



GÜNEŞ ENERJİSİ SANTRALLERİ

TAŞIYICI KOSTRÜKSİYON SİSTEMLERİNDE KULLANILAN

25 YIL KOROZYON DAYANIMI GARANTİLİ

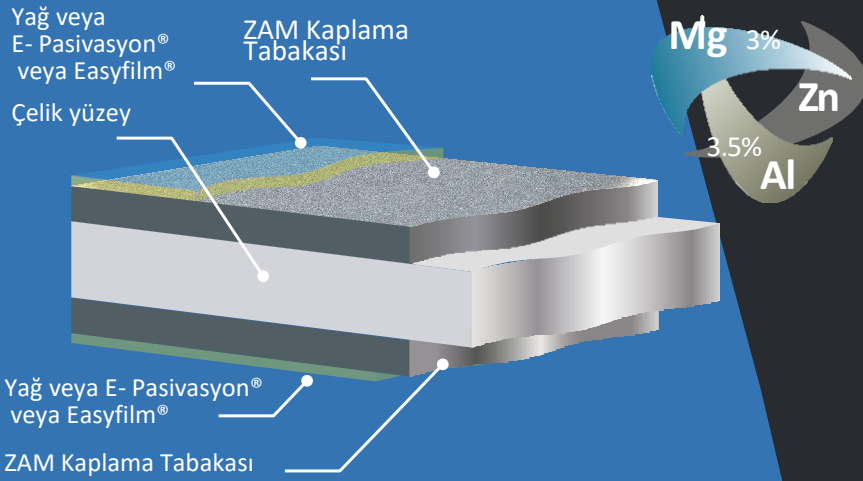
ZAM ÇELİĞİ SUNUMU





Güneş Enerjisi Yapıları İçin En Dayanıklı Kaplama





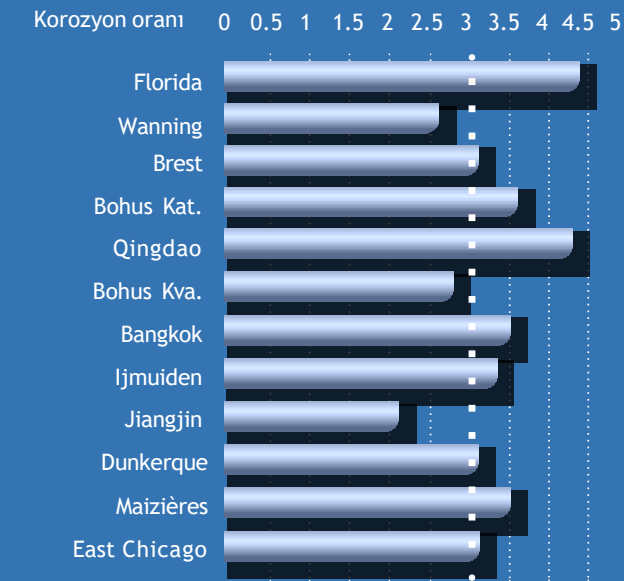
ZAM; 10 yılı aşkın bir geçmişe sahiptir ve formülünde içinde %3 magnezyum, %3.5 Alüminyum ve %93,5 oranında Çinko içeren olağanüstü mekanik bir kaplamadır.

Bu benzersiz bileşim; güneş enerjisi santrallerinin (çatı ve arazi) montaj sistemlerinde oluşabilecek korozyona karşı korumayı maksimize eder.

ZAM, metallerin korozyona karşı daha hassas olduğu, kesilen, delinen yerlerde ve kenar kısımlarında, kısacası dışarıdan müdahale edilmiş her yerde oluşabilecek korozyon tehdidine karşı sağladığı eşsiz koruma ile muazzam bir performans sağlamaktadır.

Tam da bu nedenle Avrupa'daki Güneş Enerjisi Santreller'inin proje kurulum şartnamelerindeki yerini sağlamlaştırmış, dünyanın en büyük güneş santrallerinde de kullanılacak kadar stratejik öneme sahip teknolojik bir üründür.

