

# INVESTIGATION OF THE EFFECT OF ZINC COATING MASS ON THE CORROSION RESISTANCE OF THE PREPAINTED GALVANIZED SHEET

## ÇİNKO KAPLAMA MİKTARININ, GALVANİZLİ BOYALI SAÇLARIN KOROZYON DİRENCİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Özgür KARAKAŞ<sup>a</sup>, Erdoğan KANCA<sup>b</sup>, Ali Günen<sup>c</sup>, Hazar Çelik<sup>a</sup>, Betül Çelik<sup>a</sup>

<sup>a</sup>MMK Metalurji San. Tic. ve Liman İşl. A.Ş. Dört Yol/Hatay/Türkiye, [okarakas@mmkturkey.com.tr](mailto:okarakas@mmkturkey.com.tr)

<sup>b</sup>MKÜ, Mühendislik Fakültesi, İskenderun/Hatay/Türkiye

<sup>c</sup>MKÜ, Teknoloji Fakültesi, Dört Yol/Hatay/Türkiye

### Özet

Çinko kaplı boyalı sacların, (PPG) kullanım alanlarına bağlı olarak değişen miktarlarda korozyon dayanımına sahip olmaları istenir. Bu dayanım, malzemenin üretimi, taşınması ve işlenmesi esnasındaki çizilmeleri, montaj sırasındaki ebatlandırma kesimlerini ve kullanım süresince maruz kalacağı korrozif etkileri de içerecek şekilde sağlanmalıdır.

Çalışma, artan çinko kaplama miktarının korozyon dayanımına etkilerini, Nötr Tuzlu Su Sisi (NSSF) Testi metoduyla, değerlendirilmesi yöntemine dayanmaktadır. Çalışmada, çinko kaplama miktarları, PPG pazarının en çok tercih ettiği 80, 100, 140 ve 275 g/m<sup>2</sup> olarak, seçilmiş numuneler üzerinde yürütülmüştür. 500 saat boyunca NSSF ile korozyonuna zorlanan numuneler, genel yüzey deformasyonları, çizikler ve kesik kenarlardaki korozyon ilerlemeleri açısından değerlendirilmiştir.

Çalışmanın sonuçları göstermiştir ki, artan çinko kaplama kalınlığı, genel yüzeyde ve çiziklerde bir korozyon dayanımı farkına sebep olmazken, kesik kenarlarda korozyon ilerlemesi, çinko tabakasının kalınlaşması ile azalmaktadır.

**Anahtar kelimeler:** Korozyon, galvanizli, boyalı, PPG, çinko

### Abstract

Prepainted galvanized (PPG) steel sheets should have a variable degree of corrosion resistance depending on the application environment. The material should be produced by the PPG producer to provide a corrosion resistance against the scratches during transportation and processing, cutting for sizing during the assembling and environmental effects during service life.

The study is based on the method of evaluating the corrosion resistance of the samples having increasing zinc coating mass after forcing them to corrosion by Neutral salt spray fog (NSSF) test. 80, 100, 140, 275 g/m<sup>2</sup> coating thicknesses are chosen for the study where these type of PPG sheets are the mostly used in the market. After a 500 hours forcing to corrosion by NSSF, the samples are evaluated for its degree of corrosion on general surfaces, scratches and cut edges.

The study results show that, increasing zinc coating does not have any significant corrosion difference on the general surface and scratches unlike a decreasing corrosion effect on cut edges.

**Keywords:** Corrosion, galvanize, painted, PPG, Zinc

### 1. Giriş

Saclar, dekoratif özelliklerinin geliştirilmesi ve korozyondan korunması amacıyla galvanizlenmektedir. Galvanizli saclar, otomotiv, beyaz eşya, izolasyon ve çatı kaplama, boru, su ve akaryakıt depoları, kablo kanalı ve aydınlatma armatürleri ve ambalajlama gibi bir çok ürün ve sektörde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, galvanizli saclar bir çok sektörde kullanılmak üzere boyanmaktadır. Boyanmış olan galvanizli saclar PPG (Prepainted Galvanized) olarak adlandırılmakta ve beyaz eşya, dayanıklı mutfak aletleri, havalandırma ve ısıtma cihazları, radyatörler, sandviç panel, metal kiremit, çatı ve cephe kaplama elemanları imalatı gibi bir çok alanda kullanılmaktadır. [1] [2]

