,000	0	39	[0]YIBRUK 23	55,000	0
20	[0]YIBRUK 20	27,000	0	40	[0]YIBRUK 24	55,000	0

Şekil 7. Banyo pozisyonları ekranı

Figure 7. Bath position screen

2.6. Banyo Kapakları

Tehlikeli kimyasal banyolarının üzerinde açılıp kapanabilen kapaklar bulunmaktadır. Bu kapaklar kapalı konumda kalmaktadır. Yalnızca

2.6. Bath Covers

Hazardous chemical baths are equipped with openable and closable covers, which remain in the closed position under normal

conditions. The covers open only when the overhead crane places material into or retrieves material from the bath. This prevents hazardous chemical vapors from spreading inside the facility and causing harm to humans and the environment.

2.7. Feedback-Controlled Vertical Motion Brake

The brake used during the vertical movement of the cranes continuously transmits open/closed status information via a switch. An emergency operation mode has been implemented to prevent free fall of the crane in the event of a brake malfunction. If a problem is detected in the feedback signal received from the brake, the overhead crane lowers the load at the slowest possible speed. During this process, audible and visual warning systems, along with alerts displayed on the automation control panel, provide on-site personnel with sufficient time to move to a safe position.

2.8. Sensors Mounted on the Crane

For the bridge group, control is carried out using lasers. To prevent movement beyond the defined positions, limit switches are installed on the overhead crane. The corresponding stopping brackets of these switches on the crane runway are schematically shown in Figure 8. If the crane moves outside the designated area, the switch and the bracket come into physical contact, causing the crane to stop.



Figure 8. Bridge group stopping brackets

For the trolley group, control is also performed using lasers. The switch indicated by number 3 in Figure 9 checks whether the crane is positioned exactly at the center of the bath. This switch prevents the crane from lowering or lifting the material off-axis. If a communication problem occurs with this switch during lowering or lifting, or if the position shifts, the lowering or lifting operation is stopped.

During trolley group movements, there is a risk of the crane hook colliding. For this reason, a switch that provides information indicating that the desired position has been reached is located in the area represented by number 2 in Figure 9. This switch provides positional feedback required by the process. In the location represented by number 1 in Figure 9, there is a switch that performs a stopping function as a safety precaution. These switches are installed on both sides of the crane.

tavan vinci banyo içerisine malzeme bırakırken veya malzeme alırken açılmaktadır. Tehlikeli kimyasal buharının tesis içerisine yayılarak insana ve çevreye zarar vermesinin önüne geçilmektedir.

2.7. Geri Beslemeli Dikey Hareket Freni

Vinçlerin dikey hareketini yaptığı esnada kullandığı fren, switch yardımı ile sürekli açık/kapalı bilgisi göndermektedir. Frende oluşabilecek bir arıza ile vincin serbest düşüşünü engellemek için acil durum hareketi oluşturulmuştur. Bu frenin alınan geri bildirimde bir problem algılanır ise tavan vinci malzemeyi mümkün olan en yavaş şekilde aşağıya indirir. Bu esnada sesli, ışıklı uyarı sistemi ve otomasyon kontrol paneline gelen uyarı içeride bulunan personele kendini güvene alması için gerekli süreyi kazandırmaktadır.

2.8. Vinç Üzeri Sensörler

Köprü grubu için kontrol lazerler ile gerçekleştirilir. Belirlenen pozisyonların dışına çıkma ihtimaline karşı tavan vinçlerinde switchler bulunmaktadır. Vinç yolunda bu switchlerin karşılık şaseleri temsili olarak Şekil 8'de gösterilmiştir. Vinç belirlenen alanın dışına çıkarsa switch ve şase fiziksel olarak temas ederek vinci durmaktadır.

Şekil 8. Köprü grubu durdurma şaseleri

Kedi grubu için kontrol lazer ile gerçekleştirilmektedir. Şekil 9'da 3 numara ile temsil edilen switch, vincin banyonun tam orta noktasında olduğunu kontrol etmektedir. Bu switch sayesinde vincin malzemeyi eksen dışı indirmesi veya kaldırması önlenmektedir. İndirme veya kaldırma esnasında bu switch ile sağlanan iletişimde bir problem olursa veya pozisyon kayar ise indirme veya kaldırma işlemi durmaktadır.

Kedi grubu hareketlerinde vincin kancayı çarpma riski oluşabilir. Bu nedenle Şekil 9.'da 2 numara ile temsil edilen bölgede istenilen konumunda bilgisi veren switch vardır. Bu switch proses gereği bilgi vermektedir. Şekil 9.'da 1 numara ile temsil edilen yerde ise güvenlik önlemi olarak durdurma işlemi yapan switch bulunmaktadır. Bu switchlerden vincin iki tarafında da bulunmaktadır.



Şekil 9. Kedi grubu switchleri

Figure 9. Trolley group switches

Kanca grubu için kontrol lazerler ile gerçekleştirilmektedir. Kancanın banyo içerisinde olduğu, Şekil 10'da temsil edilen 2 numaralı switch ile teyit edilmektedir. Kancanın filmaşını alacağı pozisyon yere banyo hizasından daha yakındır. Şekil 10.'da 3 numara ile temsil edilen switch kancanın en alt noktada olduğu bilgisini verir. Vincin bu noktadan daha aşağıya indirmesine izin vermez. Şekil 10'da 1 numara ile temsil edilen switch kancanın çıkabileceği en üst noktada olduğunu bilgisini verir. Vincin daha fazla yukarı hareket etmesini engeller. Lazer ile yapılan kontrole ek olarak bu switchler tavan vinci kancasının doğru pozisyonlarda durması için uygulanan güvenlik önlemleridir. Bunların yanı sıra halatın yukarı ve aşağıya çalışma aralığını belirleyen tur switchi de bulunmaktadır.

For the hook group, control is performed using lasers. Confirmation that the hook is inside the bath is provided by the switch represented by number 2 in Figure 10. The position where the hook picks up the wire rod is closer to the ground than the bath level. The switch represented by number 3 in Figure 10 indicates that the hook has reached its lowest position and does not allow the crane to lower the hook any further. The switch represented by number 1 in Figure 10 indicates that the hook has reached its maximum upper position and prevents any further upward movement of the crane. In addition to laser-based control, these switches are safety measures implemented to ensure that the overhead crane hook stops at the correct positions. Furthermore, there is also a rotary limit switch that defines the upward and downward operating range of the hoisting rope.



Şekil 10. Kanca grubu switchleri

Figure 10. Hook group switches

2.9. Kanca Tespit Sensörü

Vinç, mevcutta kanca bulunan istasyona kanca bırakma amacı

2.9. Hook Detection Sensor

When the crane moves to a station to place a hook, it checks

whether there is already a hook present at the target station. This prevents possible collisions that could occur if an attempt is made to place a hook onto an occupied station.

2.10. Risk of Collision Between Cranes

The horizontal movements of the cranes are continuously monitored by laser systems. If overhead crane No. 1 intends to move to a station defined in its recipe and overhead crane No. 2 is present in that area, the cranes reposition themselves while maintaining a safe distance according to the priority rules defined in the recipe.

As an additional safety measure, collision sensors are installed to stop crane movement if the cranes approach each other closer than a predefined minimum distance.

2.11. Semi-Automatic Crane Operation Mode

In automatic mode, the crane performs movements defined by the recipe. To address the possibility of manual operation, a semi-automatic mode is available. This mode replicates the automatic operation logic but does not execute the movement as a single continuous sequence. Instead, the automatic operation is divided into step-by-step actions. Each command given by the operator from the control cabin executes one step of movement.

This mode restricts manual crane movements by personnel and helps prevent occupational accidents that may arise from operator error.

2.12. Crane Lifelines

To ensure safe working conditions for maintenance personnel during faults or maintenance activities in the baths, lifelines are installed under the overhead cranes, allowing workers to attach their safety harnesses. Additionally, lifelines are installed on the overhead cranes themselves to enable safe access during crane maintenance and fault rectification.

2.13. Scrubber (Gas Washing System)

Vapors generated by hazardous chemicals in the baths are extracted from the environment using a scrubber (gas washing system). This minimizes harm to both the environment and human health. The washed chemicals are transferred to the wastewater treatment equalization tank, where they are treated.

2.14. Personal Protective Equipment and In-Plant OHS Measures

The use of personal protective equipment is mandatory for surface treatment operators, maintenance personnel, and acid recovery plant personnel. Required equipment includes safety helmets, chemical-resistant boots, full or half-face chemical-resistant masks, chemical-resistant clothing, fully enclosed safety goggles, and chemical-resistant gloves.

