

## AA5754 ALÜMİNYUM ALAŞIMI ÜZERİNE UYGULANAN CHROME-FREE ÖN-İŞLEMİN KATAFOREZ KAPLAMALARININ YAPIŞMA VE KOROZYON DİRENCİNE ETKİSİ

**OĞUZ YILMAZ**

Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Kimya Mühendisliği, Bilecik, oguzyilmaz@uzmankataforez.com, ORCID: 0009-0002-7300-8823

**İBRAHİM USTA**

Uzman Kataforez Yüzey Kaplama San. ve Tic. A.Ş., Bursa, ibrahimusta@uzmankataforez.com, ORCID: 0000-0001-7557-9617

**ÇAĞLAYAN AÇIKGÖZ**

Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Kimya Mühendisliği, Bilecik, caglayan.acikgoz@bilecik.edu.tr, ORCID: 0000-0003-2195-6231

### Özet

Genel olarak kataforez öncesi yapışma mukavemetini arttırmak için geleneksel olarak fosfatlama ön işlemleri uygulanmaktadır. Ancak alüminyum malzeme yüzeyine uygulanan fosfatlama ön işlemleri yeterli miktarda fosfat kristali oluşturamamakta ve kataforez kaplamanın yapışma mukavemetini düşürerek, korozyon özelliklerini olumsuz etkilemektedir. Bu çalışmada, otomotiv sektörü için en ucuz ve yaygın olarak kullanılan kataforez kaplama yönteminde yapışma ve korozyon direncini arttırmak amacıyla fosfatlama ön işlemleri yerine ticari ürün EcoAL 20A çözeltisi kullanılarak Chrome-Free ön işlemleri uygulanmıştır. Deneysel çalışmalarda; otomotiv sektöründe yaygın olarak kullanılan AA5754 alüminyum alaşım altlık olarak kullanılmıştır. %1 konsantrasyonda EcoAL 20A kullanılarak, farklı daldırma süreleri (45, 60 ve 75 saniye) ile deneysel sürecin optimizasyonu sağlanmıştır. İlk aşamada numune kaplama kalınlıkları Elcometer ile ölçülmüş, daha sonra yapışma ve korozyon testi olarak; Kuru Yapışma (REF DIN EN ISO 2409), Su Direnci (ASTM D 870-02) ve Nem Direnci (MIL-STD-810G) testleri verilen standartlara göre yapılmıştır. Kaplamalara uygulanan testler sonrası görsel değerlendirme (beyaz ve kırmızı pas gözleme) yapılmıştır. Görsel değerlendirme sonrası Cross Cut ile yapışma mukavemetleri ve korozyon özellikleri değerlendirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Alüminyum, Kataforez, Chrome-Free, Yapışma Mukavemeti, Korozyon

## THE EFFECT OF CHROME-FREE PRE-TREATMENT ON ADHESION AND CORROSION RESISTANCE OF CATAPHORESIS COATINGS ON AA5754 ALUMINIUM ALLOY

### Abstract

Traditionally, phosphate pretreatment is used to increase adhesion strength before cathaphoresis. However, phosphate pretreatment applied to aluminium material surfaces does not form sufficient phosphate crystals, reducing cathaphoresis coating adhesion strength and adversely affecting corrosion properties. In this study, a chromium-free pretreatment using the commercial product EcoAL 20A solution was applied instead of the phosphate pretreatment to improve adhesion and corrosion resistance in the cathaphoresis coating process, which is the cheapest and most widely used in the automotive sector. AA5754 aluminium alloy, commonly used in the automotive industry, was used as the substrate in the experimental studies. The experimental process was optimised with different immersion times (45, 60 and 75 seconds). EcoAL 20A was used at a concentration of 1%. Adhesion and corrosion testing was performed by DIN EN ISO 2409 (dry adhesion), ASTM D 870-02 (water resistance), and MIL-STD-810G (moisture resistance). Visual evaluation (observation of white and red rust) was performed on the coatings after testing. After the visual assessment, the adhesion strength and corrosion properties were evaluated using cross-cut.

**Keywords:** Aluminium, Cathaphoresis, Chrome Free, Adhesion Strength, Corrosion

## 1. GİRİŞ

Günümüz endüstrisinde kullanılan metalik malzemelerin korozyondan korunması, maliyet ve hasarları minimize etmek ve çevre kirliliğini azaltmak amacıyla giderek artan bir öneme sahiptir. 2020 yılında otomobil endüstrisindeki korozyon maliyetleri 28 milyar dolar üzerine çıkmış ve endüstrinin toplam değerinin %2,82'sine ulaşmıştır [1], [2], [3]. Bu bağlamda, elektro kaplama teknikleri, özellikle de kataforez kaplama, metal nesnelere korozyon konusunda uzun ömürlü koruyuculuk sunmaktadır. Kataforez kaplamalar esasında otomotiv sektöründe 1970'lerden beri sıklıkla kullanılan çelik, alüminyum ve dökme demir gibi metalik yüzeyler üzerine korozyon koruması için gerçekleştirilen popüler organik kaplama yöntemlerinden biridir [3], [4].