2013 yılı itibarıyla Türkiye'de galvanizli sac üretimi 3 milyon ton ve Boyalı Galvanizli Sac (PPG) üretimi ise 1 Milyon ton civarındadır. Bu miktarın ekonomideki karşılığı yaklaşık 3,5 Milyar Amerikan doları kadar bir büyüklüktür. [3] Hem galvanizli sacların hem de PPG sacların ülke ekonomisi içerisinde en verimli olarak kullanılmaları için, korozyona karşı en yüksek mukavamette üretilmeleri ve kullanım yerine uygun türlerin seçilmesi önem arz etmektedir. [4]

Galvanizli sacların kullanıldıkları yerdeki servis ömürleri, korozyona karşı dayanımları ile doğru orantılı olarak artar yada azalır. Korozyona karşı dayanımları ise, çinko kaplamanın kalınlığı, çinko kaplamanın türü, kullanılan pasivasyon türü ve miktarı gibi etkenlere bağlı olarak değişmektedir. [5]

A.R. Marder, (1997) galvaniz kaplı sacların doğal atmosferik şartlardaki korozyon dirençlerini incelemiştir. Marder, bu çalışmada değişik kalınlıklarda çinko kaplanmış sacları farklı atmosferik şartlarda 10 sene izlemiştir. Marder, bu uzun soluklu çalışmada, 25, 50, 75, 100 ve 125 µm kalınlıklarında çinko kaplanmış sacları kullanmıştır. Her bir sacı, ağır sanayi, orta sanayi, otoban, tropikal ve kırsal atmosfer şartlarına 10 yıl boyunca maruz bırakmış ve 6 aylık aralıklarla veri toplamıştır. Her bir sacın %5 kırmızı pas oluşma anını servis süresi bitimi olarak kabul etmiştir. % kırmızı pas miktarını ise sacın yüzey alanı içerisinde kırmızı pas oluşan alanın yüzde miktarı olarak değerlendirmiş fakat bu değerlendirmede görsel tahminde bulunmuştur. Elde ettiği 10 yıllık verileri doğrusal olarak ekstrapole ederek daha uzun zamanlı tahminlerde bulunmuştur. Buna göre, bütün atmosfer tiplerinde artan kaplama miktarıyla doğru orantılı olarak, servis sürelerinin

arttığını göstermiştir. Atmosfer tiplerine göre, uzundan kısaya doğru servis süreleri şu sıra ile oluşmuştur: Kırsal > Tropikal > Otoban > Orta Sanayi > Ağır Sanayi. 125 µm çinko kaplı saclarda, 72 yıla varan en uzun servis sürelerine kırsal atmosferlerde ulaşılırken, yine 125 µm çinko kaplı saclarda ağır sanayi atmosferinde ancak 21 yıllık bir servis süresi oluştuğunu gözlemlemiştir. 25 µm çinko kaplı saclarda ise kırsal şartlarda 19 senelik servis süresine karşın, ağır sanayi şartlarında 4,3 senelik bir servis süresi gözlemlemiştir. Marder'in çalışmasında ortaya koyulan sebeplerle, galvanizli sac tüketicileri, kullanım yerlerine göre farklı galvaniz kaplama kalınlığına sahip sacları tercih etmektedirler. Daha korozif ortamlar için, daha yüksek kaplama kalınlıkları ve dolayısıyla daha yüksek galvanizli sac fiyatları söz konusu olmaktadır. [6]

Galvanizli saclar, gerek kullanım ömürlerinin uzatılması gerekse dekoratif beklentiler sebebiyle boyanarak da kullanılmaktadırlar. Son yıllarda, galvanizli sac kullanımı, bir çok alanda yerini boyalı galvanizli sac kullanımına terk etmektedir. [7]

Galvanizli saclar, büyük oranda polyester olmak üzere, PVDF, Poliüretan, Plastisol PVC, Poliüretan-Poliamid esaslı boyalarla boyanmaktadır. Bu boyama operasyonundan önce sacın yüzeyi kir, yağ ve tozlardan arındırılmak üzere alkali detarjanlı solüsyonlarla yıkanır, durulanır ve kurutulur. Galvaniz yüzeyi, hexavalent krom , Titanyum yada Zirkonyum vb metal bazlı yüzey işlem ajanları ile kaplanır ve boyamaya hazır hale getirilir. [8]

Boyama sistemi genellikle, sacın üst yüzeyine (sacın kullanıldığı alanda dış cepheye bakan yüzey) 5-7 µm kalınlığında astar ve 18-22 µm kalınlığında son kat boya ve sacın alt yüzeyine (sacın kullanıldığı alanda daha az korozyon ve tahribata maruz yüzey) 6-8 µm kalınlığında backcoat denen epoksi yada epoksi modifiye polyester esaslı bir boya uygulanması şeklindedir. [9] Şekil 1.'de bir PPG sacın katmanları gösterilmiştir.