Each bath in the facility is equipped with informative and warning signs specific to the chemicals it contains, including chemical composition, operating conditions, and hazard symbols. When personnel need to intervene in the baths, these signs help refresh awareness and ensure that critical precautions are reviewed.

2.15. In-Plant Health and Safety Measures

Emergency kits for chemical spills and leaks are available throughout the facility.

Emergency showers and eyewash stations are installed for

ile gittiğinde, bırakacağı istasyonda kanca olup olmadığını kontrol etmektedir. Dolu istasyona kanca bırakmaya çalışarak olası çarpışmaların yaşanmasının önüne geçilmektedir.

2.10. Vinçlerin Birbirleri ile Çarpışma Riski

Vinçlerin yatay hareketleri lazer tarafından anlık olarak takip edilmektedir. 1 numaralı tavan vinci, reçetesinde belirtilen istasyona gitmek ister ve o alanda 2 numaralı tavan vinci var ise, tavan vinçleri yine reçetede belirtilen önceliğe göre arasındaki mesafeyi koruyarak konum değiştirmektedir. İlave önlem olarak tavan vinçleri birbirlerine belli bir mesafenin altında yaklaşık ise vinci hareketini durduracak çarpışma sensörü bulunmaktadır.

2.11. Vinç Yanı Otomatik Çalışma Modu

Vinç otomatik modda reçete tarafından belirlenen hareketleri gerçekleştirmektedir. Vincerin manuel kullanıma ihtimaline karşılık yanı otomatik mod mevcuttur. Bu mod vincerin otomatik çalışma modunu kopyalar. Fakat hareketi baştan sona bir bütün halinde yapmaz. Vincerin otomatik çalışmasını stepler halinde uygular. Operatörün kumanda kabininden verdiği her komut bir step hareketi gerçekleştirir.

Bu mod personelin tavan vinci üzerindeki manuel hareket olanağını kısıtlanmaktadır ve personel hatasından kaynaklı iş kazası risklerinin önüne geçmektedir.

2.12. Vinçlerin Yaşam Halatları

Banyolarda olan arızalar ve yapılacak bakımlar esnasında, bakım personellerinin güvenli şekilde çalışabilmeleri için emniyet kemelerini bağlayabilecekleri tavan vinci altında yaşam halatları bulunmaktadır. Vinçte olan arızaları gidermek ve bakım yapılabilmesi için tavan vinci üzerinde yaşam halatları bulunmaktadır.

2.13. Scrubber (Gaz Yıkayıcı Sistemi)

Banyolarda bulunan tehlikeli kimyasalların oluşturduğu buhar, scrubber (gaz yıkayıcı) yardımı ile ortamdan emilir. Bu sayede çevreye ve insan sağlığına verilen zarar minimize edilmektedir. Yıkamış kimyasal artıma dengeleme havuzuna aktarılarak arıtılmaktadır.

2.14. Kişisel Koruyucu Donanımlar ve Tesis İçi İSG Önlemleri

Yüzey işlem tesisinde çalışan personellerinin, bakım personellerinin ve asit geri kazanım tesisinde çalışan personellerinin baret, kimyasala dayanıklı çizme, tam/yarım kapalı kimyasala dayanıklı yüz maskeleri, kimyasala dayanıklı elbiseler, tam kapalı gözlük ve kimyasala dayanıklı eldiven kullanımları zorunludur.

Tesisteki her banyoda içerisinde bulunan kimyasal içeriği, çalışma koşulları ve tehlike sembolleri gibi banyo özelinde bilgilendirici ve uyarıcı tabelalar bulunur. Personellerin banyolara müdahale etmesi gerektiği durumda bu tabelalar sayesinde farkındalığını tazeler ve dikkat etmesi gereken hususları yeniden gözden geçirmesini sağlar.

2.15. Tesis İçi Sağlık Önlemleri

Tesis içerisinde kimyasal döküntü ve sızıntı için acil durum kitleri bulunmaktadır.

Olası kimyasal sıçrama durumlarında acil olarak kullanılabilecek duş

ve göz duşları mevcuttur.

Yüzey işlem laboratuvarında yapılmakta olan kimyasal analizler esnasında kimyasala maruziyeti minimize etmek adına havalandırma sistemi bulunmaktadır.

Soğuk havalarda meydana gelen banyo ve atmosfer sıcaklığı arasında oluşan fark sebebi ile oluşabilecek buhar miktarının minimuma indirilmesi için tesis içi ısıtma sistemi bulunmaktadır. Tesis içi sıcaklık belirlenen set değerinde tutulmaktadır. Bu sayede havaya karışan tehlikeli kimyasal buharı minimuma indirilmektedir.

2.16. Arıtma Sistemleri

Tesiste bulunan durulama ve yardımcı kimyasal banyoların yenilenmesi gerektiğinde dengeleme havuzuna aktarılır. Kimyasal arıtma ile dengeleme havuzunda biriktirilen kimyasallar OSB'nin atık su standartlarına uygun hale getirilir. Reverse Osmoz sisteminden geçirilmesinin ardından makine soğutma suyu olarak kullanılır. Bu sayede kimyasalların bertaraf edilmesi esnasında olası çevreye verilecek zararların önüne geçilir. Dışarıdan daha az su alınarak ekosisteme de katkıda bulunulur.

2.17. Asit Geri Kazanım Tesisi

Asit banyolarında üretim esnasında reaksiyon sonucu ortaya çıkan demir, asit geri kazanım tesisinde, yan ürün olarak demir sülfata dönüştürülür. Bu sistem sayesinde, asit banyolarında kalan asit tekrar tekrar kullanılabilir, asit tüketimleri azalır ve asit bertarafı esnasında olası çevreye verilecek zararların önüne geçilir.

2.18. Banyo Taşma Havuzları

Banyoların delinme, taşma gibi dış ortama kimyasal sızdırma ihtimaline karşılık banyoların altında taşma havuzu bulunmaktadır. Bu havuz dengeleme havuzuna bağlıdır. Bu sayede çevreye sızabilecek tehlikeli kimyasallar güvenli bir şekilde uzaklaştırılmaktadır.

2.19. Kancaların Kaplaması

Tesisimizde kullanılan kancalar zararlı kimyasalların kendisine ve buharına maruz kalmaktadır. Bu maruziyet kancalarda aşınma oluşumuna sebebiyet vermektedir. Bu aşınma sonucu kancada oluşacak çatlak veya kırılma, geri dönülemez iş kazaları yaşanmasına sebebiyet verebilir. Bu nedenle kancalar zararlı kimyasallardan korunması amacıyla kaplanır. Bu kaplama periyodik olarak kontrol edilir.

3. Bulgular ve Değerlendirme

Bu çalışmada, kimyasalların yoğun olarak kullanıldığı yüzey işlem tesisinde, iş güvenliği ve çevre koruma alanlarında gerçekleştirilen ileri düzey uygulamalar analiz edilmiştir. Ulaşılan başlıca bulgular ve değerlendirmeler aşağıda sunulmuştur:

Otomatik tavan vinci sistemleri, üretim alanında insan varlığını azaltarak hem iş kazası riskini düşürmekte hem de üretim verimliliğini artırmaktadır. Alan sensörleri, trafik lambaları ve çarpışma önleyici sistemlerle desteklenen bu yapı sayesinde tavan vinci-forklift-insan etkileşimleri güvenli şekilde yönetilmektedir.

Tehlikeli kimyasallarla temasın minimuma indirilmesi, yalnızca otomasyonla değil aynı zamanda banyo kapakları, scrubber

immediate use in case of chemical splashes.

A ventilation system is installed in the surface treatment laboratory to minimize chemical exposure during chemical analyses.

To reduce vapor formation caused by temperature differences between bath temperatures and ambient air during cold weather, an in-plant heating system is installed. The facility temperature is maintained at a predefined set value, thereby minimizing the release of hazardous chemical vapors into the air.

2.16. Treatment Systems

When renewal of rinsing baths and auxiliary chemical baths is required, they are transferred to the equalization tank. Chemicals collected in the equalization tank are treated via chemical wastewater treatment to comply with the wastewater discharge standards of the Organized Industrial Zone (OIZ). After passing through a Reverse Osmosis system, the treated water is reused as machine cooling water.

This approach prevents potential environmental damage during chemical disposal and contributes to ecosystem protection by reducing freshwater consumption.

2.17. Acid Recovery Plant

During production in the acid baths, iron generated as a result of chemical reactions is converted into iron sulfate as a by-product in the acid recovery plant. Thanks to this system, the remaining acid in the baths can be reused multiple times, acid consumption is reduced, and potential environmental damage during acid disposal is prevented.

