

**T.C.
SAKARYA UYGULAMALI BİLİMLER ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**ÖN İŞLEMLİ VE ÖN İŞLEMSİZ OLARAK ÇELİK YÜZEYLERİNE
KAPLANAN POLİMERLERİN YÜZEY KOHEZYONU VE
MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Önder YILDIRIM

Enstitü Anabilim Dalı : LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

Tez Danışmanı : Dr. Öğr. Üyesi Mustafa AKÇİL

Ağustos 2019

T.C.
SAKARYA UYGULAMALI BİLİMLER ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

ÖN İŞLEMLİ VE ÖN İŞLEMSİZ OLARAK ÇELİK YÜZEYLERİNE
KAPLANAN POLİMERLERİN YÜZEY KOHEZYONU VE
MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Önder YILDIRIM


Enstitü Anabilim Dalı : LİSANSÜSTÜ EĞİTİM
ENSTİTÜSÜ

Bu tez 27.08.2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından
oybirliği/oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Dr. Öğr. Görevlisi
Mustafa AKÇİL
Jüri Başkanı

Doç. Dr.
Mustafa CAN
Üye

Dr. Öğr. Görevlisi
Mehmet UYSAL
Üye



BEYAN

Bu tezin içindeki bütün verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan yapıldığını, yazılı ve görsel bütün bilgi ve sonuçların akademik, etik değerlere uygun şekilde hazırlandığını, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik ve tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden faydalanılması durumunda bilimsel kurallara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, bu çalışmada yer alan bu verilerin herhangi bir üniversite veya başka bir yerde, başka bir akademik çalışmada kullanılmadığını beyan ederim.

Önder YILDIRIM

27/08/2019



TEŞEKKÜR

Bu yüksek lisans çalıőmam boyunca değerli bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım, her konuda teknik bilgi ve desteklerini aldığım, araőtırmanın projelendirilip yazılmasına kadar bütün safhalarında yardımlarını esirgemeyen, destekleyen, aynı özenle beni yönlendiren danışmanım, değerli hocam Doç. Dr. Mustafa AKÇİL'e teőekkürlerimi borç bilirim.

Laboratuvar imkânlarını kullandırmada anlayıő ve yardımlarını esirgemeyen Tata STEEL İstanbul AŐ'ye, labaratuvar çalıőmalarında teknik desteklerini esirgemeyen Cihad AKKAYA'ya teőekkürlerimi sunarım.

Laboratuvar imkânlarını kullandırmada anlayıő ve yardımlarını esirgemeyen Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Metalurji Malzeme Mühendisliği Bölüm Başkanlığına, labaratuvar çalıőmalarım sırasında benden yardımlarını esirgemeyen Araştırma görevlisi Erhan İBRAHİMOğLU'na teşekkür ederim.

Anneme...

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ	v
TABLolar LİSTESİ	ix
ÖZET	x
SUMMARY	xi
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2.	
GENEL BİLGİLER	3
2.1. Metallerde korozyon ve korozyon direnci.....	3
2.1.1. Korozyonu önlemek için alınması gereken önlemler.....	7
2.2. Ganvaniz kaplanmış çeliklerin özellikleri.....	7
2.2.1. Sıcak daldırma yöntemiyle galvanizlenmiş çelikler	8
2.3. Yüzey kaplama yöntemleri	9
2.3.1. Metal yüzey kaplamalar	9
2.3.2. Metalik kaplama yöntemleri.....	9
2.3.2.1. Sıvı metale sıcak daldırma.....	9
2.3.2.2. Sıvı metali sıcak püskürtme.....	10
2.3.2.3. Difüzyonla yüzey kaplama.....	11
2.3.2.4. Akımsız yüzey kaplama.....	11
2.3.2.5. Elektrolitik yüzey kaplama.....	12
2.3.3. Yüzey kaplamalarda fırın sertleştirilmesi.....	13
2.3.4. Diğer kaplama yöntemleri.....	15

2.3.4.1. İnorganik kaplamalar.....	15
2.3.4.2. Organik kaplamalar.....	16
2.3.4.2.1. Organik boya uygulama yöntemleri.....	17
2.3.4.2.1.1. Silindir(coil coating) uygulamalar	17

BÖLÜM 3.

MATERYAL VE YÖNTEM	20
3.1. Materyal	20
3.2. Yöntem	20
3.2.1. Yüzeylerin boyaya hazırlanması	20
3.2.2. Bobin astarları ve sırt boyaları.....	20
3.2.3. Bobin son kat boyalar.....	21
3.2.4. Boyalı yüzeyde kuru film özellik testleri	22
3.2.4.1. Yapışma testi.....	23
3.2.4.2. Derin çekme (Erichsen) testi.....	24
3.2.4.3. Darbe direnci testleri.....	24
3.2.4.4. T-Bükme testi.....	25
3.2.4.5. MEK testi.....	26
3.2.4.6. Yüzey inceleme yöntemleri.....	26

BÖLÜM 4.

ARAŞTIRMA BULGULARI	28
4.1. Galvaniz kaplı yüzeyin boyanması sonucu elde edilen sonuçlar.....	28
4.2. Galvaniz kaplanmamış yüzeyin boyanması sonucu elde edilen sonuçlar..	36
4.3. Yüzeyi kromat uygulanmış ve tuz testine tabi tutulmuş çelik malzemelerden elde edilen sonuçlar.....	42

BÖLÜM 5.

SONUÇ VE ÖNERİLER	44
KAYNAKLAR	49
ÖZGEÇMİŞ	51

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

Al	: Alüminyum
BH	: Fırın sertleştirmesi (Bake hardening)
C	: Karbon
Cm	: Santimetre
°C	: Santigrad derece
DP	: Çift fazlı çelikler
MEK	: Metil etil keton
IF	: Arayersiz çelik
Kj	: Kilojul
Mn	: Mangan
MPa	: Mega pascal
MS	: Martenzit çelikleri
µm	: Mikrometre
N	: Azot
Nb	: Niobyum
P	: Fosfor
Ppm	: Her milyondaki partikül sayısı
S	: Kükürt
Si	: Silisyum
Ti	: Titanyum
V	: Vanadyum
Wt	: Yüzde ağırlık
Zn	: Çinko
Fe	: Demir
H	: Hidrojen
DC01	: Yüzeyi galvaniz kaplanmamış düşük karbonlu çelik
DX51	: Yüzeyi galvaniz kaplanmış düşük karbonlu çelik

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Herhangi bir binek otomobilin değişik bölgelerinde kullanılan farklı çeliklerin dayanım-uzama eğrisinin şematik gösterimi	1
Şekil 2.1. Meydana gelen reaksiyon sonucunda pas veya demir oksit oluşumu.....	4
Şekil 2.2. Çelik yüzeyinde ve tabanında anot ve katodun durumu, anot bölgesinde oluşan korozyon	5
Şekil 2.3. Elektronların pozitif yüklü hidrojen iyonlarıyla reaksiyonu sonucu gaz açığa çıkması.....	5
Şekil 2.4. Katodik koruma şematik gösterimi	6
Şekil 2.5. Çelik ve galvenizlenmiş çelikte korozyon oluşumu kademeleri.....	7
Şekil 2.6. Çeliklerin şekillendirilebilme oranı ile karbon içeriğinin ilişkisi	14
Şekil 2.7. Fırın sertleştirme etkisinin ölçümü	15
Şekil 2.8. Uygulama silindirin bantın hareket doğrultusuna paralel döndüğü “direkt uygulamanın” şemalaştırılmış görüntüsü.....	17
Şekil 2.9. Uygulama silindirin bantın hareket doğrultusuna ters yönde döndüğü”Ters Yönlü uygulamanın” şemalaştırılmış görüntüsü.....	18
Şekil 2.10. Coil-coating boya hattı şematik gösterim.....	19
Şekil 3.1. Yapışkan bantla yapılan bir yapışma testinde(a) yüzeyin kafes biçiminde çizilmesi, (b) kafeslenen yüzeye yapıştırılan bantın hızla çekilmesi, (c) bantın çekilmesi Sonrasında gözlenebilecek alternatif kopma düzeylerinin ASTM D 3359 ve DIN 53151 testlerine göre görsel değerlendirme ölçütleri.....	23
Şekil 3.2. (a)Erichsen deformasyon testi cihazının ve (b) paneldeki deformasyonun görüntüleri.....	24
Şekil 3.3. Tipik Darbe direnci testi cihazı.....	25
Şekil 3.4. Boyanmış çeliğin bükülmesiyle yapılan bir T-bükme testi.....	26
Şekil 3.5. (a) Işık mikroskobu 1 ve (b) Işık mikroskobu 2.....	26