Şekil 1. PPG Sac katmanları

PPG sacların kullanım yerlerindeki servis ömürleri, galvanizli saclara göre daha uzun ve boya kalınlığı, boya türü, astar kalınlığı ve astar türü, yüzey işlem ajanı miktarı ve türü gibi etkenlere bağlıdır. Bunlarla beraber, yüzey çizikleri, kenar kesikleri ve genel yüzey kusurları PPG sacların korozyon hızını arttırmaktadır. [10]

a. Yüzey Çizikleri: Üretimleri, sevkiyatları ve en fazla da montajları sırasında PPG sacların boya tabakası, sert cisimler tarafından çizilerek tahribata uğrayabilmektedir. Sac yüzeyindeki boyanın bir çizik

halinde uzaklaşması sonucu, çizikin derinliğine göre çinko tabakası, bazen hem çinko hem de çelik tabakası atmosferik korozyona açık hale gelebilmektedir. Korozyon, çizik boyunca oluşmakta ve ilerlemektedir.

- b. Kenar Kesikleri: PPG saclar, monte edilecekleri yüzeye göre ebatlandırılmak üzere kesilebilmektedirler. Kesilen sacın kesit bölgesi çoğu zaman tekrar boyanarak yada benzer yollarla izole edilmemekte ve korozyon bu kesi bölgesinde çinko ve çelik katmanları arasındaki galvanik hücre oluşumu sebebiyle daha hızlı ilerleyebilmektedir.
- c. Yüzey Kusurları: PPG sacların atmosferik korozyona maruz kalacak tarafı genelde sacın üst tarafı olarak tanımlanır ve bu maruziyetin olmayacağı tarafa göre daha kalın ve dayanıklı boya ile kaplanır. Üst taraf poliester sistemler için genellikle, 6 µm kalınlığında astar ve 20 µm kalınlığında sonkat boya ile kaplanır. Fakat, boya filmi kalınlığı, sacın tüm yüzeyi boyunca eşit olmayabilir, yer yer kalınlık düşük olabilir. Ayrıca, yüzeyde, korozyon direncinin o noktalarda zaafiyet göstereceği, krater, pin hole, boya almama vb kusurlar olabilir. Dolayısıyla bu kusurların olduğu noktalarda PPG sacın korozyon hızı diğer bölgelere göre daha hızlı olacaktır.

Boyalı sac üretim maliyetleri içerisinde, kaplamanın kalınlığına bağlı olarak kullanılan çinko önemli bir yer tutmaktadır. Mesela, 0,50 mm kalınlıklı, DX51 kalite sacdan üretilmiş standart astar, backcoat ve 20 µm poliester boyalı 100 g/m<sup>2</sup> çinko kaplı galvanizli sacdan mamül PPG için çinko maliyeti toplam fiyatın %8'i civarında iken, aynı PPG ürün 275 g/m<sup>2</sup> çinko kaplı galvanizli sacdan üretildiğinde, çinko maliyeti toplam fiyatın %20'i civarına çıkmaktadır. PPG saclarda artan çinko kalınlığı artan maliyet anlamına gelmektedir. Galvanizli sacların korozyona karşı dayanımları üzerinde ciddi etkileri olan çinko kaplama kalınlığı acaba PPG sacların korozyona karşı dayanımları üzerinde etkili midir? Etkili ise bu etkinin boyutu nedir? Bu çalışma, bu sorulara yanıt vermek suretiyle, PPG kullanıcılarının, "korozyon direnci-PPG Maliyeti" optimizasyonu yapabilmeleri için veri sağlamayı hedeflemiştir. Bu amaçla, çinko kaplama kalınlığının, PPG sacın korozyon dayanımına etkileri, yüzey çizikleri, kenar kesikleri ve genel yüzey kusurları açısından değerlendirilmiştir.