2.18. Bath Overflow Basins

To mitigate the risk of chemical leakage into the environment due to bath perforation or overflow, overflow basins are installed beneath the baths. These basins are connected to the equalization tank, ensuring that hazardous chemicals potentially leaking into the environment are safely collected and transferred.

2.19. Coating of Hooks

The hooks used in the facility are exposed to harmful chemicals and their vapors. This exposure leads to wear on the hooks. Cracks or fractures that may occur as a result of such wear can cause irreversible occupational accidents. Therefore, the hooks are coated to protect them from harmful chemicals. This coating is inspected periodically.

3. Findings and Evaluation

In this study, advanced practices implemented in the fields of occupational safety and environmental protection within a surface treatment facility where chemicals are intensively used were analyzed. The main findings and evaluations are presented below.

Automatic overhead crane systems reduce human presence in the production area, thereby decreasing the risk of occupational accidents while increasing production efficiency. With the support of area sensors, traffic lights, and collision prevention systems, interactions between overhead cranes, forklifts, and personnel are managed safely.

Minimizing contact with hazardous chemicals is achieved not only through automation but also through the use of bath covers, scrubber (gas washing) systems, and personal protective

equipment. This multilayered approach provides significant benefits in terms of personnel health.

The acid recovery plant and treatment systems contribute to reducing production costs while transforming hazardous substances that could be released into the environment, thereby supporting a sustainable production approach.

Recipe-based systems and laser-controlled positioning minimize process deviations, enhance product quality, and reduce operator dependency.

The integrated implementation of these systems enables not only risk reduction but also improvements in operational efficiency and quality control processes. Collectively, these measures present a holistic approach that can serve as a model for sectors with high occupational accident risks, such as the iron and steel industry.

4. Conclusion

The automation and occupational safety systems implemented in the surface treatment facility have contributed significantly to the prevention of occupational accidents and the reduction of environmental impact. While the sensor-supported automatic crane system enhances safety and continuity in production, acid recovery and treatment systems support environmental sustainability. Diler Holding's integrated approach serves as a benchmark for similar facilities.

(gaz yıkayıcı) sistemleri ve kişisel koruyucu donanım kullanımıyla da sağlanmaktadır. Bu çok katmanlı yaklaşım, personel sağlığı açısından ciddi faydalar sağlamaktadır.

Asit geri kazanım tesisi ve arıtma sistemleri, hem üretim maliyetlerinin düşürülmesine katkı sağlamakta hem de çevreye salınabilecek tehlikeli maddeleri dönüştürerek sürdürülebilir üretim anlayışına uygunluk göstermektedir.

Reçete sistemleri ve lazer kontrollü konumlama, üretim sürecindeki standart sapmaları minimize ederek kaliteyi artırmakta ve operatöre bağımlılığı azaltmaktadır.

Bu sistemlerin bir arada uygulanması, yalnızca risklerin azaltılmasını değil, aynı zamanda işletme verimliliğinin ve kalite kontrol süreçlerinin iyileştirilmesini de mümkün kılmıştır. Tüm bu önlemler, demir-çelik sektörü gibi yüksek iş kazası riski barındıran alanlarda örnek teşkil edebilecek bütüncül bir yaklaşım ortaya koymaktadır.

4. Sonuç

Yüzey işlem tesisinde uygulanan otomasyon ve iş güvenliği sistemleri, iş kazalarının önlenmesi ve çevreye verilen zararın azaltılmasına katkı sağlamıştır. Sensör destekli otomatik vinç sistemi üretimde güvenliği ve sürekliliği artırırken, asit geri kazanımı ve arıtma sistemleri çevresel sürdürülebilirliğe hizmet etmektedir. Diler Holding'in bu entegre yaklaşımı, benzer tesisler için örnek niteliği taşımaktadır.

Referanslar | References

- 1. R. Lan, I. Awolusi, and J. Cai, Human-Centric Intelligent Systems, 5 (2024), 58. ("Computer Vision for Safety Management in the Steel Industry")
- 2. S. Sökünlü, A. Kutlar, M. Er, and G. B. Baykal, Heliyon, 9 (2023), e12753. ("Assessing the influence of Industry 4.0 technologies on occupational safety")
- 3. J. Xi, C. Wang, and M. Lin, Materials and Manufacturing Processes, 32 (2017), 1235-1241. ("Automated Surface Inspection for Steel Products Using Computer Vision Approach")
- 4. T. Jakubowski, S. Giza, and M. Wozniak, arXiv preprint, arXiv:2405.12785 (2024). ("Artificial Intelligence Approaches for Predictive Maintenance in the Steel Industry: A Survey")
- 5. J. Straat, L. Fischer, and H. Lorenz, arXiv preprint, arXiv:2206.05818 (2022). ("An Industry 4.0 Example: Real-Time Quality Control for Steel-Based Mass Production Using Machine Learning")

*Yüzey İşlem Sektöründe
Yeni Bir Soluk!*

TÜYİDERGİ



+90 542 682 37 32

medya@tuyider.org

www.tuyider.org

TÜYİDER - YÜZEY AKADEMİSİ

Galvanoteknikte Ön Yüzey İşlemleri Eğitimi

12 Şubat 2026 | TOSB Yönetim Merkezi – Çayırova / Kocaeli, Türkiye



TÜYİDER – SURFACE ACADEMY

Pre-Treatment Processes in Galvanotechnics Training

12 February 2026 | TOSB Management Center – Çayırova / Kocaeli, Türkiye



12 Şubat 2026 Perşembe günü, saat 10.00–17.00 arasında TOSB Yönetim Merkezi'nde gerçekleştirilen "Galvanoteknikte Ön Yüzey İşlemleri" eğitimi; endüstriyel kaplama proseslerinde kaplama kalitesini doğrudan etkileyen en kritik aşama olan ön yüzey hazırlık proseslerini bütüncül ve uygulamaya dönük bir yaklaşımla ele almıştır.

Toplam 6 saat (10.00–12.00 / 13.00–17.00) süren eğitim programı kapsamında; ön yüzey işlemlerinin kaplama performansı, yapışma dayanımı, korozyon direnci ve proses güvenilirliği üzerindeki etkileri teknik ve bilimsel çerçevede değerlendirilmiş, sektörden örnek vaka analizleri ile desteklenmiştir.

Eğitimin Amacı ve Kapsamı

Endüstriyel kaplama hatlarında karşılaşılan hataların büyük bir kısmının (%70–80) ön yüzey işlemlerindeki yetersizliklerden kaynaklandığı bilinmektedir. Bu doğrultuda eğitim programının temel amacı;

- Yüzey kirliliklerinin kaplama hatalarına etkisini ortaya koymak,
- Mekanik, kimyasal ve elektrokimyasal ön yüzey işlemlerinin doğru sıralama ve parametrelerle uygulanmasının önemini vurgulamak,
- Farklı alt malzemelere özgü ön işlem yaklaşımlarını aktarmak,
- Kalite kontrol, hata analizi ve standartlara uygunluk konularında katılımcılara sistematik bir bakış açısı kazandırmaktır.

Eğitim İçeriği

Eğitim kapsamında aşağıdaki başlıklar detaylı olarak ele alınmıştır:

- Ön yüzey işlemlerinin galvanoteknikteki kritik rolü
- Yüzey kirlilikleri ve kirlilik kaynakları
- Mekanik ön yüzey işlemleri
- Kimyasal yağ alma prosesleri
- Elektrolitik yağ alma yöntemleri
- Asitle temizleme ve aktivasyon işlemleri
- Durulama sistemleri ve durulama kalitesi
- Alt malzemeye özgü ön yüzey hazırlık prosesleri
- Ön yüzey işlemlerinde hata analizi
- Kalite kontrol yöntemleri ve standartlar

On Thursday, 12 February 2026, between 10:00 and 17:00, the training titled "Pre-Treatment Processes in Galvanotechnics", held at the TOSB Management Center, addressed surface pre-treatment processes — the most critical stage directly affecting coating quality in industrial coating processes — through a holistic and practice-oriented approach.

Within the scope of the training program, which lasted a total of 6 hours (10:00–12:00 / 13:00–17:00), the effects of pre-treatment processes on coating performance, adhesion strength, corrosion resistance, and process reliability were evaluated within a technical and scientific framework and supported by industry-based case studies.

Purpose and Scope of the Training

It is well known that a large proportion (70–80%) of defects encountered in industrial coating lines originate from inadequacies in surface pre-treatment processes. In this context, the main objectives of the training program were to:

- Reveal the impact of surface contaminants on coating defects,
- Emphasize the importance of applying mechanical, chemical, and electrochemical pre-treatment processes with correct sequencing and parameters,
- Present pre-treatment approaches specific to different substrate materials,
- Provide participants with a systematic perspective on quality control, defect analysis, and compliance with standards.