Şekil 4.1. ASTM D 3359 ve DIN 53151 standartlarına göre tahrip edilmiş ve ASTM E643-15 standardına göre derin çekme uygulanmış numunenin Işık mikroskobunda ayrı ayrı 10X ve 50X büyütme ile incelenmesi.....	28
Şekil 4.2. ASTM D 3359 ve DIN 53151 standartlarına göre tahrip edilmiş ve ASTM E643-15 standardına göre derin çekme uygulanmış numunenin Işık mikroskobu 100X büyütme ile incelenmesi	29
Şekil 4.3. EN 13523-11 standardına göre yapılmış MEK testi Işık mikroskobu 50X büyütme.....	29
Şekil 4.4. ASTM D 3359 ve DIN 53151 standartlarına göre tahrip edilmiş ve ASTM E643-15 standardına göre derin çekme uygulanmış numunenin Işık mikroskobunda ayrı ayrı 10X ve 50X büyütme ile incelenmesi	30
Şekil 4.5. ASTM D 3359 ve DIN 53151 standartlarına göre tahrip edilmiş ve derin çekme uygulanmış numunenin Işık mikroskobu 100X büyütme ile incelenmesi	31
Şekil 4.6. EN 13523-11 standardına göre yapılmış MEK testinin Işık mikroskobu 100X büyütme görüntüsü	31
Şekil 4.7. ASTM D 3359 ve DIN 53151 standartlarına göre tahrip edilmiş ve ASTM E643-15 standardına göre derin çekme uygulanmış numunenin Işık mikroskobunda ayrı ayrı 50X ve 100X büyütme ile incelenmesi.....	32
Şekil 4.8. ASTM D 3359 ve DIN 53151 standartlarına göre tahrip edilmiş ve derin çekme uygulanmış numunenin Işık mikroskobu 200X büyütme ile incelenmesi.....	33
Şekil 4.9. EN 13523-11 standardına göre yapılmış MEK testinin Işık mikroskobu 100X ve 200X büyütme görüntüsü.....	33
Şekil 4.10. ASTM D 3359 ve DIN 53151 standartlarına göre tahrip edilmiş ve ASTM E643-15 standardına göre derin çekme uygulanmış numunenin Işık mikroskobunda ayrı ayrı 50X ve 100X büyütme ile incelenmesi.....	34
Şekil 4.11. EN 13523-11 standardına göre yapılmış MEK testinin Işık mikroskobu 100X ve 200X büyütme görüntüsü.....	34

Şekil 4.12. ASTM D 3359 ve DIN 53151 standartlarına göre tahrip edilmiş ve ASTM E643-15 standardına göre derin çekme uygulanmış numunenin Işık mikroskopunda ayrı ayrı 10X ve 40X büyütme ile incelenmesi.....	36
Şekil 4.13. EN 13523-11 standardına göre yapılmış MEK testinin Işık mikroskobu 100X ve 200X büyütme görüntüsü	36
Şekil 4.14. EN 13523-7 standardına göre yapılan T-Bent Işık mikroskobu 50x büyütme sonucu elde edilen görüntü	36
Şekil 4.15. ASTM D 3359 ve DIN 53151 standartlarına göre tahrip edilmiş ve ASTM E643-15 standardına göre derin çekme uygulanmış numunenin Işık mikroskopunda ayrı ayrı 10X ve 50X büyütme ile incelenmesi.....	37
Şekil 4.16. EN 13523-11 standardına göre yapılmış MEK testinin Işık mikroskobu 50X büyütme görüntüsü.....	38
Şekil 4.17. EN 13523-7 standardına göre yapılan T-Bent Işık mikroskobu 50x büyütme sonucu elde edilen görüntü	38
Şekil 4.18. ASTM D 3359 ve DIN 53151 standartlarına göre tahrip edilmiş ve ASTM E643-15 standardına göre derin çekme uygulanmış numunenin Işık mikroskopunda ayrı ayrı 20X ve 40X büyütme ile incelenmesi	39
Şekil 4.19. EN 13523-11 standardına göre yapılmış MEK testinin Işık mikroskobu 50X büyütme görüntüsü	39
Şekil 4.20. EN 13523-7 standardına göre yapılan T-Bent Işık mikroskobu 50x büyütme sonucu elde edilen görüntü	40
Şekil 4.21. ASTM D 3359 ve DIN 53151 standartlarına göre tahrip edilmiş ve ASTM E643-15 standardına göre derin çekme uygulanmış numunenin Işık mikroskopunda ayrı ayrı 20X ve 40X büyütme ile incelenmesi	41
Şekil 4.22. EN 13523-7 standardına göre yapılan T-Bent Işık mikroskobu 100x büyütme sonucu elde edilen görüntü.....	41
Şekil 4.23. EN 13523-7 standardına göre yapılan T-Bent Işık mikroskobu 100x büyütme sonucu elde edilen görüntü	41
Şekil 4.24. ISO 20340 standardına göre 250 saat tuz testi uygulanmış sırasıyla DC01, DX51 malzemelerin yüzey görüntüleri.....	43

Şekil 4.25. ISO 20340 standardına göre 500 saat tuz testi uygulanmış sırasıyla DC01, DX51 malzemelerin yüzey görüntüleri.....	43
Şekil 4.26. ISO 20340 standardına göre 500 saat tuz testi uygulanmış ve yüzeyleri kazınmış sırasıyla DC01, DX51 malzemelerin yüzey görüntüleri.....	44



TABLULAR LİSTESİ

Tablo 2.1. Metallerin elektrokimyasal dizilişi	3
Tablo 4.1. DX51D malzeme özellikleri	27
Tablo 4.2. Yüzeysel galvaniz kaplı DX51 Malzemenin Ön işlemsiz (kromatsız) ve astarsız olarak boyanan malzemeye uygulanan mekanik test değerleri.....	27
Tablo 4.3. Yüzeysel galvaniz kaplı DX51 Malzemenin Ön işlemlili (kromatlı) ve astarsız olarak boyanan malzemeye uygulanan mekanik test değerleri...	29
Tablo 4.4. Yüzeysel galvaniz kaplı DX51 Malzemenin Ön işlemsiz (kromatsız) ve astarlı olarak boyanan malzemeye uygulanan mekanik test değerleri.....	31
Tablo 4.5. Yüzeysel galvaniz kaplı DX51 Malzemenin Ön işlemlili (kromatlı) ve astarlı olarak boyanan malzemeye uygulanan mekanik test değerleri.....	33
Tablo 4.6. Yüzeysel galvaniz kaplanmamış DC01 Malzemenin Ön işlemsiz (kromatsız) ve astarsız olarak boyanan malzemeye uygulanan mekanik test değerleri.....	35
Tablo 4.7. Yüzeysel galvaniz kaplanmamış DC01 Malzemenin Ön işlemlili (kromatlı) ve astarsız olarak boyanan malzemeye uygulanan mekanik test değerleri.....	37
Tablo 4.8. Yüzeysel galvaniz kaplanmamış DC01 Malzemenin Ön işlemsiz (kromatsız) ve astarlı olarak boyanan malzemeye uygulanan mekanik test değerleri.....	38
Tablo 4.9. Yüzeysel galvaniz kaplanmamış DC01 Malzemenin Ön işlemlili (kromatlı) ve astarlı olarak boyanan malzemeye uygulanan mekanik test değerleri	40
Tablo 4.10: DC01 ve DX51 Malzemenin yüzeyine uygulanan 250 saat ve 500 saat tuz testlerinin sonuçlarının değerlendirilmesi	

ÖN İŞLEMLİ VE ÖN İŞLEMSİZ OLARAK ÇELİK YÜZEYLERİNE KAPLANAN POLİMERLERİN YÜZEY KOHEZYONU VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

ÖZET

Farklı alaşımlardaki düşük karbonlu çelikler inşaat, otomotiv, beyaz eşya sektörü vb. gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Bu kullanım, çeliğin alaşım türü ve oranlarına bağlı olduğu kadar kullanım şartlarındaki bağlıdır. Kullanım yerlerinde dayanımı arttırmak için malzemenin yüzeyine metal kapama, boyama vs gibi birçok koruyucu işlem yapılabilmektedir. Ayrıca kullanım ömrünü uzatmak için bu işlemlerin bir kaçı üst üste yapılabilmektedir.