Saha Testlerinde ZAM ve Galvanizli Çelik Arasındaki Performans Farkı



Ortalama Performans: Galvanizli Çelikten ~ 3 Kat Daha İyi

Üstün Korozyon Performansı

Çeliğin korozyona karşı savunmasız kaldığı yerler; delindiği, kesildiği, çizildiği, kısacası dışarıdan herhangi bir müdahaleye uğrayıp deforme edildiği yerlerdir. Çelik evvela bu noktalardan paslanmaya başlar ve söz konusu pas kısa sürede kanser gibi heryere yayılır.

ZAM ise; korozyona uğrayarak paslanan bölgelerde, öncelikle bu pasın çelik yüzeyine yayılmasını engeller ve zaman içinde pası tamamen yok ederek çeliği eski haline çevirir.

ZAM dünya çapında bir çok ortamda test edilmiştir.

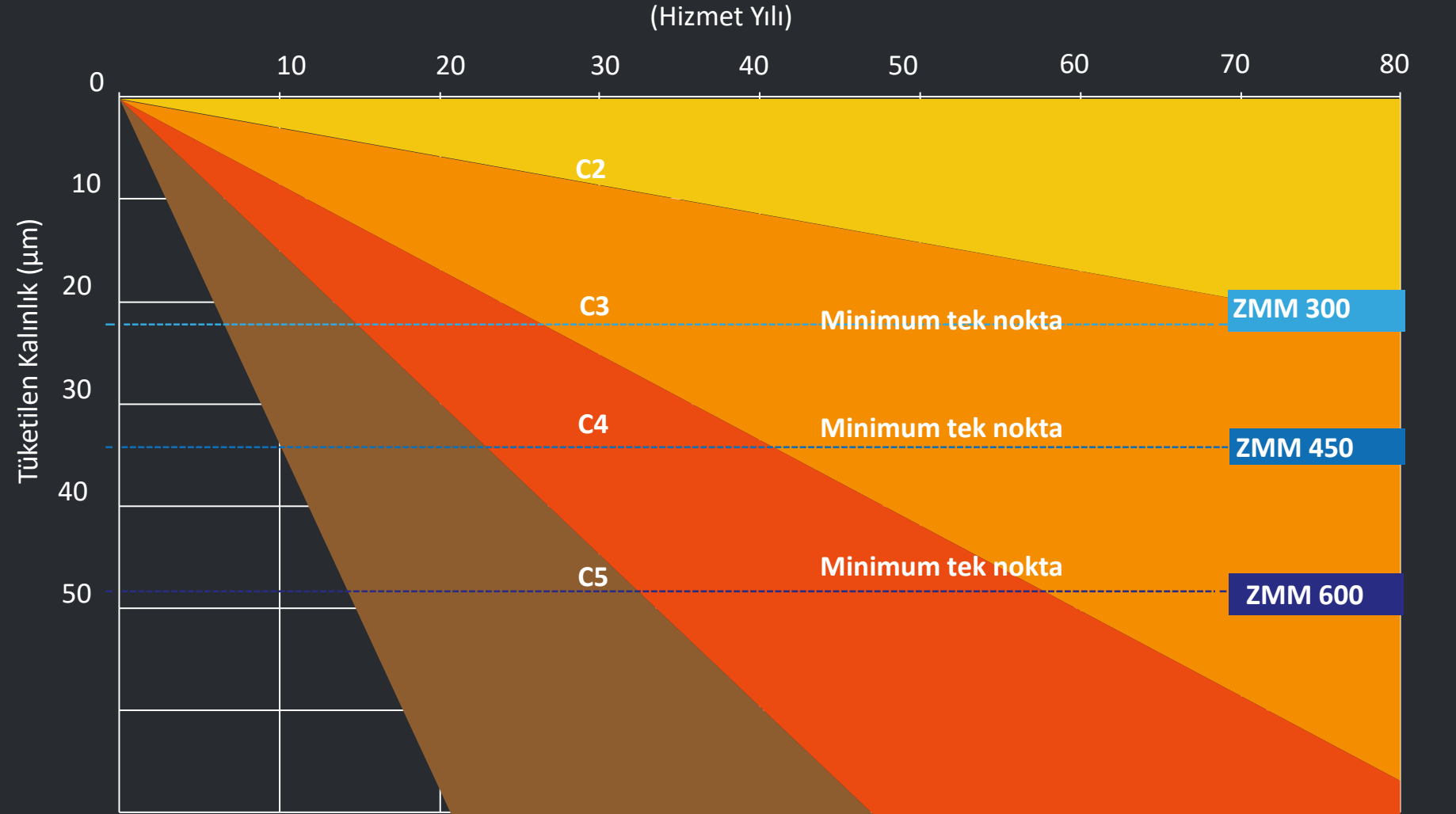
Test sonuçları; ZAM'ın, sıcak daldırma ve pre-galvaniz teknolojisi ile kaplanan çeliklere göre ortalama 3 kat daha az korozyon sergilediğini göstermiştir. Bu da beklenen kullanım ömrünün 3 kat artmasını sağlamaktadır.