Genel olarak kataforez öncesi yapışma mukavemetini arttırmak için geleneksel olarak yüzeyde fosfat kristalleri oluşturulmalıdır. Ancak alüminyum malzeme yüzeyine uygulanan fosfat ön işlemi yeterli miktarda fosfat kristali oluşturamamakta ve kataforez kaplamanın yapışma mukavemetini düşürerek, korozyon özelliklerini olumsuz etkilemektedir.

Son zamanlarda nanopartiküller polimer koruyucu kaplamalarda fosfatlama ön işlemi yerine inorganik nano dolgu maddesi olarak kullanımı, benzersiz bariyer özellikleri nedeniyle özel bir ilgi çekmiştir. Nanopartiküllerin homojen dağılımı, kataforez kaplamada kilit bir faktördür. Eşsiz özellikleri, büyük yüzey alan/hacim oranlarının neden olduğu mikro boyutlu dolgu maddelerine (fosfatlama) kıyasla nano boyutlu partiküllerin daha yüksek yüzey alanından kaynaklanmaktadır [5].

Chrome-Free olarak kullanılan çözelti içerisinde nano boyutta Ti tozları bulunmaktadır. Kataforez kaplama öncesi yüzeyde fosfat kristalleri yerine yüzeyde nano boyutta bir tabaka elde edilmektedir. Bu tabaka kataforez kaplamanın Al yüzeyinde daha sıkı tutunmasını sağlayarak yapışma mukavemetini artırmaktadır.

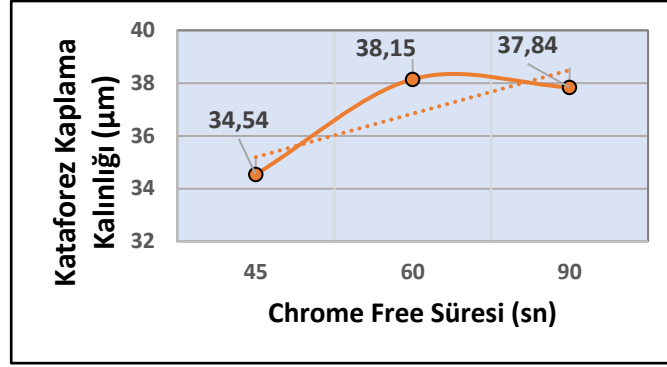
Bu çalışma, Chrome-Free ön işleminin kataforez kaplama öncesi uygulanmasıyla AA5754 alüminyum alaşımının kataforez kaplama kalınlığı, korozyon özellikleri ve yapışma mukavemeti üzerindeki etkisi ortaya konmuştur.

## 2. ÇALIŞMANIN YÖNTEMİ

Çalışma kapsamında otomotiv sektöründe yaygın olarak kullanılan AA5754 alüminyum alaşımlar altlık olarak kullanılmıştır. Kataforez kaplama öncesi kullanılan fosfatlama ön işlemi yerine bu çalışmada ticari ürün EcoAL 20A (Chrome-Free) kullanılmıştır. EcoAL 20 A, Al ve alaşımları için fosfatlama alternatifi olarak kullanılan (pasivasyon amaçlı) bir kimyasaldır. EcoAL 20 A ile elde edilen pasivasyon tabakası, boya tutunmasını artıran ideal bir koruma yüzeyi oluşturan bu kaplamalar Heksaflorotitanat ( $H_2TiF_6$ ) ve asitten oluşmaktadır. EcoAL 20A altlık yüzeyinde nano tabaka sağlayarak kataforez kaplamanın yüzeye fosfatlama ön işleminden daha iyi tutunmasını sağlamaktadır. En iyi yapışma mukavemetini sağlayabilmek için %1 konsantrasyonda EcoAL 20A farklı daldırma süreleri (45; 60 ve 75 sn) kullanılarak deneysel sürecin parametrik optimizasyonu sağlanmıştır. Elde edilen deney numunelerinde kataforez kaplamanın kalınlığı Elcometer 456 Prob kullanılarak ölçülmüştür. Ayrıca numunelere; Kuru Yapışma (REF DIN EN ISO 2409), Su Direnci (ASTM D 870-02), Nem Direnci (MIL-STD-810G) testleri uygulanmıştır. Test sonrası numunelere Cross Cut/Çapraz Kesim işlemi yapılmış ve bu işlem sonrasında görüntülerinin karşılaştırılması için her bir numune Canon EOS 600D kamera ile fotoğraflanmıştır. Değerlendirme bir başka makalemizde yer bulan tabloya göre yapılmıştır [6], [7].