Bu çalışmada, DX51 kalite düşük karbonlu, yüzeyi galvaniz kaplanmış ve kaplanmamış çelik malzemelerin yüzeyine polimer esaslı boya(polyester boya) uygulamasının mekanik özellikleri incelenmiştir. Galvaniz kaplı yüzeye ön işlemler ve ön işlemsiz boya uygulamaları yapılmıştır. Yapılan testlerle bu uygulamaların dayanımları ölçülmüştür. Bu testler MEK testi, T-Bent testi ve derin çekme testleridir. Yapılan bu testler ışık mikroskop yardımıyla incelenmiştir. İncelemeler sonucunda galvaniz kaplı yüzeye ön işlem uygulamadan yapılan boyama işleminin mekanik testleri incelendiğinde malzemenin mekanik değerleri oldukça düşük çıkmıştır. İlave yapılan her bir ön işlem (Kromatlama ve,/veya Astarlama) yüzeydeki yapışmayı iyileştirdiği dolayısıyla da mekanik testlerde yeterli sonuçlara ulaşıldığı görülmüştür. Galvaniz kaplanmamış yüzeylere de yapılan yüzeyin dış ortamdaki dayanımlarına dair testler yapılmıştır ve yorumları yapılmıştır.

Anahtar kelimeler: Korozyon, boya kaplama, galvaniz, polimer uygulaması

INVESTIGATION OF SURFACE COHESION AND MECHANICAL PROPERTIES OF POLYMERS COATED TO STEEL SURFACES WITH PRE-TREATMENT AND WITHOUT PRE-TREATMENT

SUMMARY

Low carbon steels in different alloys are used in many fields such as construction, automotive, home appliances, etc. This use depends on the alloy type and proportions of the steel as well as on the conditions of use. In order to increase the strength in the places of application, many protective processes such as metal coating, painting etc. can be applied to the surface of the material. In addition, a few of these operations can be performed on top of each other in order to extend the service life.

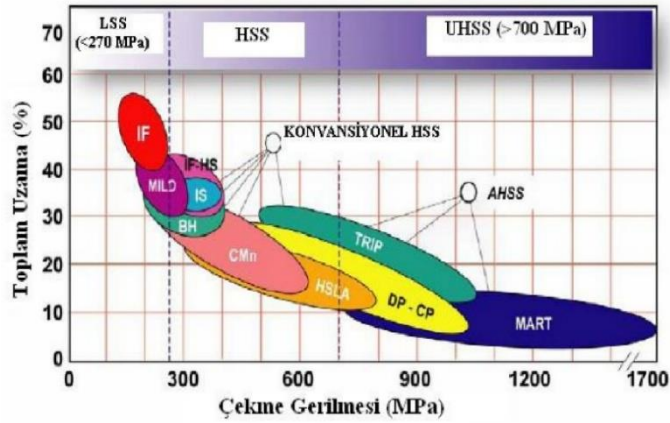
In this study, the mechanical properties of polymer based paint (polyester paint) application on the surface of DX51 grade low carbon, galvanized and uncoated steel materials were investigated. Pre-treated and non-pre-treated paint applications were performed to the galvanized surface. The strengths of these applications were measured by the tests. These tests are MEK test, T-Bent test and deep drawing tests. These tests were examined with the help of light microscope. As a result of the investigations, the mechanical tests of paint application without pre-treatment on the galvanized surface were examined, the mechanical values of the material were found to be very low. It has been found that each additional pre-treatment (Chromating and / or Priming) improves the adhesion on the surface, thus achieving sufficient results in mechanical tests. Outdoor durability tests were conducted on the galvanized uncoated surfaces and comments were made.

Key words: Corrosion, paint coating, galvanization, polymer application

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Düşük kalınlıklara sahip yüksek mukavemetli çelikler otomotiv endüstrisi, beyaz eşya ve yapı sektöründe yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çelikler farklı amaçlarla farklı sektörlerde uygulama alanları bulmuşlardır. Bu kullanım alanlarına göre malzemeler ön işlemlere tabi tutulmaktadır. Bu kullanım alanlarına göre bu çelikler çeşitli ön işlemlere tabi tutulmaktadır. İşlenebilirlik, kaynak yapılabirlik, şekillendirilebilirlik, yüzey iyileştirme işlemleri gibi birçok farklı işleme tabi tutulmaktadır. Çelikler alaşım içeriklerine göre farklı kullanım alanlarına sahiptirler.

Beyaz eşya üretimlerinde genellikle galvaniz kaplama yapılmadan direk çelik malzeme üzerine boya uygulaması yapılırken yapı Sektöründeki kullanımlarda galvaniz kaplama yapılmaktadır. Galvaniz kaplama kalınlığı malzemenin hangi ortamda kullanılacağına bağlı olarak değişmektedir. Örnek verecek düşük nem içeren bir ortamın kaplama kalınlığı ile deniz kenarındaki kullanılacak malzemenin kalınlığı farklı olacaktır. Deniz ortamındaki kaplamanın kalınlığı. Şekil 1.1'de farklı çeliklerin mukavemet-uzama değerleri gösterilmiştir.



Şekil 1. 1 Farklı çeliklerin dayanım-uzama eğrisinin şematik gösterimi (MMO, Advanced High Strength Steel, AHSS, s.4)

Çeliklerin kimyasal bileşimleri kaynaklanabilme işlemleri için uygundur. Demirden daha sert ve daha hafiftlerdir. Isıl işlemlerle mekanik, elektriksel ve fiziksel özellikler

kazandırılabilir. Farklı işlemlerle yüksek sıcaklıklara dayanımları ve sertlikleri artırılabilir. Belirli bir sıcaklıkta dövme, presleme ve haddeleme yöntemleri ile istenen şekil elde edilebilmektedir. Bazı özellikteki çelikler soğuk olarak da şekillendirilebilir. Plastiklerle ve metallerle kaplama yapılabilmektedir. Isıtılmış çeliğe aniden su verildiğinde kristal yapısı değişir ve çelik sertleşir. Bu işleme “çeliğe su verme” adı verilir. Paslanmaz çelikler ısıya ve korozyona karşı iyi derecede dayanıklıdır, yüzde yüz geri dönüşüm yapılabilmelerinin yanında, üretimi ve temizliğide kolaydır. Karbon oranı yüksek alaşımlı çelikler “dökme demir” olarak da bilinmektedirler. Az karbonlu ve demir cürufu çeliklere ise “dövme demir” denir. Karbon oranı arttıkça çeliğin akma ve çekme mukavemetini artırırken, kaynak ve şekillenebilme kabiliyetlerini azaltmaktadır. Bunlarla birlikte düşük karbonlu çelikler birçok alanda kullanılmaktadır. Yapı sektörü, otomotiv sektörü, beyaz eşya sektörü gibi çeşitli sektörler örnek olarak verilebilmektedir. Bu kullanımlarda düşük karbonlu çelikler kalitelerine göre sıcak soğuk yüzey kaplamaları uygulanarak kullanım koşulları iyileştirilebilmektedir. Bu kaplama yöntemlerinin başında uzun dayanım özelliklerinden dolayı sıcak daldırma galvanizleme ile yüzey kaplama gelmektedir. Bu dayanım şartlarını arttırmak ve görsellik katmak için galvaniz kaplanmış düşük karbonlu çeliklerin yüzeyleri boyanmaktadır. Bu dubleks kaplama işlemi malzemenin yüzeyini galvaniz kalınlığı boya türü ve kalınlığı ve kullanım şartlarına göre uzun yıllar koruyacaktır.