Training Content

Within the scope of the training, the following topics were addressed in detail:

- The critical role of pre-treatment processes in galvanotechnics
- Surface contaminants and sources of contamination
- Mechanical surface pre-treatment processes
- Chemical degreasing processes
- Electrolytic degreasing methods
- Acid cleaning and activation processes
- Rinsing systems and rinsing quality



- Substrate-specific surface preparation processes
- Defect analysis in pre-treatment processes
- Quality control methods and standards

Throughout the training, examples were used to explain how organic, inorganic, and oxide-based contaminants present on the surface lead to coating defects; the effects of process parameters on quality were supported by case study analyses.

Training Program

Session 1

Prof. Dr. Ekrem Altuncu – SUBÜ / SUMAR

In the first session, the fundamental principles of surface preparation in electroplating were discussed. It was emphasized that the majority of coating defects originate from surface pre-treatment processes, and the relationship between surface condition, adhesion, and coating performance was elaborated.

Within this scope:

- Chemical, mechanical, and electrochemical cleaning methods,
- Types of surface contamination such as oil, grease, oxide, rust, and salt residues,
- Contamination originating from part manufacturing, storage, and transportation processes,
- Mechanical pre-cleaning processes such as blasting, shot peening, brushing, grinding, and polishing,
- The effects of mechanical processes on surface roughness and coating adhesion were addressed.

Session 2

Emrah İncal – Dede Kimya / SurTec Group

In the second session, chemical and electrolytic degreasing processes were examined in detail. The operating principles of alkaline degreasing baths, the chemical systems used, and the effects of process parameters on coating quality were explained.

Eğitim süresince; yüzeyde bulunan organik, inorganik ve oksit bazlı kirliliklerin, kaplama hatalarına nasıl yol açtığı örneklerle açıklanmış; proses parametrelerinin kalite üzerindeki etkileri vaka analizleri ile desteklenmiştir.

Eğitim Programı

1. Oturum

Prof. Dr. Ekrem Altuncu – SUBÜ / SUMAR

İlk oturumda galvanik kaplamada yüzey hazırlığının temel prensipleri ele alınmıştır. Kaplama hatalarının büyük bir bölümünün ön yüzey işlemlerinden kaynaklandığı vurgulanmış; yüzey, aderans ve kaplama performansı arasındaki ilişki detaylandırılmıştır.

Bu kapsamda;

- Kimyasal, mekanik ve elektrokimyasal temizlik yöntemleri,
- Yağ, gres, oksit, pas ve tuz kalıntıları gibi yüzey kirlenme türleri,
- Parça üretimi, depolama ve taşıma süreçlerinden kaynaklanan kontaminasyonlar,
- Kumlama, bilyalama, fırçalama, zımparalama ve polisaj gibi mekanik ön temizleme işlemleri,
- Mekanik işlemlerin yüzey pürüzlülüğü ve kaplama aderansı üzerindeki etkileri ele alınmıştır.

2. Oturum

Emrah İncal – Dede Kimya / SurTec Group

İkinci oturumda kimyasal ve elektrolitik yağ alma prosesleri detaylı olarak incelenmiştir. Alkali yağ alma banyolarının çalışma prensipleri, kullanılan kimyasal sistemler ve proses parametrelerinin kaplama kalitesine etkileri açıklanmıştır.

Bu oturumda ayrıca;

- Alkali ve solvent bazlı yağ alma sistemleri,

KOROZYON KORUMADA HEDEFLERİNİZİ BİZİMLE ARTTIRIN



Üst düzey korozyon koruması için işlem kimyasalları ve uygulamaları
Bağlantı elemanları işlevselleştirilmesi
Uygulama teknolojileri

Hillebrand Chemicals Kimyasal Pazarlama Ltd. Şti.
Ziya Gökalp Mah. İkitelli OSB
Metal-İş San. Sit. 9.Blok No: 23
34490 Başakşehir / İstanbul

+90 (212) 549 69 17

+90 (212) 549 69 27

bilgi@hillebrand-chemicals.com.tr

İzzet AYDIN / Genel Müdür

+90 (541) 715 48 33

izzet.aydin@hillebrand-chemicals.de

In addition, the following topics were covered:

- Alkaline- and solvent-based degreasing systems,
- Cathodic and anodic methods in electrolytic degreasing,
- Hydrogen bubble effects and risks on sensitive parts,
- Potential hydrogen embrittlement,
- Single-stage and multi-stage rinsing systems,
- Cascade rinsing, use of DI water, and ionic contamination tests.

Session 3

İzzet Aydın – Hillebrand Chemicals

In the third session, acid cleaning, pickling, and activation processes were discussed. The purpose, limitations, and oxide dissolution mechanisms of pickling were explained, and the negative effects of excessive pickling on metal loss and coating performance were evaluated.

In this section, the following topics were also addressed:

- Use of acid inhibitors,
- Hydrogen embrittlement and testing methods,
- Substrate-specific pre-treatment processes (carbon steels, alloy steels, aluminum, stainless steels),
- Desmutting, zincate, and passivation processes.

Session 4

İlker Karabulut – MacDermid Enthone Industrial Solutions

In the final session, defect analysis, quality control, and standards in surface pre-treatment processes were discussed. Material-, process-, equipment-, and human-related defects were classified, and the effects of these defects on coating performance were evaluated.

Within this scope:

- Root Cause Analysis (RCA),
- Visual inspection and adhesion tests,
- Microscopic examinations and surface analyses,
- Review of process records (SPC),
- Case studies and final product inspections were shared.

Evaluation and Conclusion

As emphasized at the end of the training, surface pre-treatment processes represent the most critical stage determining the quality and service life of coatings in industrial coating processes. Coatings do not adhere directly to the metal surface but to the chemical and physical condition of the surface. Therefore, oil, grease, and silicone residues, as well as oxide, rust, and salt residues, must be completely removed.

Otherwise, adhesion weakens, blistering and peeling occur, and capillary corrosion begins beneath the coating. As stated in international standards such as ASTM B322 and NADCAP, surface preparation processes must be carried out in a systematic and controlled manner. Monitoring surface preparation parameters is mandatory, especially in critical sectors such as automotive and aerospace.

In conclusion, coating quality does not start in the bath but in surface preparation. A clean, active, and properly prepared surface is the foundation of long-lasting and high-performance coatings.

Acknowledgements

We would like to thank the trainers, participants, academic board members, industry representatives, TÜYİDER members, the TOSB Management, and our sponsors for their contributions and support in the realization of this valuable training. We encourage you to follow the Surface Academy training programs and participate in future events.

- Elektrolitik yağ almada katodik ve anodik yöntemler,
- Hidrojen kabarcık etkisi ve hassas parçalar üzerindeki riskler,
- Hidrojen gevrekliği ihtimali,
- Tek kademeli ve çok kademeli durulama sistemleri,
- Kaskat durulama, DI su kullanımı ve iyonik kalıntı testleri ele alınmıştır.

3. Oturum

İzzet Aydın – Hillebrand Chemicals

Üçüncü oturumda asidik temizleme, asitleme ve aktivasyon işlemleri üzerinde durulmuştur. Asitlemenin amacı, sınırları ve oksit çözünme mekanizmaları açıklanmış; aşırı asitlemenin metal kaybı ve kaplama performansı üzerindeki olumsuz etkileri değerlendirilmiştir. Bu bölümde ayrıca;

- Asit inhibitörlerinin kullanımı,
- Hidrojen gevrekleşmesi ve test yöntemleri,
- Alt malzemeye özgü ön yüzey prosesleri (karbon çelikler, alaşımli çelikler, alüminyum, paslanmaz çelikler),
- Dekapaj, zincate ve pasivasyon işlemleri ele alınmıştır.

4. Oturum

İlker Karabulut – MacDermid Enthone Industrial Solutions

Son oturumda ön yüzey işlemlerinde hata analizi, kalite kontrol ve standartlar ele alınmıştır. Malzeme, proses, ekipman ve insan kaynaklı hatalar sınıflandırılarak, bu hataların kaplama üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir.

Bu kapsamda;

- Kök neden analizi (Root Cause Analysis),
- Görsel muayene ve yapışma testleri,
- Mikroskopik incelemeler ve yüzey analizleri,
- Proses kayıtlarının incelenmesi (SPC),
- Vaka çalışmaları ve nihai ürün kontrolleri paylaşılmıştır.

Değerlendirme ve Sonuç

Eğitim sonunda vurgulandığı üzere, ön yüzey işlemleri, endüstriyel kaplama proseslerinde kaplamanın kalitesini ve servis ömrünü belirleyen en kritik aşamadır. Kaplama doğrudan metal yüzeye değil, yüzeyin kimyasal ve fiziksel durumuna tutunur. Bu nedenle yağ, gres, silikon kalıntıları; oksit, pas ve tuz kalıntıları mutlaka giderilmelidir.