## 2. Deneysel Çalışmalar

### 2.1 Çalışmada kullanılan galvanizli saclar

Çalışmada kullanılan tüm saclar, MMK Metalurji ve Liman İşletmeciliği A.Ş. (MMK Metalurji) sürekli sıcak daldırma galvanizleme tesisinde üretilmiş, 80, 100, 140 ve 275 g/m<sup>2</sup> çinko kaplı, DX51D+Z kalite galvanizli saclardır. Boyama için yüzey hazırlamak amacıyla, saclara üretimleri esnasında, Skin-Pass uygulanarak, 1 µm (Ra) kadar pürüzlülük verilmiştir. Yüzey işlemi, Cr<sup>6+</sup> esaslı yüzey işlem kimyasalının, sac yüzeyine PU merdaneler ile uygulanarak, sac yüzeyinde 20 mg/m<sup>2</sup> civarında Cr<sup>6+</sup> bırakılması ve kurutulması ile gerçekleştirilmiştir.

### 2.2 Kullanılan cihaz ve ekipmanlar

Çalışmada kullanılan sacların çinko kaplama miktarlarının ölçümü için numunelendirme, 7,5 x 7,5 cm ebadında kesim alanına sahip hidrolik punch press ile yapılmış ve tartımlarda 0,0001 g hassasiyetli AND marka GR 200 model hassas terazi kullanılmıştır.

Laboratuvar şartlarında yaş boya aplikasyonları, Sheen marka 1120/18/26 (7 µm kuru film kalınlığı için) ve 1120/18/50 (20 µm kuru film kalınlığı için) aplikatörler ile yapılmıştır. Kuru film kalınlığı testleri, aplikatör seçimi sırasında Erichsen marka Paint Borer 518S cihazı ile tahribatlı, teste tabi tutulacak panellerin kuru film kalınlığı ölçümü sırasında ElektroPhysik MiniTest 720 Sensor FN 5 ile tahribatsız şekilde gerçekleştirilmiştir.

Yaş boya aplikasyonları sonrasında, 300°C sıcaklığa ayarlanmış Aalborg marka H-12-850AA model boya kurutma fırını (0567A model döner tabla entegreli) kullanılmıştır. Panellerin korozyon testi için hazırlanmasında Erichsen marka 426 model çizik kalemi kullanılmış ve çalışmada korozyon şartları Şekil 2'de görülen Sheen marka, FMC 1000 FogMaster model korozyon kabini ile sağlanmıştır.



Şekil 2. Korozyon Kabini

### 2.3 Kimyasallar ve Boyalar

Korozyon kabini içinde tuzlu su sisini oluşturmak için, %5'lik nötral tuzlu su çözeltisi, analitik saflıkta NaCl (Merck katalog No. 1.06404.9050) ve iletkenliği 0,1 µS/cm'den daha az olan ultra saf su ile hazırlanmıştır. Çinko tabakasının çözündürülmesinde ve diğer bazı testlerde analitik saflıkta HCl (Merck katalog No. 1.00317.2501) kullanılmıştır.

Çalışmanın tümünde, uygulamadan gelecek farklılıkların en aza indirilmesi amacıyla, aynı firmanın, aynı parti numaralı astar ve sonkat boyaları kullanılmıştır. Astar boya, kromat içerikli poliester universal bir astardır, sonkat ise, RAL 9002 renkli bir yarı mat poliester esaslı sonkat boyadır.

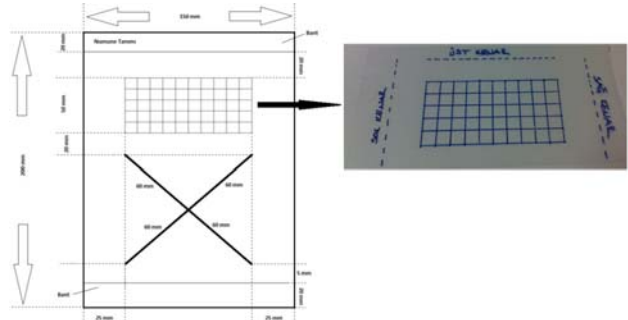
### 2.4 Numunelerin Nötral Tuzlu Su Sisi Testi için hazırlanışı

Deney numuneleri, her zaman 150 mm x 200 mm ebatlarında kesilen sac panellerden hazırlanmıştır. 80, 100, 140 ve 275 g/m<sup>2</sup> çinko kaplı her bir sac türü için 3 paralel numune hazırlanmıştır. Numuneler, her bir panele, 7 µm kuru film kalınlığında Polyester Kromatlı Astar aplikasyonu yapıp kürlendirilmesi ve sonrasında üzerine 20 µm kuru film kalınlığında Polyester RAL 9002 renkli sonkat boya uygulanarak sonkatın da kürlendirilmesi ile laboratuvar şartlarında üretilmiştir. Tüm astar uygulamaları 210 °C ve tüm sonkat uygulamaları ise 232 °C tepe metal sıcaklıklarında (PMT) kürlendirilmiştir.