BÖLÜM 2. GENEL BİLGİLER

2.1. Metallerde Korozyon ve Korozyon Direnci

Dış ortamın etkisiyle metallerin elektrokimyasal ve/veya kimyasal tepkimelere girmeleri sonucu hasara uğramalarına korozyon denmektedir. Metaller kuru ortamlarda kimyasal korozyonlara maruz kalırlar. Ortaya çıkan gaz metalin yüzeyinde oksit tabakası oluşturur. Oluşan bu tabaka elektriği iletmemektedir. (Gilbert Gedeon, P.E, 95, s29)

Islak ortamlarda oluşan korozyonlar ise elektrokimyasal korozyonlar olarak bilinir ve bu korozyon çeşidi pas oluşumuna neden olur. Elektrokimyasal korozyonun oluşumu için gerekli şartların oluşturduğu hücreye korozyon hücresi denir. Bu hücre anot, katot, sıvı bir ortam, iletken ve anot katot arasında elektrik akımı içermektedir.

Korozyonu önleyebilmek için korozyon oluşumunu sağlayan etkenlerden en az bir tanesini devre dışı bırakılması gerekmektedir. Bu yüzden, kaplama yöntemleri malzeme tasarımı, malzeme seçimi, anodik ve katodik koruma ve çevre etkenlerinin korunması gibi faktörlerin önemi büyüktür. Tablo 2.1’de Metallerin elektrokimyasal dizilişi gösterilmiştir.

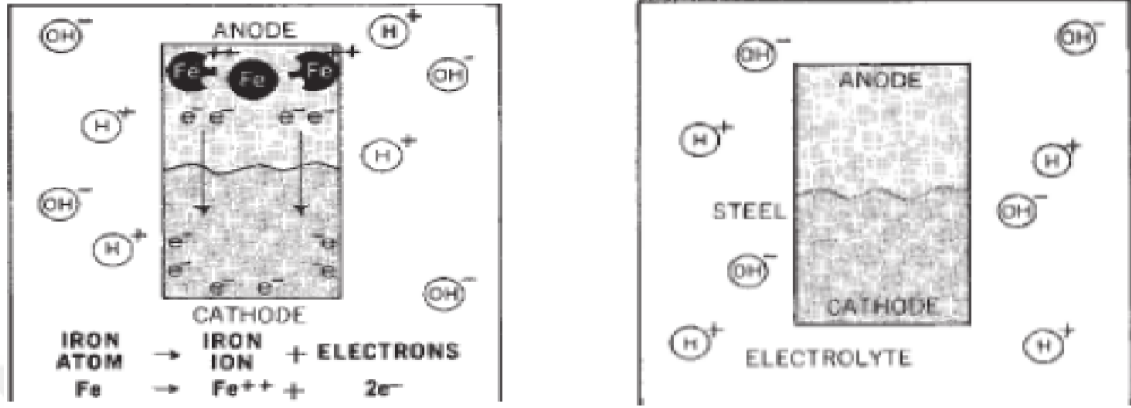
Tablo 2.1. Metallerin elektrokimyasal dizilişi (YALUK, 2009, s18-23)

Metal / Alaşım	Potansiyel (volt)*	
Magnezyum	-1.55	↑ Çok aktif ↓ Az aktif
Çinko	-1.10	
Alüminyum	-0.86	
Kadmiyum	-0.77	
Dökme Demir	-0.68	
Karbon Çelik	-0.68	
Paslanmaz Çelik	-0.61	
Kurşun	-0.57	
Lehim	-0.52	
Kalay	-0.49	
Bakır	-0.43	
Alüminyum Bronz	-0.41	

* Bütün voltaj değerleri Bakır Sülfat yarım hücresine göre

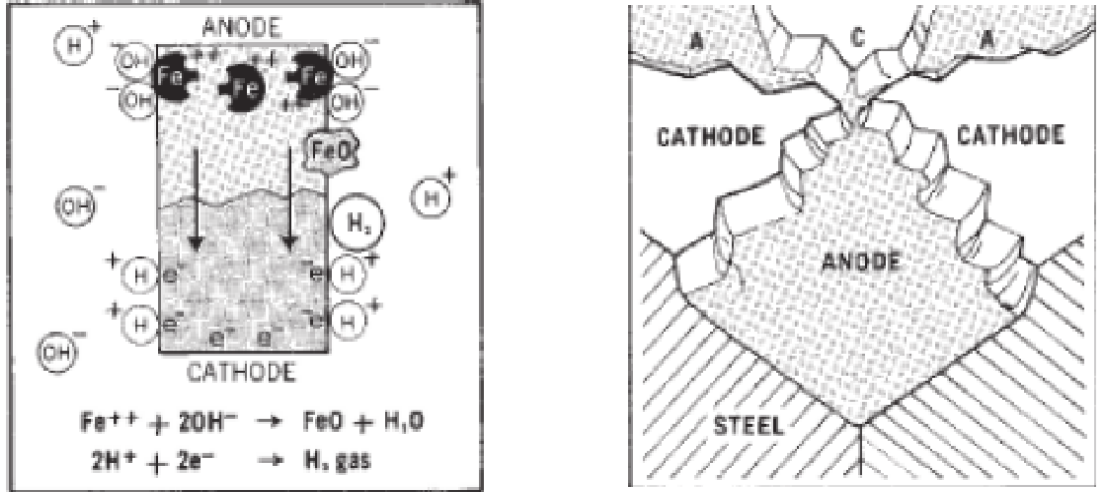
Uygulanan tüm voltaj değerleri Bakır Sülfat yarım hücresine göre, Çelik malzemede Korozyon oluşması yüzeyde bulunan nem, yüzey kompozisyonunun veya daldırıldığı

elektrot düzensizliği nedeniyle Çelik malzemenin yüzeyi elektrik potansiyel farklılığına maruz kalır. (YALUK, 2009, s18-23). Şekil 2.1’de reaksiyon sonucunda pas veya demir oksit oluşumu gösterilmiştir.

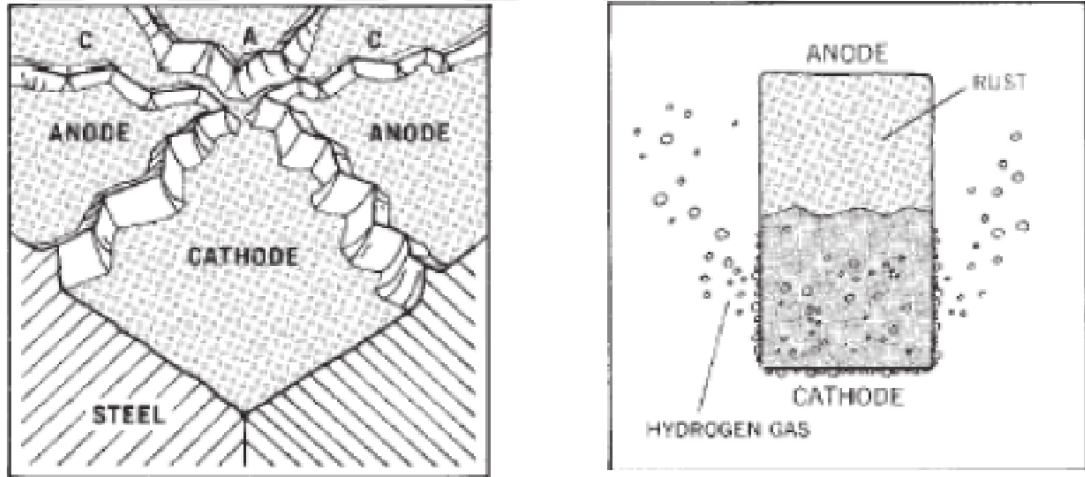


Şekil 2.1 Meydana gelen reaksiyon sonucunda pas veya demir oksit oluşumu (YALUK, 2009, s18-23).

Korozyon hücresinin içindeki potansiyel elektrik farklılığı sonucunda elektronlar anottan katoda olacak şekilde ilerler ve anot bölgesindeki Fe atomları pozitif yüklenmiş demir iyonlarına dönüşecektir. Elektrolit içindeki anotta + yüklenmiş Fe iyonları – yüklenmiş hidroksil iyonunu çekerek tepkimeye girecektir. Girdikleri bu tepkime sonucunda Fe₂O₃ Ya da pas oluşacaktır. – yüklenmiş iyonlar katodun yüzeyinde bulunan + yüklenmiş H iyonlarıyla tepkimeye girmesi sonucu elektrolit hücre içinde H gazı oluşumuna neden olmaktadır. Meydana getirilen uygun şartlar içinde her saniye milyarlarca reaksiyon oluşur ve buna bağlı olarak anot üzerinde pas tabakası oluşacaktır. Oluşturulan uygun şartlar altında her saniye milyarlarca reaksiyon meydana gelir ve bunun sonucunda anot bölgesinin yüzeyinde pas tabakası görülür. Çelik malzemenin yüzeyinin üstünde katot ve anot bölgelerinin tümü makroskobik boyuttadır (Metaldecorators.org, 2018, s17) Korozyonun oluşması ve meydana çıkan hidrojen gazının oluşumu şekil 2.2 – 2.3 de gösterilmiştir.