Galvaniz ile Zam Çeliği Arasında Beklenen Kullanım Ömrü Kıyaslaması

Korozyon Kategori ISO 9223	Galvanizli G90 (Her Bir Taraf İçin 20 Mikron)	ZAM ZM40/ZM120 (Her Bir Taraf İçin 10 Mikron)
C2	18 yaş ile > 50 yaş	25 yaş ile > 50 yaş
C3	6 yaş ile 18 yaş	8 yaş ile 25 yaş
C4	3 yaş ile 6 yaş	4 yaş ile 8 yaş
C5	Uygun değil	Uygun Değil

ZAM Çeliğinin Beklenen Kullanım Ömrü





Kendi Kendine İyileştirme Etkisine Sahip Kenar Koruması

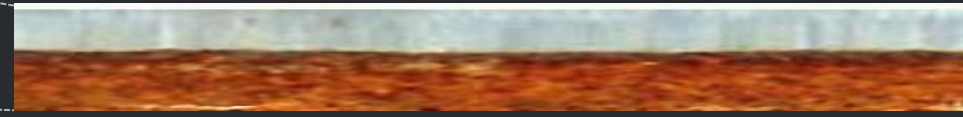
ZAM; korozyon bir ortama maruz kaldığında, kaplaması çok gözenekli olan galvanizli çeliğin aksine, çeliğin üzerinde çok yoğun çinko bazlı bir koruyucu film tabakası oluşturur.

Bu benzersiz yoğun film, kenarlarda, deliklerde, çiziklerde ve kaynaklarda oluşur ve üretilen parça ve kesitlere mükemmel bir tam koruma sağlar.

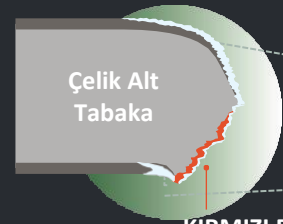
ZAM Kaplama



Çelik, korozyon ortamına ilk maruz kaldığında (Birkaç haftaya kadar*)
Alt tabakanın açıkta kalan kesik ucu oksitlenir ve kırmızı pas oluşmaya başlar.



KIRMIZI PAS



Yağmura ve yoğunlaşmaya maruz kaldığında ise (Birkaç hafta sonra*)
ZAM kaplama tabakasının içindeki magnezyum içeren çinko bazlı film, kesilen yere nüfus ederek bölgeyi sıvar ve kırmızı pası beyaz pasla çevirmeye başlar.



KIRMIZI PAS



Uzun bir maruz kalma süresi sonunda ise (Bir yıldan fazla bir süre içinde*)
Kırmızı pasın tamamen kaybolması ve beyaz pasın artması ile çelik oksitten tamamen kurtularak eski haline dönmeye başlar.