Aksi halde; aderans zayıflar, blister ve soyulmalar oluşur, kaplama altında kapılar korozyon başlar. ASTM B322 ve NADCAP gibi uluslararası standartlarda da belirtildiği üzere, yüzey hazırlık prosesleri sistematik ve kontrollü şekilde yürütülmelidir. Özellikle otomotiv ve havacılık gibi kritik sektörlerde yüzey hazırlık parametrelerinin izlenmesi zorunludur.

Sonuç olarak; kaplama kalitesi banyoda değil, yüzey hazırlığında başlar. Temiz, aktif ve doğru hazırlanmış bir yüzey; uzun ömürlü ve yüksek performanslı kaplamanın temelidir.

Teşekkür

Bu değerli eğitimin gerçekleştirilmesinde emeği geçen eğitmenlerimize, katılımcılara, akademik kurula, sektör temsilcilerine, TÜYİDER üyelerine, TOSB Yönetimine, katkı ve desteklerinden dolayı sponsorlarımıza teşekkür eder; Yüzey Akademisi eğitim programlarını takip etmenizi ve katılımınızı öneririz.



AmaGrit

Paslanmaz Çelik Bilya & Grit

Çelik Bilya & Grit



ERVIN
STAINLESS

ERVIN
AMASTEEL



1920'den bu yana...

- ✓ En Yüksek Enerji Transferi ve Dayanıklılık
- ✓ En Düşük İşlem Maliyeti
- ✓ Yuvarlık Yapısı Sayesinde Optik Görünüm
- ✓ Performans ve Fiziksel Özellikler Bakımından En Üst Kalite
- ✓ Amerika ve Almanya'da üretim



BVA Hassas Yüze İşlemler
Precision Surface Treatment

T: +90 216 658 80 05 info@bva.com.tr
F: +90 212 658 80 06 www.bva.com.tr

Sanayinin Buluşma Noktası: WIN EURASIA 2026

10 - 13 Haziran, İstanbul Fuar Merkezi

The Meeting Point of Industry: WIN EURASIA 2026
June 10 - 13, Istanbul Expo Center



Kaynak, Robotik Kaynak, Birleştirme, Kesme ve Yüzey İşlem Teknolojileri; en güncel çözümler ve yeniliklerle, ilk kez bu denli geniş bir kapsamda WIN EURASIA 2026 Fuarı'nda sektörle buluşmaya hazırlanıyor. Bu önemli buluşma öncesinde; Kaynak, Robotik Kaynak, Birleştirme, Kesme ve Yüzey İşlem Teknolojileri alanlarında faaliyet gösteren sektörün önde gelen ve değerli temsilcilerini bir araya getirmek amacıyla, 16 Aralık 2025 Salı günü özel bir Kahvaltı Buluşması düzenlenmiştir (16 Aralık 2025 Salı, Swissotel The Bosphorus İstanbul, Mimosa Salonunda).

Deutsche Messe Türkiye- MENA Genel Müdürü Mehtap Gürsoy'un açılış konuşmaları ile Sn Sena Mengul ve Arzu Firat Özener tarafından 2026 fuar programı ve planlanan organizasyon hakkında bilgilendirme ve tanıtım gerçekleştirilmiştir. Çok sayıda sektör temsilcisi, akademisyen ve İstanbul Sanayi Odası temsilcilerinin katıldığı programda farklı açılardan fuar değerlendirilmiş, soru-cevap ve öneriler toplanmıştır. Win eurosia fuar komitesine ve satış pazarlama grubuna teşekkür ederiz, birlikte daha etkili ve verimli, başarılı bir fuar geçirmeyi diliyoruz.



Welding, Robotic Welding, Joining, Cutting, and Surface Treatment Technologies are preparing to meet the industry at WIN EURASIA 2026 Fair for the first time with such a comprehensive scope, showcasing the latest solutions and innovations. Prior to this important gathering, a special Breakfast Meeting was held on Tuesday, December 16, 2025, with the aim of bringing together leading and esteemed representatives of the sectors operating in Welding, Robotic Welding, Joining, Cutting, and Surface Treatment Technologies (Tuesday, December 16, 2025 – Swissotel The Bosphorus İstanbul, Mimosa Hall).

The program opened with welcome remarks by Ms. Mehtap Gürsoy, General Manager of Deutsche Messe Turkey – MENA. This was followed by an informative and promotional presentation on the 2026 fair program and planned activities, delivered by Ms. Sena Mengul and Ms. Arzu Firat Özener. The event, which was attended by numerous industry representatives, academics, and representatives of the Istanbul Chamber of Industry, provided a comprehensive evaluation of the fair from various perspectives. During the program, a Q&A session was held, and valuable feedback and suggestions were collected. We would like to extend our sincere thanks to the WIN EURASIA Fair Committee and the Sales and Marketing Team, and we look forward to organizing a more effective, efficient, and successful fair together.

Kura Nehri Kıyısında Bir Mayıs Yolculuğu: Tiflis



A May Journey Along the Kura River: Discovering Tbilisi

Erşan Hamza TURGUT

Gurme Grubu Üyesi

Gourmet Member of Kangurus

Web: <https://www.kangurular.com> | Instagram: @kangurular

Yıllardan beri gitmeyi istediğim Tiflis'e gitmek, 2025 Mayıs'ında kismet oldu. Şehri ziyaret etmek için hava koşulları açısından en iyi zamanlar Ekim ve Mayıs ayları. Bu dönemlerde hava aşırı sıcak ya da soğuk olmuyor. Tiflis'in geçmişi M.S. 550'li yıllara dek uzanıyor. Ülkemizde doğup Hazar Denizi'ne dökülen Kura Nehri'nin iki yakasına yayılmış bir yapısı var. Ülke nüfusunun yaklaşık üçte biri başkentte yaşıyor. Bu nedenle büyük bir şehir sayılır.

Şehrin eski mahallelerinden Sololaki'de kalmayı tercih ettik. Konakladığımız David Otel'in özgün bir atmosferi vardı. Etnik unsurlar kullanılarak dekore edilen oteli gerçekten sevdik. Bizi havaalanından ücretsiz transfer ettiler. Sizler ise ekonomik bir yöntem olarak, havalimanından düzenli aralıklarla kalkan belediye otobüsünü kullanabilirsiniz. Personel son derece misafirperverdi. Lobide ve kahvaltı salonunda ücretsiz ve limitsiz çaya içme imkânı olması da bir diğer olumlu yanlarından biriydi. "Çaça nedir?" diyecek olursanız, %45-65 alkol oranına sahip bir tür Gürcü brendisi diyebiliriz. Acılı, tarçınlı, limonlu gibi pek çok farklı türü var.

Otelimiz, şehrin merkezi noktalarından biri olan Özgürlük Meydanı'na yakın bir konumdaydı. Yürüyüş mesafesinde bazı müzeler, lokantalar ve Betlemi olarak bilinen Yahudi Mahallesi bulunuyordu. Yahudi Mahallesi'ndeki yokuşlu ve merdivenli sokaklar gezmeye değer. Gezerken karşımıza bina cephelerini süsleyen graffitiler çıkıyordu. Oldukça eski bir şehir olmasına rağmen, heykel ve grafiti gibi estetik detaylarla süslemeyi ihmal etmemişler.

Şehrin en merkezi bölgesi diyebileceğim Özgürlük Meydanı'nda fazla trafik ışığı yok. Yaya alt geçitleri kullanıyor. Civarda pek çok market, mantı evi, lokanta, döviz bürosu ve mağaza var. Buraya yakın Lumier's Chimney Cake adlı dükkânda Prag'a özgü olan

I could go to Tbilisi, which I had wanted to visit for years, in May 2025. October and May are the best visiting times in terms of weather conditions. The weather is not excessively cold or hot during these months. The history of Tbilisi goes back to 550 A.D. It has a structure extending on both sides of the Kura River, which rises in our country and flows into the Caspian Sea. Approximately one third of the country's population lives in the capital. That is why it can be considered a big city.

We preferred to stay in one of the old neighborhoods of the city, called Sololaki. The David Hotel, where we stayed, has a unique atmosphere. We really liked the hotel, which is decorated with ethnic elements. They transferred us from the airport for free. You can prefer public transportation originating from the airport at scheduled times as an economical method. The personnel were very welcoming. Having the facility to drink unlimited free cha-cha in the lobby and breakfast area was another positive factor. Cha-cha is a kind of Georgian brandy with 45-65% alcohol by volume. There are many different kinds, such as cinnamon, lemon, and bitter.