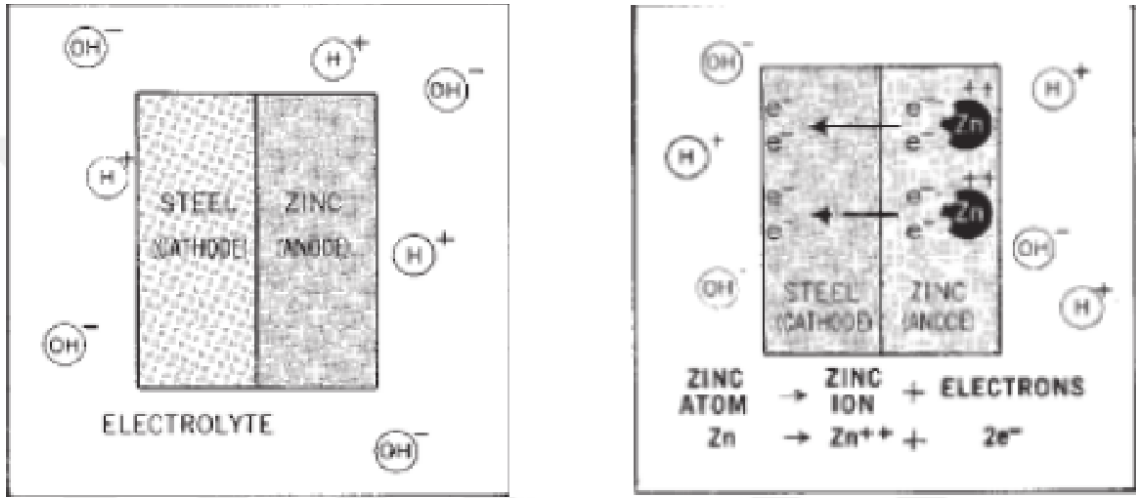
Şekil 2.2 Çelik yüzeyinde ve tabanında anot ve katodun durumu, anot bölgesinde oluşan korozyon (YALUK, 2009, s18-23).



Şekil 2.3 Elektronların pozitif yüklü hidrojen iyonlarıyla reaksiyonu sonucu gaz açığa çıkması (YALUK, 2009, s18-23).

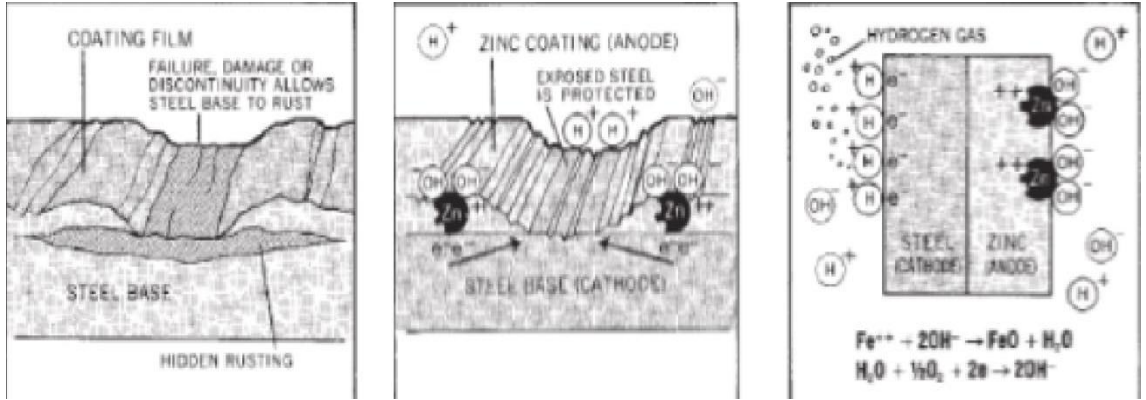
Anot bölgesinde pas oluştuğunda, değişik kompozisyon ve yapıdaki malzemelerde de paslanma meydana gelecektir. Elektrik potansiyelinin değişimi nedeniyle katotların ve anotların rollerinin değişimi bu sonuç nedeniyle olmaktadır. Gözlemlenen değişim birden olmamaktadır, öncelikle korozyonun oluşmadığı bölgeler maruz kalır. Bu işlem çeliğin sonuna kadar tükenmesiyle son bulur. Bir elektrolitte çelik ve çinko etkileşime girdiğinde, elektriksel potansiyel farkı oluşacaktır ve bir elektriksel hücre meydana gelecektir. Bilindiği üzere Çinkonun elektrokimyasal aktifliği çeliklere göre daha fazladır. Buna bağlı olarak çelik malzemelerle birlikte kullanılan Zn anot olarak görev yapmaya başlar, Çinko bu aşamada çeliğin yüzey alanında küçük katodik, anodik bölge oluşumunun

önüne geçer. Oluşan bu korozyon hücresi içerisinde – yüklenmiş elektronlar anot olan çinkodam katod olan çeliğe ilerlerler ve anot durumundaki Zn atom parçaları + yüklenmiş Zn iyonlarına dönüşeceklerdir. – yüklenmiş elektronlar elektrolitin katot yüzeyinde + yüklenmiş H iyonlarıyla tepkimeye girmeleri sonucu H gazı açığa çıkacaktır. Şekil 2.4'te katodik koruma şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 2.4 Katodik koruma şematik gösterimi (YALUK, 2009, s18-23).

Çelik olan katot ve elektrolit arasında hiçbir şekilde kimyasal reaksiyon meydana gelmez. Bu tür yüzey korumaya Katodik koruma denir. Anot malzemenin yüzeyindeki Zn iyonları hidroksil iyonlarıyla tepkimeye girerler ve Zn yavaş yavaş kendini tüketir. Çeliğin üstünde Zn kaplamasında bozulmalar meydana geldiğinde çelik malzemenin yerine katodik koruma sağlayan çinko devreye girer ve çelikte hiçbir şekilde korozyon oluşmaz. Korozyon oluşumunun çeliğe zarar vermesini engellemek için uygulanan boya filmleri ve organik kaplamaların tutunma kabiliyetine ve korozyonu önlemek için ilave edilen pigmentlere bağlıdır. Böyle kaplamalarda, kaplanan filmde süreksizlik veya bozulmalar oluştuğunda çeliği koruma dirençleri aşırı düşmektedir. Bu durumda korozyon hızlı şekilde başlar ve kaplamanın tamamına hızlı şekilde yayılır. (YALUK, 2009, s18-23). Şekil 2.5'te Çelik malzemedeki ve Zn kaplanmış çelik malzemedeki kademe kademe korozyonun meydana gelişini gösterilmiştir.



Şekil 2.5. Çelik ve galvanizlenmiş çelikte korozyon oluşumu kademeleri (YALUK, 2009, s18-23)

2.1.1 Korozyonu Önlemek İçin Alınması Gereken Önlemler

Korozyonu ekonomik ve teknik açıdan kabul edilir seviyeye indirebilmek ya da tamamen ortadan kaldırmak için uygulanan çeşitli önlemler vardır. Bunları 5 ana grupta toplayabiliriz.

- 1- Korozyon ortamlarının uygun tasarımlarla ortadan kaldırılması veya minimuma indirilmesi.
 - 2- Korozyon özelliklerinin kısmen ya da tamamen giderilmesi.
 - 3- Yüzeyin kaplama yöntemiyle korunması.
 - 4- Katodik yüzey koruma,
 - 5- Korozyon dayanımı yüksek olan malzemelerin kullanımı,
- Diye 5 temel grupta toplayabiliriz.

2.2. Galvaniz Kaplanmış Çeliklerin Özellikleri

Dış Çevrenin etkileriyle metallerde elektrokimyasal ve/ veya kimyasal tepkimlerle birlikte malzemede oluşan hasar korozyon olarak adlandırılır. Oluşacak bu hasarı önleyebilmek için korozyon hücrelerinin oluşumunu sağlayan etkenlerden en az bir tanesinin devre dışı bırakılması gerekmektedir. Metalde oluşan korozyona engel olabilmenin bir yoluda yüzeyin kaplanmasıdır. Bu yöntemlerin en başında yüzeyin çinko ile kaplanmasıdır ve galvanizleme olarak adlandırılır. Galvanizle yüzey kaplama

ekseriyette elektroliz, sıcak daldırma veya metal püskürtme yöntemleriyle yapılmaktadır (EVCİN, 2016, s10-14).