* Kendi kendini iyileştirme hızı çevre koşullarına ve kaplama kalınlığına bağlıdır.

Toprak Altında Bile Yüksek Korozyon Dayanıklılığı

ZAM'ın toprak altındaki korozyon dayanıklılığı hakkında derin ve geniş bir uygulama bilgisi elde edebilmek için farklı toprak türleriyle denemeler yapılarak kapsamlı bir şekilde test edilmiştir.

Yapılan bu testler sonucunda ZAM'ın toprak içindeki dayanıklılığı açısından galvanizli çelikten çok daha iyi bir performans sergilediği kanıtlanmıştır.

Bu gelişmiş performans önemli bir üçüncü taraf değerlendirmesiyle de teyit ve akredite edilmiştir.

İsveç'de Avrupa Birliği'ne bağlı RISE Araştırma Enstitüleri'nin yan bir kuruluşu olan Fransız Korozyon Enstitüsü, malzeme ve korozyon performansı alanında dünyanın en büyük laboratuvarları arasında yer almaktadır.

Bu laboratuvarlarda ZAM ile yapılan bir çok toprak testinden sonra, bu kaplamanın topraktaki korozyon direncinin sürekli sıcak daldırma çinko kaplamaya kıyasla ortalama 3,8 kat daha fazla arttığı sonucuna varılmıştır.

Bu sonuçlara göre, güneş enerjisi santrallerinde kullanılan çelik yapıların dayanıklılık ihtiyaçları için, özellikle toprağa çakılan veya betona gömülen direkler için ZAM ile kaplanmış çelik kullanımının önerildiği kanıtlanmıştır.

Institut de la Corrosion
French Corrosion Institute

Brest, France, December 17th 2021

Global statement of the relative corrosion performance of Magnelis® in soils

Since 2006, the Institut de la Corrosion has performed comparative corrosion studies in soils of zinc based coatings for ArcelorMittal. The materials studied were mainly continuous hot dip zinc coating and continuous zinc aluminum magnesium coating (Magnelis®), both produced according to EN 10346. Most of these studies have been carried out under collaborative joint industrial programs including material suppliers and end-users.

The exposures consisted in field exposure, laboratory exposure using natural soils and synthetic soils. The range of parameters investigated, and exposure time are detailed in Table 1.

Table 1: Soil parameter ranges in the corrosion studies including Magnelis® based on DIN50929-3

Parameter	Range
Exposure time	6 months to 5 years
Texture	clay, silt and sand mixtures
pH	4 to 9
Resistivity	5 to 900 Ω.m
Chlorides	<10 to 2200 ppm
Sulfates	0 to 507 ppm
Sulfides	0 to 82 ppm

The obtained results show that the average corrosion resistance of the Magnelis® in soils was improved by an average factor of 3.8, compared to continuous hot dip zinc coating. This factor has been calculated based on mass loss according to the ISO 8407 standard.

Institut de la Corrosion
French Corrosion Institute
230, rue Pierre Rivard
F-29 200 BREST, France
Tel: +33 (0)2 98 05 15 52
Web: www.institut-corrosion.fr

RCS Brest 441 398 596
Cotis APE 7420 B
TVA/MAT FR 20441 300 595

Institut de la Corrosion SAS au capital de 500 000 € - Filiale de RISE
Agréé par le Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche au titre de Crédit Impôt Recherche



ZAM Kaplamalı Çeliğin Sunduğu Kullanım Avantajları

✓ ZAM'ın Sıcak Daldırma Galvanize Karşı Üstünlükleri

- ❖ ZAM ve normal galvanizli ürünlerle aynı rulo şekillendirme aletleri veya kalıpları kullanılabilir. Bu da kurulum süresinden ve maliyetten tasarruf sağlar.
- ❖ ZAM daha düşük sürtünme katsayısına sahiptir ve daha az tozlanmaya neden olur.
- ❖ Galvanizli çeliğe kıyasla yüzeyi daha sert olduğu için şekillendirme ve taşıma işlemleri esnasında çizilmelere karşı daha fazla yüzey korumasına sahiptir.