Our hotel was located at one of the central points of the city, near Liberty Square. There were some museums, restaurants, and the Jewish neighborhood known as Betlemi within walking distance. The steep and stair-filled streets of Betlemi are worth visiting. You can come across graffiti decorating the walls. Tbilisi is an extremely old city, but they did not neglect to decorate it with aesthetic details such as statues and graffiti.

Liberty Square is the most central part of the city. There are not many traffic lights. Pedestrians use underpasses. There are many markets, dumpling houses, restaurants, exchange offices, and shops around. The shop called Lumier's Chimney Cake makes the



trdelnik dessert, which is native to Prague. It might be better to share one because it has a dense taste similar to a waffle. If you continue walking from here, you will arrive at the twisted-shaped clock tower built in 2010, after passing the ruins of the city walls. Figures come out of the tower every hour and hit the tower bell. The famous Gabriadze Puppet Theater is located under the tower. On the street where the tower is located, there are statues shown as “The Monuments” on the city map. If you keep walking parallel to the river after the tower, you will first reach a touristic street and then the Peace Bridge. Many people around the bridge, which has a modern and unique architecture in contrast to the historical pattern of the city, offer boat tours. Since we did not find it attractive to take a tour on a brown river, we went up the hill where the Kartlis Deda statue is located by cable car. You can also see the ruins of Narikala Castle, but it was closed because it was under renovation. There is a botanical garden and a zipline park behind the statue.

During the four days we stayed, we mostly explored the west side of the Kura River. On our last day, we stopped by the Sabina Cathedral on the eastern side using Bolt. Bolt is a local version of Uber and a useful application. We paid attention to blog warnings advising not to use taxis, and we were satisfied with its affordable price.

We spared one day for a daily tour that I had reserved in advance through the application called GetYourGuide. Our guided tour started with being picked up from our hotel in the morning and continued throughout the day. Our first stop was the huge monumental structure called the Georgian Chronicles. The columns summarizing Georgian history are worth seeing. Then we tasted wine, cha-cha, and churchkhela in Manavi village. We also tasted different kinds of cheese and tandoori bread in Badiauri village. After visiting the Bodbe Saint Nino Monastery, we had lunch in Sighnani

trdelnik tatlısı yapılıyor. Waffle gibi yoğun bir lezzet olduğu için bir tanesini paylaşmak daha iyi olabilir. Buradan yürüyerek devam ederseniz, eski sur kalıntılarını geçtikten sonra 2010 yılında yapılmış eğri büğrü şekilli saat kulesine ulaşabilirsiniz. Saat başlarında kuleden çıkan figürler, kule çanına vuruyor. Kulenin altında ünlü Gabriadze Kukla Tiyatrosu bulunuyor. Kulenin olduğu sokakta ise haritada “The Monuments” olarak görülen heykeller yer alıyor. Saat kulesinden sonra nehre paralel devam ederseniz, önce turistik bir sokağa, ardından Barış Köprüsü’ne ulaşabilirsiniz. Şehrin tarihi dokusuna tezat oluşturan modern ve özgün bir mimariye sahip köprü civarında pek çok kişi size tekne turu teklif edecektir. Ancak kahverengi bir suda gezinti yapmak bize cazip gelmediği için teleferikle Gürcü Ana Heykeli’nin bulunduğu tepeye çıktık. Burada Narikala Kalesi kalıntıları da yer alıyor; ancak restorasyonda olduğu için kapalıydı. Heykelin arkasında ise botanik bahçesi ve zipline parkuru bulunuyor.

Kaldığımız dört gün boyunca genellikle Kura Nehri’nin batı yakasını keşfettik. Doğu yakasına geçeceğimiz gün Bolt ile gidip Sabina Katedrali’ne uğradık. Bolt, ülkenin Uber’i diyebileceğim faydalı bir uygulama. Mevcut taksilerden uzak durulmasını öneren blog yazılarını dikkate alarak denedik ve ekonomik fiyatından memnun kaldık.

Bir günü de “Get Your Guide” adlı uygulamadan önceden rezervasyon yaptığım günübirlik tura ayırdık. Sabah otelden alınmamızla başlayan rehberli turumuz gün boyu sürdü. İlk durağımız, “Gürcistan Günlükleri” olarak adlandırılan devasa anıtsal yapı oldu. Gürcü tarihini özetleyen kocaman sütunlar görmeye değerdi. Sonrasında Manavi Köyü’nde şarap, çaya ve cevzili sucuk tadımı yaptık. Badiauri Köyü’nde tandır ekmeği ve peynir çeşitlerini denedik. Bodbe Aziz Nino Manastırı’na uğradıktan sonra Sighnani Köyü’nde öğle yemeği molası verdik.



Güzel bir son dokunuş, yüzeyden başlar

Eksiksiz yüzey hazırlama portföyümüzle kusursuz temizliğe sahip yüzeyler elde edin.



village. We had another wine tasting before lunch and walked on the historical walls after lunch. Our 20-person minibus returned to the city before sunset. It is obvious that this tour would be much more expensive if you tried to do it by renting a car.

I would also like to talk about our food experiences. We went to a restaurant called Dario, near our hotel. We ate khachapuri there. When the waiter learned that we came from Turkey, he had an extra-large flatbread prepared for us. The roots of khachapuri are based in a sailor city, Batumi. In the past, women of the city used to make these boat-shaped pastries to bring good fortune to their husbands who sailed. The egg yolk cracked in the middle symbolizes the sun and is expected to bring good luck. We could only partially finish our pastry, which consisted of two kinds of cheese. The hamburger place called Good Choice is also worth visiting, with its tasty and huge burgers.

The most different restaurant was Littera. It is hard to find because there is no sign outside. You can reach the venue, which is located in a green courtyard, by passing through a small passage. The menu prices are higher than the city average in this venue, which has won the Gault & Millau award several times. However, the flavors are very unique and have aesthetic presentations. For example, I tried orange wine, which you cannot find everywhere.



We had lunch at Oro's House, located on the street leading to the Hammams area. You can order khinkali by the piece. We preferred minced meat and cheese ones. The price of the most expensive one was 2.2 GEL. I also tried the pear-flavored soda typical of the country and liked it.

The bar located on the top floor of the Ibis Hotel might interest you with its colorful decoration and successful cocktails. Khinkali Factory, located in Liberty Square, is worth visiting for its different kinds of dumplings. You can even find chocolate khinkali.

You can find wine shops on almost every corner, as Georgia is considered the first country to produce wine in the world. I shopped at two wine stores. The first one was a small shop called Suliko. You can taste wines for free, and there are many options. The second place is called 8000 Vintages. It is a very large store that also includes a restaurant section, and you can find countless varieties of wine. Since I could not find time to talk to the staff about wine, I chose from the shelves by myself. The transportation packages provided there were very sturdy.

Georgia has a very rich culture that cannot be discovered in a single visit. You should spare four to five days just to explore Tbilisi. The rural regions of the country, which have unique characteristics, should also not be overlooked.

Yemekten önce bir şarap tadımı daha yaptık, yemekten sonra ise tarihi surların üzerinde yürüdük. Yirmi kişilik minibüsümüz gün batmadan şehre döndü. Böyle bir turu araba kiralarak yapmaya kalkarsanız maliyetinin çok daha fazla olacağı kesin.



Biraz da yemek deneyimlerimize değinecek olursam, otelimize yakın Dario adlı restorana gittik. Burada haçapuriye doyduk. Garson Türkiye'den geldiğimizi duyunca bize ekstra büyük bir pide yaptırdı. Haçapurinin kökeni, bir denizci şehri olan Batum'a dayanıyor. Eskiden denize açılan kocalarına şans getirmesi için şehrin kadınları tekne şeklindeki bu pideleri yaparmış. Ortasına kırılan yumurta güneşi sembolize ediyor ve iyi şans getirmesi bekleniyor. İki çeşit peynir içeren pidemizi ancak kısmen bitirebildik. Yine buraya yakın Good Choice adlı hamburgerci, devasa ve leziz burgerleriyle gitmeye değer bir mekân.

Gittiğim en farklı lokanta, dışarıda tabelası olmadığı için bulması zor olan Littera'ydı. Küçük bir tünelden geçilerek girilen mekân, bol yeşillikli bir avluda yer alıyor. Gault & Millau ödülünü birkaç kez kazanmayı başarmış olan bu mekânda menü fiyatları şehir ortalamasına göre yüksek. Ancak lezzetler de buna paralel olarak oldukça özgün ve estetik sunumlara sahip. Örneğin burada, her yerde bulunmayan turuncu renkli portakal şarabını denedim.