2.2.1.Sıcak Daldırma Yöntemiyle Galvanizlenmiş Çelikler

Bu yöntemle çinko kaplama, sıvı Zn banyosun içine daldırılmış olan çelik malzemelerin yüzey kısmına çinko ve/veya çinko bileşikleriyle koruyucu bir kaplama yapma işlemidir. Sıcak daldırma yöntemiyle yapılan çinko kaplama yöntemi çok iyi bir koruyucu kaplama yöntemidir ve çok iyi katodik koruma sağlar (William J Pesce, 2007, s84-85).

Katodik yöntemle korozyondan koruma işlemi iki temel yöntemle yapılmaktadır. İlki akımla yüzey kaplama yöntemi olarak bilinir. Bu yöntemde hücrenin dışından kullanılan bir akım kaynağıyla katodik sarjlar çeliğin yüzeyini kaplayarak koruma sağlayacaktır. Bu sistemler çalışması esnasında aşırı elektrik kullanmasalarda sistemin ilk kuruluş maliyetleri oldukça yüksektir (Pektaş,2018, s.10).

Katodik korumanın bir diğer şeklide anot metodudur. Bu yöntemde devreye yerleştirilen ikincil metal ya da alaşım ana malzemeye göre anot görevi görür ve korunmak istenen ana malzeme katod olduğu için oksitlenme meydana gelmez. Bu sistemde anot oksitlenir ve aşınır. İstenilen direnci anodun aşınma süreyile kendini yok etmesiyle sağlanır ve ana malzeme oksitlenmeden korunur. Günlük kullanımlarda karşılaşılan tüm elektrolitler içinde çinko; demir ve çelikler için anodik olmaktadır. Bu nedenle galvaniz kaplama koruyucu kaplamayı sağlamanın yanında katodik olarakta korozyondan korumaktadır. (AGA, 2012, s.6)

Sıcak daldırma çinko kaplamanın faydalarına inceleyecek olursak;

-Galvanizleme yöntemi, boyamaya göre daha uzun ömürlü ve sağlam bir koruma sağlar

-Çelikle kıyaslandığında çinkonun korozyona uğrayabilme hızı çok çok yavaştır.

-Elektrolitik kaplama sağlar.

-Galvaniz kaplama ve alt katmanda oluşan demir-çinko alaşım tabakaları malzemenin yüzeyinde sağlamlık ve dayanıklılık sağlar. Gerek görüldüğünde Zn kapma işlemi boyayarak yapılması daha ucuza malolmaktadır. İhtiyaç duyulduğunda Zn kaplanmış yüzeyie boya uygulanması daha düşük maliyetlidir (Metalsan,2018, s.30).

2.3. Yüzey Kaplama Yöntemleri

2.3.1. Metal Yüzey Kaplamalar

Metallerin ve alaşımlarının yüzeylerinin korozyona karşı dirençli hale getirebilmede başvurulan yöntemlerin başında ikincil bir metal ile kaplama gelir. Elektrokimyasal yöntemle metal yüzey kaplamalar, soy kaplamalar ve aktif kaplamalar olacak şekilde iki ayrı gruba ayırabiliriz. Yüzeyi kaplanacak metalin çeşidine göre aktif ve soy kaplamaların seçilmesinde galvanik seriden faydalanılır. Örnek verecek olursak; çeliğe kıyasla bakır gümüş, kalay, kurşun ve pasif davranışlarından dolayı krom ve nikel soy, kadmiyum ve çinko ise aktif kaplama yöntemleri olarak bilmektedirler (TUNA,2013,s.9-12).

Soy kaplamaların koruyabilme yeteneği metalle, saldırgan ortamlar arasında etkili bir engel oluşturabilmesine bağlıdır. Kaplamalar boşluk ya da çatlak türünden hataları içerisinde bulundurursa korozyonun bu noktalara yerleşmesi ile birlikte kaplama bile metalin korozyona maruz kalmasını engelleyemez. (SCIENCEDAILY,2016,s.4)

Metal yüzeyinde uygulanan aktif kaplamaların koruyabilme yeteneği malzemenin içerdiği bu tür hatalardan etkilenmemektedir. Bunun sebebi yapılan kaplama temelinde katodik bir korumadır. Bu şekilde katodik olarak koruma yöntemiyle tükenen galvanik anotların gösterdiği tutuma paralel şekilde aktif kaplamalar korozyona maruz kalırlar. Metalik Kaplamalar çözünebilme gösterdiği sürece metal yüzeyi üzerinde korozyonun yerleşmesini engellenmiş olur.

2.3.2. Metalik Kaplama Yöntemleri

2.3.2.1. Sıvı Metale Sıcak Daldırma

Sıvı metale Sıcak daldırma, bilinen en eski ve en yaygın yüzey kaplama yöntemidir. Yüzey kaplama malzemesini seçerken öncelikle kullanımda erime ısısı daha az olan çeşitli metaller (Pb, Zn, Sn, Al) seçilecektir. Yüzeyi galvaniz kaplanmış çelik malzeme sıcaklığı 450 °C olan sıvı haldeki Zn banyosundan geçirilerek galvanizleme işlemi gerçekleştirilmektedir. Metalin yüzeyine kaplanmış çinkonun kullanım ömrü malzemenin kullanım şartları, kaplama kalınlığı gibi etkenlere göre değişecektir.

Oksijenin varlığıyla Zn, hidroksit koruyucu tabaka şeklinde çökmekte gösterecektir (TUNA,2013,s.9-12).

Sıvı metal banyosuna Sıcak daldırmayla yapılan galvaniz kaplamalarının kalınlıkları 50 µm'den fazla olmaktadır. Yüzeyi Zn kaplanmış çelikler iletkenliği aşırı yüksek ortamlarda çok başarılı bir kullanım sağlar. Fakat iletkenliği daha kısıtlı normal sularda ise galvaniz kaplamanın sağlayabileceği katodik şekilde koruma çok küçük mesafeleri kapsayacağından yapılan kaplamanın boşluk içermeyen bir yapıda olması aşırı önem taşımaktadır. Kaplanan metal yüzeyiyle Çinko arasında ilk oluşan tabaka %20-27 Fe içeren demir-çinko alaşımıdır. Korozyona dayanımı açısından saf çinkonun dayanımına eşdeğer olmasının yanında yüksek gevreklik sebebiyle ince olan parçaların soğuk olarak şekillendirilmesi sırasında çatlama meydana gelebilir ve buna bağlı olarak dökülmeler yaşanabilir. Yaşanan bu sorun daldırma süresinin daha kısa tutulması ve banyoya yapılacak alüminyum ilavesiyle minimuma indirgenebilecektir. (Dydaktyka,2011,s.18)

2.3.2.2. Sıvı Metali Sıcak Püskürtme

Öncelikle düşük ergime sıcaklığına sahip malzemelere (alüminyum ve çinko) uygulanan bu yöntem Tel ve toz püskürtmesi olarak bilinen sıcak püskürtme ile kaplama yöntemidir. Bu yöntemde propan veya oksijen-asetilen kullanılarak elde edilen alev, içinde beslenen toz veya teli eriterek çok ince parçacıklar şeklinde ekaplanacak yüzeyin üstüne püskürtür. Bu yöntemle yapılan kaplamalar sıklıkla boşluk içerirler ve bu boşluk yüzdeleri yüzeye püskürtülen sıvı metalin erime sıcaklığıyla artmaktadır. Sıvı metal püskürtme yöntemi, daha karmaşık şekillerdeki parçaların kaplanması ile bölgesel bozulmaya uğramış kaplamanın onarımına çok uygundur. Kaplama yapılırken ergime sıcaklığının yüksek olmasının oluşturduğu zorlukların yanında paslanmaz çeliklerde püskürtme yoluyla yapılan kaplamalar sık kullanılmaktadır. Bu yöntemle yüksek oranda olan boşlukları alüminyum püskürtmesiyle azaltmak mümkündür. Yüzeyi alüminyumla doldurmanın en önemli faydası 800°C'ye kadar sağladığı oksidasyon direncidir (Dydaktyka,2011,s.20-21).