✓ Parça Üretimi İçin Faydaları

- ❖ ZAM, saf çinko galvaniz kaplamalardan daha sert bir kaplamadır ve daha az sürtünme gösterir. Bu da şekillendirme aletlerinde (profil merdaneleri gibi) çinko toplanması problemleri ve yüzey çizilmelerini minimize eder.
- ❖ Böylece temizlik sıklığı ve genel bakım sıklığı azalmış, verim artışı ve maliyet avantajı sağlanmış olur.

✓ Çevre İçin Faydaları

- ❖ ZAM, sonsuz geri dönüştürülebilirdir ve hiçbir zararlı element içermez.
- ❖ Sıcak Daldırma Galvanizli Çelik yerine ZAM kullandığınızda üretilen ürünlerin çevresel karbon ayak izi aşağıdaki şekilde azalmış olur.
 - ZAM kaplamasının çeliğe uygulanma aşamasında daha az hammadde ve daha az doğal kaynak kullanımı söz konusudur.
 - Ürünün ömrü boyunca çelik üzerinde yaşanan kaplama kaybı daha azdır.
 - Bitmiş ürünün kullanım ömrünü maksimum seviyede artırdığı için malzeme yenileme ihtiyacı olmayacak ve maliyetler minimum olacaktır.

✓ Kaynak İçin Faydaları

- ❖ ZAM kaplama, sıcak daldırma galvanizli ürünlere kıyasla daha ince bir kaplamaya sahip olduğu için kaynağın daha az enerji tüketmesini, daha az duman salınımını ve sıçrama riskinin daha aza indirgenmesini sağlar. Dolayısıyla, kaynak hızı artar ve üretkenlik yani verimin artmasını sağlar.
- ❖ Daha verimli bir kaynak işlemi ise, kullanılan sarf malzemelerinin kullanım miktarlarını azaltacağı için verim artışının yanında maliyet avantajı sağlar.

✓ Hyper Yüksek Mukavemetli Çelikler ile Kombinasyonu

- ❖ ZAM, daha yüksek mukavemetli çelikleri de kaplayabildiği için ağırlıkların azaltılması ile yatırım maliyetlerin azaltılmasını, hatta karbon ayak izinin de azaltılmasını sağlar.
- ❖ ZAM'ın bu hyper kaliteler ile olan kombinasyonu, direkler ve borular gibi yapısal tüm parçalar için de uygun maliyetli ve yüksek korozyon performanslı en iyi çözümdür.



Karşılaştırmalı Tuz Testi ve Sonuçları

PRE - GALVANİZ KAPLAMALI ÇELİK SAC İLE YAŞLANDIRMA TEST SONUÇLARI	
Dalım Öncesi Mikron Değerleri	Dalım Sonrası Mikron Değerleri
7	1
9	0
8	0
4	1
7	0
4	1
Toplamda 2 Kere Daldırılmış ve 6 Yıl Yaşlandırılmıştır.	

SICAK DALDIRMA GALVANİZ KAPLAMALI ÇELİK SAC İLE YAŞLANDIRMA TEST SONUÇLARI	
Dalım Öncesi Mikron Değerleri	Dalım Sonrası Mikron Değerleri
178	52
113	49
350	26
115	47
130	39
96	46
Toplamda 7 Kere Daldırılmış ve 21 Yıl Yaşlandırılmıştır.	

ZAM KAPLAMALI ÇELİK SAC İLE YAŞLANDIRMA TEST SONUÇLARI	
Dalım Öncesi Mikron Değerleri	Dalım Sonrası Mikron Değerleri
28	1
30	4
26	3
24	1
32	1
24	3
Toplamda 7 Kere Daldırılmış ve 21 Yıl Yaşlandırılmıştır.	