Hamamlar Bölgesi'ne giden sokağın üzerinde yer alan Oro's House'ta öğle yemeği yedik. Hinkali tane ile söylenebiliyor. Biz peynirli ve kıymalı olanları tercih ettik. En pahalısının tanesi 2,2 lariydi. Ülkeye özgü armut aromalı gazozu da burada denedim ve sevdim.

Ibis Otel'in üst katında yer alan bar, renkli dekoru ve başarılı kokteylleriyle ilginizi çekebilir. Özgürlük Meydanı'nda bulunan Khinkali Factory ise farklı çeşitlerde sundukları mantılarıyla ziyarete değer. Çikolatalı hinkali bile vardı.

Dünyada şarabın üretildiği ilk ülke olduğu için, adım başı karşınıza şarap dükkânı çıkıyor. Oradayken iki şarap mağazasından alışveriş yaptım. İlki, ufak bir dükkân olan Suliko'ydu. Ücretsiz şarap tadımı imkânı sunuyor ve seçenekler oldukça fazla. Diğer yer ise 8000 Vintages adını taşıyor; son derece büyük ve içinde lokanta bölümü de bulunan bir mağaza. İçerisinde envai çeşit şarap var. Yoğunluktan dolayı göreviyle şarap hakkında konuşma fırsatı bulamayınca raflardan kendime göre seçim yaptım. Burada verilen nakliye ambalajları son derece korunaklıydı.

Gürcistan, tek seferde keşfedilemeyecek kadar zengin bir kültüre sahip. Sadece Tiflis'i keşfetmek için bile dört-beş gün ayırmak gerekiyor. Ülkenin kendine has özellikler taşıyan kırsal bölgeleri de kesinlikle göz ardı edilmemeli.



SÖZLÜK DICTIONARY

*Yüzey İşlem Sektöründe
Yeni Bir Soluk!*

TÜYİDERGİ



Reklam ve iş birliği için:



+90 542 682 37 32



medya@tuyider.org



www.tuyider.org

BAĞLAYICI İLE PÜSKÜRTME:

Toz malzemeleri birleştirmek için sıvı bir bağlayıcı/ reçine maddesinin kullanılarak tozların bir araya getirildiği eklemeli üretim süreci.

BINDER JETTING:

Additive manufacturing process in which a liquid bonding agent is selectively deposited to join powder materials.

DMD:

Doğrudan metal biriktirme.

DMD:

Direct metal deposition.

NET ŞEKLE YAKIN:

Parçaların boyut toleransını karşılamak için çok az son işlem gerektirmesi durumu.

NEAR NET SHAPE:

Condition where the parts require little post-processing to meet dimensional tolerance.

SERT DOLGU

Sert dolgu, daha az dayanıklı bir metalin yüzeyine daha fazla korozyona ve aşınmaya dayanıklı bir malzemenin kaynaklanmasını içeren bir kaplama tekniğini ifade eder. İşlem, alt tabaka metalinin kullanımından önce veya periyodik olarak mekanik bakım olarak gerçekleştirilebilir.

HARDFACING

Hardfacing refers to a coating technique that involves welding a more corrosion and wear resistant material onto the surface of a less durable metal. The process may be performed prior to the use of the substrate metal or periodically as mechanical maintenance.

LAZER SİNERLEME:

Kapalı bir bölmede yüzeydeki parçacıkları katman katman seçici olarak kaynaştırmak veya eritmek için bir veya daha fazla lazer kullanarak toz haline getirilmiş malzemelerden nesnelere üretmek için kullanılan toz yataklı füzyon işlemi.

LASER SINTERING:

Powder bed fusion process used to produce objects from powdered materials using one or more lasers to selectively fuse or melt the particles at the surface, layer upon layer, in an enclosed chamber.

3D BASKI:

Bir yazıcı kafası, püskürtme ucu veya başka bir yazıcı teknolojisini kullanarak bir malzemenin biriktirilmesi yoluyla nesnelere imalatı. Terim genellikle teknik olmayan bir bağlamda katmanlı imalatla eşanlamlı olarak kullanılır.

3D PRINTING:

Fabrication of objects through the deposition of a material using a print head, nozzle, or another printer technology. Term often used in a non-technical context synonymously with additive manufacturing.

KÜRLEME:

Bir malzemenin fiziksel özelliklerini kimyasal reaksiyon yoluyla değiştirmek.

CURING:

Changing the physical properties of a material by means of a chemical reaction.

HİDROJEN KIRILGANLIĞI

Hidrojen kırılgenliği (HE), atomik hidrojenin varlığı nedeniyle bir metalin tokluğunun veya sünekliliğinin azalmasıyla sonuçlanan bir süreçtir.

HYDROGEN EMBRITTLEMENT

Hydrogen embrittlement (HE) is a process resulting in a decrease of the toughness or ductility of a metal due to the presence of atomic hydrogen.



Sektörel Etkinlikler

Activities Calendar of Sector



27 - 30 / 04 2026	YAPI FUARI İSTANBUL İstanbul Türkiye	https://expoassist.net/etkinlik/yapi-fuari-istanbul
05 - 09 / 05 2026	SAHA EXPO 2026 İstanbul Türkiye	https://ifm.com.tr/tr/fuarlar/saha-expo-savunma-havacilik-ve-uzay-sanayi-fuari-2026
17 / 19 - 05 2026	TOS+H Expo İstanbul Türkiye	https://www.toshexpo.com/
15 - 17 / 06 2026	Paintistanbul 2026 İstanbul Türkiye	https://paintistanbul.net
16 - 19 / 09 2026	Metal Expo İstanbul Türkiye	https://ifm.com.tr/tr/fuarlar/metalexpo-eurasia-istanbul-demir-celik-metal-urunleri-uretim-ve-teknolojileri-fuari-2026
17 - 20 / 09 2026	Fastener Expo Eurasia İstanbul Türkiye	https://tuyap.com.tr/fuarlar/fastener-expo-eurasia
28 - 03 / 09 -10 2026	MAKTEK Avrasya Fuarı 2026 İstanbul Türkiye	https://expoassist.net/etkinlik/maktek-avrasya-fuari
18 - 21 / 11 2026	10. Uluslararası İstanbul Hırdavat Fuarı İstanbul Türkiye	https://ifm.com.tr/tr/fuarlar/istanbul-hirdavat-fuari-2026
25 - 27 / 11 2026	TURKCHEM 2026 – Uluslararası Kimya Sanayi Fuarı İstanbul Türkiye	https://ifm.com.tr/tr/fuarlar/turkchem-uluslararasi-kimya-sanayi-fuari-2026

Üyelerimiz

Our members

Partnerlerimiz

Our Partners

SUMAR | ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ | TAÜ | METEM | HİSİAD
İTÜ | SAÜ | ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ | DOKUZ EYLÜL
ÜNİVERSİTESİ | SUBÜ | SDÜ | YEDİTEPE ÜNİV. | KOÜ | TUCSA
HANNOVER FAIRS TURKEY | SAHA İSTANBUL | ENOSAD
TAYSAD | NOSAB | BORÇELİK - BTA | TOBB | BTSO | BTÜ
COŞKUNÖZ - CEV | TALSAD | ARTKİM | ST ENDÜSTRİ MEDYA
KİMYA OSB | NİLÜFER OSB | GALVANOTEKNİK | KARFO ENDÜSTRİYEL