2.3.2.3. Difüzyonla Yüzey Kaplama

Bu yöntemle yüzey kaplamada birincil metalin dış etkenlerden korunması, birincil metali diğer bir metal malzemeyle alaşımlayarak korozyon ve bununla birlikte öncelikle oksidasyon dayanımını arttırmak hedeflenmektedir. Kaplama yapılacak malzemeler, kaplayıcı metali hava girişine müsad etmeyecek şekilde toz halinde ayarlanmış karışım içine yataklanır. Malzemenin üst yüzeyinin katı hal difüzyonu ile alaşımlanması için sistemin kaplanacak ergime sıcaklığına yakın sıcaklık değerlerine ısıtmak gerekir. Yapılacak kaplama ısıtma zamanı v sıcaklığa bağlıdır. En yaygın difüzon kaplama yöntemleri, alüminyumlama kromlama ve çinkolamadır. Alüminyumlanmış malzemelerin üst yüzeyinde meydana gelen alümina (Al_2O_3) tabakası bu sistemde ayrıca koruyucudur.

2.3.2.4. Akımsız Yüzey Kaplama

Akımsız yüzey kaplama yönteminde, akımsız şekilde oto katalitik olarak metal atomlarının kimyasal indirgenme yöntemi yardımıyla ana metal yüzeyine kaplanma yöntemidir. Akım uygulamadan yüzey kaplama yöntemini diğer yöntemlerden ayıran 2 ana sebep vardır. Bu yöntemde akım ihtiyacı ve altlık malzemesi olarak illaki bir metal malzemeye ihtiyaç duymaması dışında elektrolitik kaplama yöntemlerine oldukça benzerdir. Akımsız kaplama yöntemlerinin en başında nikel kaplamalar gelir. Kalay, bakır ve altın kaplamalar daha çok ticari amaçla uygulanmaktadır. Özellikle aşınmaya ve korozyona karşı yüksek dirençleriyle birlikte sahip oldukları sertlikleri, süneklikleri ve çok iyi lehimlenebilirlik kabiliyetleri açısından birçok uygulama alanları olmuştur. Korozyon ve aşınma dayanımını arttırabilmek amacıyla saf nikel ya da bor, tantal ve fosfor ile alaşımlanarak kaplanmaktadır.

Akımsız yüzey nikel kaplama yönteminde asit hipofosfit banyosu kullanılmaktadır. Sodyum hipofosfit banyosu, Nikel sülfat ve katkı maddeleri içerir. Çözeltinin ihtiyaç duyduğu sıcaklık $82-84^{\circ}C$ ve pH'ı 4,6'dır. Yapılan Kaplamada elde edilen sertliğin 500-600 VHN olmasıyla beraber ısıtma işlemiyle $400^{\circ}C$ 'de amorf yapıda Ni-P'nin kristalize edilmesi sonucu 950 VHN'ye çıkmaktadır. Yapılan Kaplamada elde edilen

kalınlık daldırma zamanıyla doğru orantılıdır, metallerde uygulanan biriktirme hızıysa 10-30 $\mu\text{m/h}$ 'tir (TUNA,2013, s.9-12)

Akımsız nikel yüzey kaplama yönteminde oluşan yüzeyde, elde edilen kaplamada Ni ağırlıkça %88-95 oranlarındadır. Kaplamanın Yüzeyinde camsı amorf bir katman oluşur. Kaplamanın mikroyapısına bakıldığında diğer metallerde görülen tane yapısının ve tane sınırlarının bulunmadığı görülmektedir. Kaplamanın dokusu kristal veya toz dokusu şeklinde olmadığından yapıdaki boşlukların oluşumu galvanik hücrelerin meydana gelmesine imkân vermez. Bu sebeple elektrolitik yöntemle kaplanmış kaplamalara benzemezler. Çünkü bu yöntem kendisini harcayan kaplama yöntemi olmayıp, korunmak istenen malzemeyi ortamdaki tam anlamıyla izole ederek koruyan bir kaplama yöntemidir. Bu yöntemle 25 μm kalınlığına kadar kaplama yapılabilen ve korozyon dayanımı elektrolitik nikel kaplamayla kıyaslanabilecek parlak yüzey kaplamalar elde edilebilmektedir.

2.3.2.5. Elektrolitik Yüzey Kaplama

Farklı ya da aynı olan herhangi bir metal tuzunu barındıran sulu bir kimyasal çözeltinin içine konulan metal obje, çok güçlü katodik bir elektrik potansiyeliyle birlikte elektrolitik kaplanmaktadır. Elektrolitik kaplama, metal malzemenin çözeltiden indirgenmesiyle oksijen veya hidrojen çıkışıyla katodik reaksiyonlar sayesinde gerçekleşir.

Katodik reaksiyonlar nedeniyle elektrolitik kaplamalar hidrojen açısından yüksek oranda bulundurma eğilimindedir; bu da mikroyapıda kaplamada kırılabilirlik gibi problemlere neden olmaktadır. Bir diğer sorunsal elektrolitik kaplamaların üniform olmamasıdır. Kenarlarda, çıkıntılarda ve köşelerde yüksek elektrik alanlar oluşmaktadır. Bu alanlar düz yüzeylerle kıyaslandığında yüksek hızda kaplanmaktadır. Üniform kaplama zamanına özen gösterilmediği zaman kenarlarda ve köşelerde daha kalın kaplama kalınlıklarına neden olabilir.

İnce yapılan elektrolitik yüzey kaplamalar tek kat uygulanabilmesinin yanında farklı metallere birkaç kat olacak şekilde veya alaşım kaplamalar olarak gerçekleştirilebilmektedir. Bu duruma en iyi örnek otomobil tamponlarıdır. Otomobil tamponlarına ilk olarak bakır kaplanır. Bu kaplama yüzeydeki boşlukları doldurarak

daha iyi bir yapışma sağlar. Sonrasında korozyon direnci için nikel ve son olarak görsel için krom kaplanır. (TUNA,2013,s.9-12)

Elektrolitik yüzey kaplamaların yüzey özellikleri kaplama şartlarına aşırı hassastır. Kaplama yapılacak banyonun sıcaklığı, kaplama akım yoğunluğu ve bileşimi en önemli etmenlerdir. Bu koşulların kontrolü sağlanarak hedeflenen parlaklıkta ve sertlikteki kaplamalar elde edilir. Kaplama Banyosunun sıcaklığı arttırıldığında sertlik düşecektir. Bu sayede mat, sünek ve bazı durumlarda çatlaksız kaplamalar elde edilir. En çok yapılan elektrolitik kaplama yöntemleri kalay, nikel, krom, kadmiyum ve çinkodur.