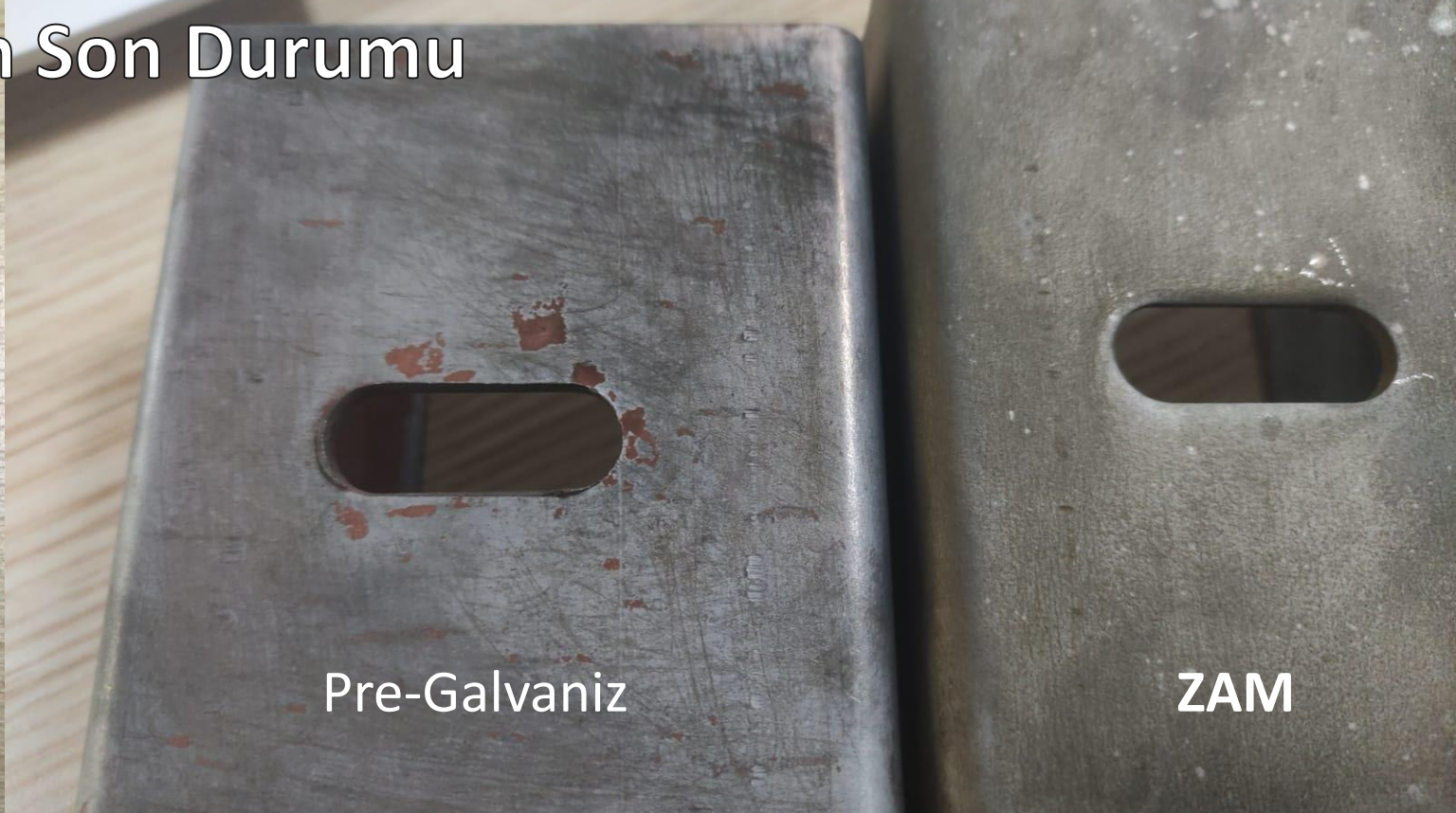
Tuz testinde (Bakır+Sulfat ile yapılan eskitme testi) yapılan her daldırma teorik olarak 3 yıllık korozyon yaşlandırmasına denk gelmektedir.