Boyanmış olan numune panellerinin üst ve alt kısımları su geçirmez bir bant ile izole edilmiş fakat panelin her iki uzun yan kenarları izole edilmemiştir. Böylece, numune bilgilerinin yazılı olduğu üst kısımdaki deformasyonlar engellenmiş ve yan kenarlardaki kesi bölgelerinde korozyon ilerlemesine müsaade edilmiştir.

Bantlanan üst kenarın 20 mm altından başlayan ve 70 mm altına kadar devam eden bir bölge, genel yüzeyin korozyona dayanım özelliklerini incelemek için ayrılmıştır. Kenarlardan 25'er mm içeride kalan bu bölge, şekil 3'te verilen, her biri 1 cm<sup>2</sup> olan 50 eşdeğer kareye ayrılmış bir şablonun üzerine oturtulabileceği 50 cm<sup>2</sup>'lik bir alandır.

Bu bölgenin hemen altında Erichsen 426 Model çizik kalemi kullanılarak çapraz çizik oluşturulmuştur. Çizikler, alt veyan kenarlardan 25'er mm ve üstteki şablonun oturtulacağı genel yüzey değerlendirme alanından 20 mm uzaklıkta oluşturulan 65 mm'ye 100 mm kenarlı dikdörtgenin köşegenleridir. Şekil 3'te NSSF Testi için numune panelinin nasıl hazırlanacağını çizimi ve şekil 4'te de buna göre hazırlanmış örnek bir numune paneli verilmiştir.



Şekil 3. NSSF testi için panelin nasıl hazırlanacağını gösteren çizim ve genel yüzey değerlendirilmesinde kullanılacak şablon



Şekil 4. NSSF testi için hazırlanmış bir PPG numune paneli

### 2.5 Korozyon Kabini uygulaması

Numuneler tüm testlerde, kabine 15° açı ile yerleştirilmiştir. Şekil 5'te kabine yerleştirilmiş numuneler görülmektedir. Kabinde sisi oluşturan % 5'lik nötral tuzlu su, her seferinde analitik safılıkta NaCl ve ultra saf su (iletkenlik <0,1 µS/cm) kullanılarak hazırlanmıştır. Kabin içerisine, üzerinde 80 cm<sup>2</sup> yüzey alanlı bir huni bulunan volümetrik mezür yerleştirilerek, saatte ortalama 1-2 ml arasında tuzlu su birikimi sağlayan tuzlu su basıncı tespit edilmiş ve tüm testlerde bu basınç değeri kullanılmıştır. Böylece tüm numunelere uygulanan sis yoğunluğu homojenize edilerek standart bir korozif ortam sağlanmıştır. Kabin, tüm testlerde 35 °C sıcaklıkta ve %100 bağıl nem miktarında sabit tutulmuştur [11].



Şekil 5. Korozyon kabineye yerleştirilmiş numuneler

Numuneler, 500 saat süresince aynı şartlarda tuzlu su sisi ile korozyona zorlanmış ve 500 saat sonrasında kabinde çıkartılmıştır. Panellerin genel yüzeyi, çapraz çizik bölgesi ve kesim kenarlarında oluşan kabarcıklar, boya filminin altındaki galvaniz kaplamada ilerleyen korozyon sebebiyle filmin gevşek kısımları ve deformasyonlu bölgeler bir bıçak yardımıyla hafifçekazılarak, korozyonlu bölgeler ölçüme hazırlanmıştır. Şekil 6'da, ölçüme hazırlanmış iki adet PPG numunesi görülmektedir.