## 3. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Şekil 1'de Elcometer ile ölçülen Chrome-Free (%1 konsantrasyon) ön işlemi uygulanan kataforez kaplama numunelerinin kaplama kalınlıkları verilmiştir. Optimum Chrome Free ön işlem süresi ise 60 sn'de gözlenmiş ve 38,15  $\mu$ m kaplama kalınlığı ile en iyi sonuç elde edilmiştir.



**Şekil 1:** Farklı sürelerde gerçekleştirilen Chrome Free ön işlemlerinin Kataforez Kaplama kalınlığına etkisi

Şekil 2’te ön işlem olarak 60 sn süre ile uygulanan Chrome Free sonrası üretilen kataforez kaplamaların kuru yapışma, su ve nem direnci sonrası yapılan yapışma testleri sunulmuştur. Tüm test sonuçları incelendiğinde Alüminyum alaşımına uygulanan Chrome Free yüzey hazırlığının etkili olduğu görülmektedir.



**Şekil 2:** %1 Konsantrasyonda EcoAL 20A kullanılarak 60 sn’de gerçekleştirilen Chrome Free ön işlemi ile gerçekleştirilen kataforez kaplamaların kuru yapışma, su ve nem direnci sonrası Cross Cut görüntüleri

### 3. SONUÇ

Chrome Free yüzey hazırlıkları sonrası AA5754 Alüminyum alaşımına uygulanan Kataforez kaplamalar, başarılı bir şekilde üretilmiştir. Kaplamalarda optimum en yüksek kalınlığa 38,15 µm ile 60 sn Chrome Free süresinde ulaşıldı. Su ve Nem direnci testleri sonrası uygulanan Cross Cut işlemi sonrasında yüzeyde herhangi bir sıyrılma gözlenmemiştir. Bu sonuçlar, Chrome Free yüzey hazırlığının su ve nem direnci açısından başarılı olduğunu göstermektedir.

Tüm test sonuçları incelendiğinde, Chrome Free yüzey hazırlığının geleneksel fosfatlamaya kıyasla daha yüksek kaplama kalınlığı ve yapışma mukavemeti sağladığı görülmüştür. Ayrıca, Chrome Free ön işlemiyle elde edilen kaplama kalınlığının fosfatlama işlemine göre daha kısa sürede gerçekleşmesi, endüstride seri üretim için daha uygun bir seçenek sunmaktadır. Bu bulgular, endüstriyel kaplama sektöründe yeni bir yöntem olarak Chrome Free yüzey hazırlığının daha etkili ve verimli bir kaplama sürecini mümkün kıldığını göstermektedir.

### KAYNAKÇA

- [1] M. Czaban, “Aircraft corrosion - Review of corrosion processes and its effects in selected cases,” *Fatigue of Aircraft Structures*, vol. 2018, no. 10, pp. 5–20, Dec. 2018, doi: 10.2478/FAS-2018-0001.
- [2] S. J. Findlay and N. D. Harrison, “Why aircraft fail,” *Materials Today*, vol. 5, no. 11, pp. 18–25, Nov. 2002, doi: 10.1016/S1369-7021(02)01138-0.

- [3] W. Skotnicki and D. Jędrzejczyk, “The Comparative Analysis of the Coatings Deposited on the Automotive Parts by the Cataphoresis Method,” *Materials* 2021, Vol. 14, Page 6155, vol. 14, no. 20, p. 6155, Oct. 2021, doi: 10.3390/MA14206155.
- [4] H. J. Streitberger and K. F. Dössel, “Automotive Paints and Coatings: Second Edition,” *Automotive Paints and Coatings: Second Edition*, pp. 1–493, May 2008, doi: 10.1002/9783527622375.
- [5] M. Toorani, M. Aliofkhazraei, and A. Sabour Rouhaghdam, “Microstructural, protective, inhibitory and semiconducting properties of PEO coatings containing CeO<sub>2</sub> nanoparticles formed on AZ31 Mg alloy,” *Surf Coat Technol.*, vol. 352, pp. 561–580, Oct. 2018, doi: 10.1016/J.SURFCOAT.2018.08.053.
- [6] İ. USTA, O. YILMAZ, M. GÜL, A. CAN, and H. GÜL, “Effect of Adhesion and Corrosion Performance of Geomet Basecoat (321)- Topcoat (ML Black) Applications on Cataphoretic Coating,” *Sakarya University Journal of Science*, vol. 28, no. 1, pp. 220–236, Feb. 2024, doi: 10.16984/SAUFENBILDER.1345904.
- [7] “Cross Hatch Method.” Accessed: Jan. 10, 2024. [Online]. Available: <https://www.elcometer.com/en/cross-hatch-method>