Pre-Galvaniz Kaplamalı Çelik Sac'a uyguladığımız yaşlandırma tuz testinde yapılan 2 dalım sonrası, sac 6 yıl yaşlandırılmış ve malzeme üzerindeki galvaniz kaplamanın büyük bir kısmının kaybolduğu ve sacın büyük bir kısmının bakır kaplama aldığı gözlemlenmiştir.

Sıcak Daldırma Galvaniz Kaplamalı Çelik Sac'a uyguladığımız yaşlandırma tuz testinde yapılan 7 dalım sonrası, sac 21 yıl yaşlandırılmış ve malzeme üzerindeki kaplamanın mikron değerlerinin hatırı sayılır bir oranda azaldığı, hatta bazı bölgelerde hiç kaplama kalmadığı için paslanmalar olduğu gözlemlenmiştir. Özellikle galvanizleme işlemi sonrası işlem gören (kesim-delim) ya da sacın sahada veya başka bir yerde deformasyona uğradığı bölgelerin ilk dalım sonrası bakır kaplamayı aldığı görülmüştür. Bu da kaplama işlemi sonrası ürün üzerinde özellikle sahadaki elleçlemeler sırasında meydana gelebilecek deformasyonlara karşı korozyon dayanımı olmadığını işaret etmektedir.

ZAM Kaplama Çelik Sac'a uyguladığımız yaşlandırma tuz testinde yapılan 7 dalım sonrası, sac 21 yıl yaşlandırılmış ve malzeme üzerindeki kaplamanın yer yer 4 ila 1 mikronlara düşmesine rağmen kaplama işlemi sonrası işlem gören (kesim-delim) ya da sacın sahada veya başka bir yerde deformasyona uğradığı bölgelerin paslanmaya karşı direncini hala koruduğu, hatta son dalımda bile bakır kaplamayı almadığı gözlemlenmiştir. Bu da ZAM'ın kaplama işlemi sonrasında bile üzerinde rahatlıkla işlem yapılabilmesine olanak sağladığı, hatta sahada oluşabilecek her türlü deformasyona karşı korozyon direncini koruduğunu göstermektedir.

Tuz Testi Sonrası Ürünlerin Son Durumu





Sonuç Olarak ...

- ✓ ZAM'ın toprak içinde, toprakla temas halinde veya betona gömülü olanlar da dahil olmak üzere Güneş Enerjisi Santraller'inde kullanılan çelik yapıların tamamı için sunulan 25 yıla kadar garantili korozyon dayanıklılığı sayesinde Güneş Enerjisi Santraller'inde kullanılan çelik yapılarının ömrünün uzadığı uluslararası sertifikasyon programlarınca kanıtlanmıştır.
- ✓ Post galvanizlemeye kıyasla, ZAM ile kaplanmış çelik uygulamalarının ürün birim maliyeti önemli ölçüde düşüktür. Dolayısıyla yatırım maliyetleri de aynı oranda azalmaktadır.
- ✓ ZAM ile kaplanmış çelik uygulamaları, Güneş Enerjisi Santraller'inin bakım maliyetlerini geciktirerek ve/veya azaltarak santrallerin yatırım getirisini en üst düzeye çıkartmaktadır.
- ✓ Hem kalınlık hem de çelik kalitesi açısından ZAM'ın sahip olduğu geniş aralık, Geliştirilmiş aşınma direnci ve Azaltılmış çevresel etki.

Tüm bu özellikler sayesinde;

ZAM kaplamalı çelikler, özellikle Avrupa'daki Güneş Enerjisi Santralleri şartnamelerindeki stratejik yerini almış, projelerde özellikle talep edilen, aranan bir ihtiyaç ürünü haline gelmiştir.