Şekil 6. 500 saat korozyona zorlanmış iki PPG numune paneli

## 2.6 Korozyon Miktarlarının Ölçülmesi

### 2.6.1 Genel Yüzey Korozyonunun Ölçülmesi:

Genel yüzey incelenmesi için ayrılan bölge üzerine 50 eşdeğer kareden oluşan şablon oturtulmuş ve kaç karede kabarcıklanma olduğu sayılmıştır. Her bir kare toplam alanın %2'sini temsil ettiğinden dolayı, genel yüzey korozyonu, kabarcıklanma olan kare sayısının 2 ile

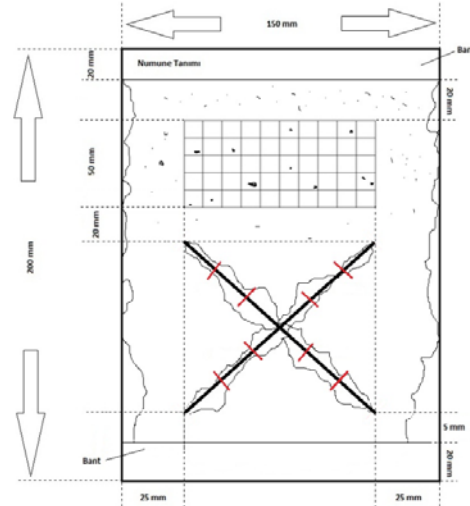
çarpılması ile % cinsinden hesaplanmıştır. Şekil 7'deki çizimde, temsili şablon uygulaması görülmektedir.

### 2.6.2 Çiziklerdeki korozyonun ölçülmesi:

Şekil 7'de görüldüğü gibi, çapraz olarak birbirini kesen çiziklerin birleşme yeri merkez kabul edilerek, her bir çizgi 4 eşit noktaya bölünecek şekilde toplam 8 noktada işaretlenmiştir. İşaretlenen her bir noktanın iki tarafında oluşan korozyonun genişliği ölçülmüş ve her bir numune için bu ölçümlerin ortalaması mm cinsinden çizik korozyonunun miktarı olarak hesaplanmıştır.

### 2.6.3 Kenar kesiği korozyonunun ölçülmesi:

Numunenin alt ve üst kenarları 20 mm genişliğinde bantlandırıldığından, bu kısımlarda kesik kısımlar izole edilmiştir. Fakat Şekil 7'de temsili olarak verilmiş olan resimde de belirtildiği gibi, izole edilmeyen yan kenarlarda kesi bölgeleri açıktadır ve korozyon buradan ilerlemektedir. Bu kesi bölgesindeki korozyonun ölçümü için, her bir kenar 4 eşit parçasından işaretlenmiş ve çizik korozyonunda olduğu gibi burada da iki kenar için toplam 8 noktadan korozyonun ilerlediği miktar ölçülmüştür. Kenar kesiği korozyonunun miktarı, her bir numune paneli için bu 8 ölçümün ortalaması olarak mm cinsinden ifade edilmiştir.



Şekil 7. Korozyon Testi Sonrasında Panellerin Durumu

## 2.7 Korozyon ölçümü sonuçlarının değerlendirilmesi

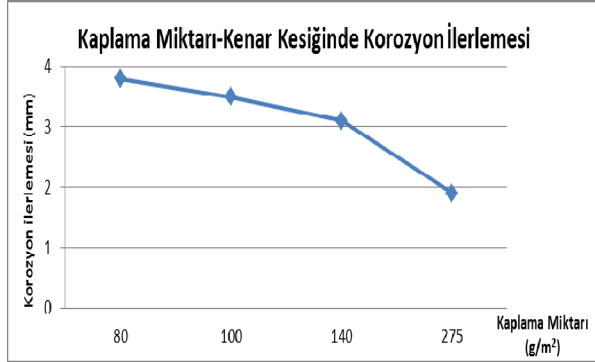
Çinko kaplama miktarları 80, 100, 140 ve 275 g/m<sup>2</sup> hedefli üretilmiş galvanizli saclarla eşdeğer boya uygulaması sonucunda üretilen numunelerin 500 saat tuzlu su sisi ile korozyona zorlanması ile oluşan korozyon miktarları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Her bir kaplama miktarı için korozyon miktarları