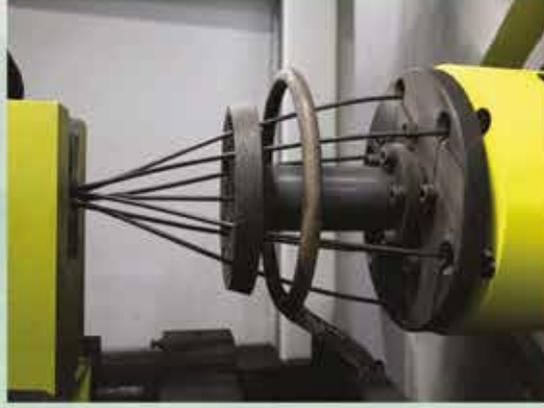
ABT Akışkan ve Boya Tekn. A.Ş. | **Akafor Membran** Sis. San. ve Tic. Ltd. Şti. | **Akay Grup** Kimya San. Tic. A.Ş. | **Aken Mühendislik** Arıtma Sistemleri San. Tic. Ltd. Şti. | **Alfatech Makina** Mümessilik San. ve Dış Tic. Ltd. Şti. | **Altekma** Dış Tic. Boya Mak. San. A.Ş. | **Altınok** Galvona Kimya San. ve Tic. Ltd. Şti. | **Arka Kimyasal** Ürünleri Mak. San. Tic. A.Ş. | **Armin Atık** Geri Dönüşüm San. ve Tic. Ltd. Şti. | **Artkim Fuarçılık** Tic. A.Ş. | **Asem Plast.** ve Metal Kaplama San. ve Tic. Ltd. Şti. | **Assa Metal Kaplama** İnş. San. ve Tic. Ltd. Şti. | **Ayoki Yalıtım** Boya Koruma Kimya Dan. İnş. Taah. San. ve Tic. A.Ş. | **Beğen Kaplama** San. ve Tic. Ltd. Şti. | **Bilal Özcan** - Berrak Çevre Tekn. Su Arıtma Sis. | **Boysis Makine** Taah. San. ve Tic. A.Ş. - Selçuk İlgaz | **BVA Mümessillik** Mak. San. ve Tic. Ltd. Şti. | **Coventya Kimya** San. ve Tic. A.Ş. | **Dede Kimya** San. Tic. A.Ş. | **Değer Kromaj** - Ali Değer | **Delta Galvanoteknik** Kim. Mad. Tic. San. ve Tic. Ltd. Şti. | **Delta Kimya** A.Ş. | **Diler Demir Çelik** End. ve Tic. A.Ş. | Doç. Dr. **Ekrem Altuncu** | Doç. Dr. **Hatice Duran** | **Doğu Pres** Otomotiv ve Tek. San. ve Tic. A.Ş. | **E3 Surface** Mühendislik Dan. Tic. A.Ş. | **Eksaş End.** Metal Kaplama Tesisleri San. ve Tic. A.Ş. | **EKT End. Kaplama** Tank ve Tesis İmalat San. ve Tic. Ltd. Şti. | **Elektrolize Metal** Kaplama San. ve Tic. Ltd. Şti. | **Elsisan Makine** San. ve Tic. A.Ş. | **Envora** Arge Mühendislik A.Ş. | **Eplas Makina** San. ve Tic. A.Ş. | **Erdener Makina** ve Kimya San. Tic. A.Ş. | **Erkap End. Kaplama** Çöz. San. Tic. A.Ş. | **Estgal Sıcak Galvaniz** Tekn. San. ve Tic. A.Ş. | **Euro İstanbul Galvano** Cihazları San. ve Tic. Ltd. Şti. | **Fetaş** İç ve Dış Tic. San. A.Ş. | **Faztech Kimya** San. Tic. Ltd. Şti. | **Forajet Mühendislik** San. Tic. Ltd. Şti. | **Galvano Mondo** Kimya San. ve Tic. Ltd. Şti. | **Galvoplas** Yüzey İşlem Tesisleri San. Tic. Ltd. Şti. | **Gef Kimya** San. ve Tic. A.Ş. | **Gesu Arıtma** Ltd. Şti. | **GP Galvano** Proje Danışmanlık San. Tic. A.Ş. | **Gisa Makina** Mümessillik San. Dış Tic. Ltd. Şti. | **Gür Metal** Kaplama İmalat San. ve Tic. Ltd. Şti. | **Güven Galvano** Kimyasalları San. ve Tic. Ltd. Şti. | **Hannover Fairs** Turkey Fuarçılık A.Ş. | **Hillebrand Chemicals** Kimyasal Paz. Ltd. Şti. | **Hakan Oçaktan** | **IND Yazılım** Bilişim Teknolojileri Sanayi ve Ticaret A.Ş. | **İlker Karabulut** | **İntersonik Makina** San. ve Tic. A.Ş. | **İnci Kimyasal Maddeler** ve Metal San. Tic. Ltd. Şti. | **Kamas Galvaniz** San. Tic. Ltd. Şti. | **Karakaya 86** Kat. Kap. Kim. Mad. Mak. İnş. San. ve Tic. Ltd. Şti. | **Koc Vib** Mak. Mühendislik San. ve Tic. Ltd. Şti. | **Kromaş Metal** ve Makina San. Ltd. Şti. | **KTL Kimya** Ekipmanları İtk. İhr. Dış Tic. Ltd. Şti. | **Kummetal Shotpeening** Kuşlama ve Yüzey İşlem Teknolojileri San. Tic. Ltd. Şti. | **Lactech Galvano** Kimyevi Maddeler San. ve Tic. Ltd. Şti. | **Mars Kaplama** San. ve Tic. A.Ş. | **Mertcan Metal** San. ve Tic. Ltd. Şti. | **Metaltek Tekn.** Lab. Eğitim ve Dan. Hizm. San. ve Tic. Ltd. Şti. | **Murat Galvano** | **Murat Ocakçı** | **Noble Galvano** Plastik Ltd. Şti. | **Metistec Metal** Sanayi A.Ş. | **Norm Cıvata** - Uysal Mak. San. İth. İhr. ve Tic. A.Ş. | **Otsm Group** Yazılım ve Makina San. ve Tic. Ltd. Şti. | **Özlu Mühendislik** Proje Taah. San. ve Tic. Ltd. Şti. | **Petek Kimya** ve Metal San. ve Tic. Ltd. Şti. | **Podim Polisaj** Diskleri Zımpara San. Tic. Ltd. Şti. | **Proge Mühendislik** Tic. ve San. Ltd. Şti. | Prof. Dr. **Volkan Günay** | Prof. Dr. **Ali Fuat Çakır** | Prof. Dr. **Tamer Sınmazçelik** | **Prometal Galvano** Cihazları San. ve Tic. Ltd. Şti. | **Protechnology** End. Makine ve Kimya San. Tic. Ltd. Şti. | **Redarti Elektrik** Cihazları San. ve Tic. A.Ş. | **Regnum Aksesuar** ve Metal Kaplama San. ve Tic. Ltd. Şti. | **RMS Kontrol** Müh. Otomasyon | **Selzey Kimya** Turizm İnşaat Med. San. ve Tic. Ltd. Şti. | **Sistempark Arıtma** ve Çevre Tek. Müh. ve Dan. Hiz. İth. İhr. İnş. San. ve Tic. Ltd. Şti. | **SPC Sinai** Kimyasalları San. ve Tic. Ltd. Şti. | **Şahin Metal** Kaplama San. İç ve Dış Tic. Ltd. Şti. | **Taranto Plast.** ve Galvano Cihazları San. ve Tic. Ltd. Şti. | **Teknobak** Tekn. Mak. Bak. ve Müh. Hiz. Ltd. Şti. | **Tinkap** Yüzey İşlemler San. ve Tic. A.Ş. | **Unique Tech Mühendislik** San. ve Tic. Ltd. Şti. | **Uzay Yüzey İşlem Kimyasalları** Otomasyon Makine San. Tic. Ltd. Şti. | **Üçler Galvano** San. Tic. Ltd. Şti. | **Ünverler Mak.** Otomotiv Kimya Metal Kap. San. ve Tic. Ltd. Şti. | **Vilmeks** İç ve Dış Ticaret Ve Metal San. A.Ş. | **Yasin Haylu** | **Yıldırım Elektrik ve Kimya** San. Tic. - İbrahim Yıldırım | **Yıldızlar Kimya** Yüzey İşlem Tek. A.Ş. | **Yilmer Test** ve Ölçü Sis. San. ve Tic. Ltd. Şti. | **Yongrad End.** Proses Sis. San. ve Tic. Ltd. Şti.

PC Strand'in DNA'sı

73 yıldır demir çelik sektöründe, Türkiye ve dünyanın öncü firmalarından olan Diler Holding, ön gerilmeli beton demeti ve ön gerilmeli beton teli üretiminde gücü, kalitesi ve uzmanlığının yanı sıra DNA PC Strand çatısı altında faaliyetlerini sürdürmektedir:

- Filmaşın Fosfat Kaplama
- Çekilmiş Fosfatlı Tel Üretimi
- Asit Geri Kazanım Tesisi ve Demir Sülfat Üretimi
- Recep Sami Yazıcı Ürün Geliştirme Merkezi, Hitachi SU 7000 Taramalı Elektron Mikroskobu ile müşterilerine ve sektördeki diğer firmalara analiz hizmeti

Ayrıca tesiste bulunan güneş enerjisi santrali (GES) ve asit geri kazanım tesisleri sayesinde çevre duyarlılığı anlamında sektöre öncülük edilmektedir.



MERKEZ

Adres

Eski Büyükdere Cad. Maslak No:1 Koçkaya As Plaza
34485 Maslak / İSTANBUL / TÜRKİYE

| www.dnawire.com | satis@dnawire.com | T. +90 212 253 66 30 |

FABRİKA

Adres

Makine İhtisas OSB 6. Cad. 8. Sokak
No:10 Dilovası Kocaeli Türkiye

DNA PC Strand bir Diler Holding Markasıdır.