Boya Tipi (Astar)	Boya Tipi (Sonkat)	Renk	Pasivasyon Tipi	Çinko Kaplama Miktarı (g/m <sup>2</sup> )	Sonkat Kuru Film Kalınlığı (µ)	Astar Kuru Film Kalınlığı (µ)	@ 500 Saat		
							Genel Yüzey	Kesim Kenarları	Çapraz Çizik
							Kabarcıklanma (%)	Korozyon İlerlemesi (mm)	Korozyon İlerlemesi (mm)
SP(CR)	SP	RAL 9002	Cr (VI)	80	20	7	0,0	3,8	0,0
SP(CR)	SP	RAL 9002	Cr (VI)	100	20	7	0,0	3,5	0,0
SP(CR)	SP	RAL 9002	Cr (VI)	140	20	7	0,0	3,1	0,0
SP(CR)	SP	RAL 9002	Cr (VI)	275	20	7	0,0	1,9	0,0

Genel yüzeyde, hiçbir kaplama kalınlığı için, korozyona bağlı bir tahribatın gözlenmemiş olması, çinko kaplama kalınlığının, PPG ürünlerde genel yüzey korozyonu açısından etkili olmadığını göstermektedir. Benzer şekilde, çizik korozyonu açısından da, kaplama miktarının değişimine bağlı bir korozyon farkı yoktur. Hiçbir kaplama miktarı için çiziklerde korozyon ilerlemesi gözlenmemiştir.

Grafik 1'de görüldüğü üzere artan çinko kaplama miktarı, PPG sacların kesik kısımlarında, korozyon ilerlemesini ciddi miktarda engellemektedir.



Grafik 1. Kaplama Kalınlığı ile Kenar Kesliğinde Korozyonun İlerlemesi

### 3. Tartışma ve Sonuç

Galvanizli sacların servis ömürleri, çinko kaplama miktarlarına doğrudan bağlıdır. Fakat, galvanizli saclar boyanarak, boyalı galvanizli saca (PPG) dönüştürüldüklerinde, çinko kaplama miktarının PPG sacın servis ömrüne etkisi, genel yüzey korozyonu ve çiziklerdeki korozyon açısından önemsenmeyecek kadar az yada yok denebilir. Bu etki, sadece PPG sacların kullanılacakları yerlere montajı sırasındaki kesme işlemine bağlı olarak çinko-çelik arayüzeyi için geçerlidir. PPG sacların kesi bölgeleri izole edilemeyecek ise, daha maliyetli olan, yüksek çinko kaplamalı saclardan üretilen PPG sacların tercih edilmesi gerekir. Eğer bu kesi bölgeleri izole edilebilecek ise bu durumda, çinko kaplama miktarının PPG sacların korozyon direncine etkisi yok denilebilir.

### Kaynaklar

- [1] Lothar T. Jandel BASF Coatings GmbH, 48136 Muenster, Germany "Surface Modification by In-Line Thin Film Coating and Organic/Inorganic Treatment of Continious Galvanised Steel Sheet
- [2] MMK Metalurji, Teknik Bülten, Sayı 3, Eylül, 2013
- [3] Kalkınma Bakanlığı, 10. Kalkınma Planı, Demir Çelik Çalışma Grubu Raporu, 2014
- [4] <http://www.korozyondernegi.org.tr/tr/>
- [5] Karakaş, Ö., Cr<sup>3+</sup>, Cr<sup>6+</sup> Tipi Pasivasyon Ajanlarının Ve Koruyucu Yağların, Sürekli Sıcak Daldırma ile Galvanizleme Metodu Kullanılarak Üretilmiş, DX51D+Z Kalite Galvanizli Sacların Korozyon Direncine Etkilerinin İncelenmesi, MKÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makina Mühendisliği Anabilim Dalı, Mart 2013, Antakya/Hatay

- [6] A.R. Marder, 2000, Effects of Surface Treatments on Materials Performance, Materials Selection and Design. ASM Handbook. Vol. 20. 1997. P. 470
- [7] <http://www.worldsteel.org/>
- [8] Bierwagen G.P., Surface Energetics, Paint and Coating Testing Manuel 14th Edition, by Joseph V. Koleske, January 2008, s.369
- [9] Wenzler C.M., Fletcher J.F., Surface Energetics, Paint and Coating Testing Manuel 14th Edition, by Joseph V. Koleske, January 2008, s.424
- [10] Hicks L.S., Crewdson M.J., Surface Energetics, Paint and Coating Testing Manuel 14th Edition, by Joseph V. Koleske, January 2008, s.619
- [11] ASTM B-117 Standard Practice for Operating Salt Spray (Fog) Apparatus