2.3.3. Yüzey Kaplamalarda Fırın Sertleştirilmesi

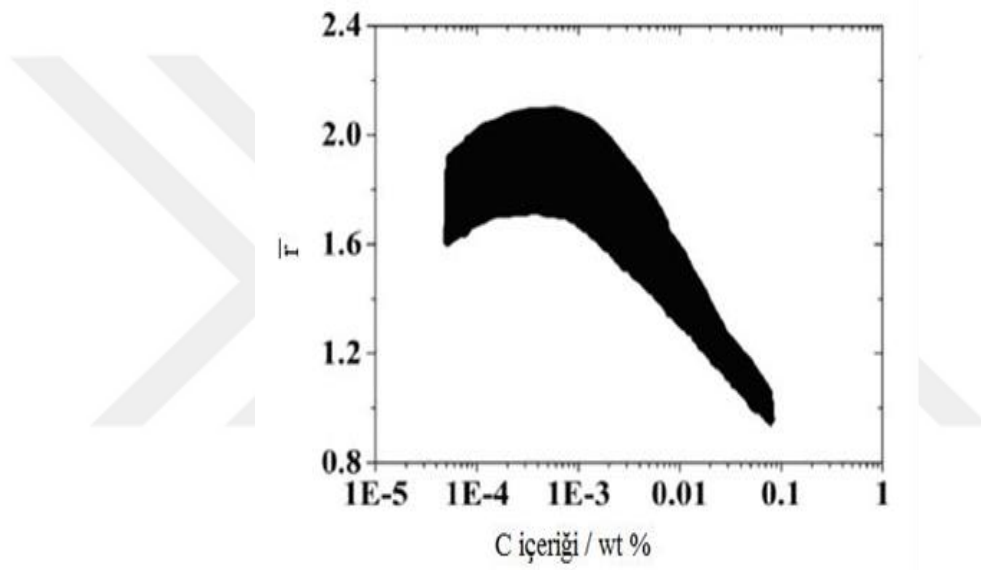
Yüzey kaplamalarında Fırın sertleştirilmesi kaplanan malzemenin deformasyon sertleşmesi olayıyla akma mukavemetlerinin arttırılmasında pozitif bir etki sağlaması amacıyla kullanılır. Malzemedeki Mukavemet artışı 150 °C ve 200 °C gibi düşük sıcaklıklarda yapılan boya pişirme işlemi sırasında geliştirilmiştir (AYTAN,2015,s.5-13). İlk olarak şekillendirilmiş çelik malzemelerin boya pişirme işlemi sırasında oluşan ısı işleminden kaynaklı akma mukavemetinde gözlemlenen artış BH etkisi olarak adlandırılır. Yapılmakta olan Bu işlem, operasyonun son aşamasında kaplanan parçaların mukavemetinin artmasını sağlamaktadır. Çelik parçaların işlem görmemiş hali yumuşak olduğu için şekillendirme işlemi esnasında çok iyi şekil verilebilme özelliği sergiler ancak sonradan uygulanan boya pişirme işlemi esnasında malzemede mukavemet artışı meydana gelir. Çelik malzemede bu tarz mukavemet elde etmek hem ilave işçilik hem de ilave üretim yeri gerektirmediği için avantaj sağlamaktadır.

Fırın sertleştirilmesine metalurjik açıdan bakacak olursak, malzemeye ilk şekil verilirken malzemenin içinde çözülmüş arayer atomlarının (çoğunlukla azot ve/veya karbon) dislokasyon bölgelerine göç etmesiyle meydana gelen bir süreçtir. Nitrojen atomları oda sıcaklığında bile dislokasyon bölgelerine yüksek difüzyon oranları nedeniyle uzun süreli saklanma durumlarında sertlik meydana getirmeleri nedeniyle nitrojen atomları çöktürülerek katı çözültiden uzaklaştırılırlar ve fırın setleştirme özellikleri sadece çözülmüş karbon atomlarının oranıyla kontrol edilir.

Önceleri, çoğunlukla bu tarz çeliklerin içindeki karbonun oranı %0,05' in üstündeydi. Teknolojinin ilerlemesiyle vakum yöntemi karbon miktarının en aza indirilmiş (%0,01-

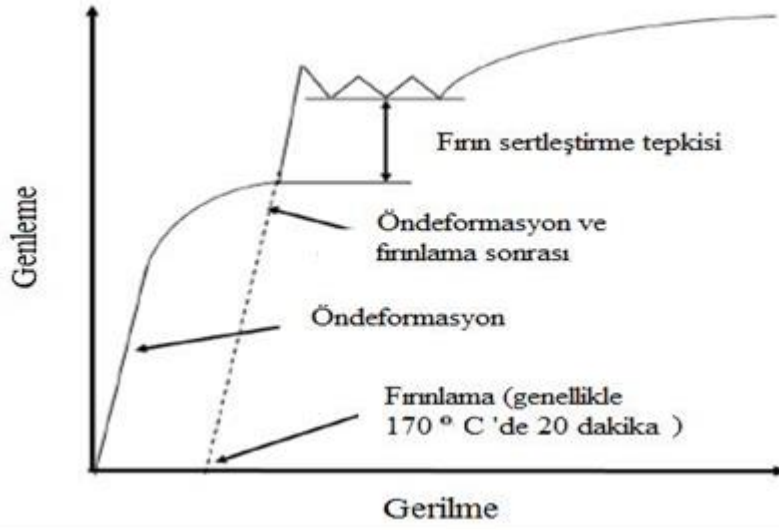
0,03 karbon) çeliklerin üretilebilmesine imkân sunmuştur. Elde edilen bu çelikler çok düşük karbonlu çelik malzemeler olarak bilinmektedir ve 100ppm seviyelerindeki karbon oranıyla yüksek şekil verilebilme kabiliyeti sunmuştur. Günümüzde, ultra düşük karbonlu çelikler 30ppm den daha az karbon içeriğiyle üretilmeye başlanmış ve çekil verilebilirlik bir üst levele atlamıştır.

Yapılan çalışmalarla karbon seviyesindeki zaltım 10ppm seviyelerine hatta altına düşürülmesi sağlanmıştır. Fakat 10ppm altındaki karbon seviyeleri şekil verilebilirliği olumsuz etkilemiştir. (AYTAN,2015,s.5-13) Şekil 2.6'da Çeliklerin şekillendirilebilme oranı ile karbon içeriğine etkisi gösterilmiştir.



Şekil 2.6: Çeliklerin şekillendirilebilme oranı ile karbon içeriğinin ilişkisi (Laura_Baker14,2002,s.4)

Malzemeyi şekillendirmeden önce oda sıcaklığında yaşlandırmanın önüne geçmek için karbon atomlarının miktarı kontrol edilmelidir. 15-25ppm karbon içeren katı çözeltiler en iyi fırın sertleştirme etkisi sunduğu gözlemlenmiştir (AYTAN,2015,s.5-13). Şekil 2,7'de Fırın sertleştirme etkisinin ölçümü gösterilmiştir.



Şekil 2.7: Fırın sertleştirme etkisinin ölçümü (AYTAN,2015,s.5-13)

2.3.3. Diğer Kaplama Yöntemleri

2.3.4.1. İnorganik Kaplamalar

İnorganik kaplamalar; kromat kaplama, fosfat kaplama ve anodik işlemler olarak gruplanabilirler. Bileşimi uygun banyolar içine daldırılan malzemeler, ortamla reaksiyona girerek üst yüzeyde tuzlardan oluşmuş bir tabaka oluştururlar. Bu işlem için güzel örnek fosfatlamadır. Fosfatlamadan hemen sonra, pasifleştirme işlemi olarak kromatlama işlemi uygulanır. Fosfatlama çelik parçalarda uygulanabilir, kromatlama tek başına ancak Cd, Zn ve Al gibi metallerde uygulanır. Yüzeyine temizlenme işlemi uygulanmış çelik parçalar asit (daha çok Zn ortofosfat) çözeltilerinde bırakılıp fosfat tabakasıyla kaplanmaktadır. Malzemenin dokusunda bulunan gözenekler korozyon direncini düşüreceğinden farklı bir tabakayla kaplanmaktadır. Fosfatlama, boya uygulanacak yüzeylerin boya için hazırlanması için de kullanılan bir işlemdir. Boya tabakasının aşınması durumunda fosfat tabakası koruyucu görevini üstlenir.

Anodik işlemler, alüminyumun korozyon oluşumundan korunmasıyla beraber mekanik aşınmalarda dayanıklı, daha kalın oksit tabakası elde etmek sebebiyle uygulanan ayrı bir yöntemdir. Metal, uygun bileşim içeren banyo içerisinde anot olarak bağlanır. Elektrolit

olarakta, kromik asit, okzalik H₂SO₄, çözeltileri kullanılır. En çok kullanılırsa, alüminyumun okzalik asit içerisinde eloksal olarak adlandırılan anodik oksidasyonudur (KAFTAN, 2006, s.43-44)

2.3.4.2. Organik Kaplamalar

Boya Organik bazlı kaplamaların en önemli temsilcisidir. En Başta demir-çelik içeren metaller olacak şekilde, tüm metalik yüzeyleri korumada kullanılır. Uygulama kolaylığının yanında düşük maliyetler nedeniyle, korozyondan korunmak için yaygın olarak kullanılmaktadır. Boyalar, metal yüzeyini dış çevreden yalıtarak oksijenin metal yüzeyiyle tepkimesini önleyen malzemelerdir. Boyalar, farklı pigment içeren, sıvı olarak yüzeye uygulanan ve bunun ardından sertleşen bileşiklerdir. Atmosfere direk maruz kalan farklı boya kaplamaları ekseriyette iki kat olarak uygulanır. Astar olan birinci tabakanın fonksiyonu; Oluşan kimyasal reaksiyonlar sonucu metal yüzeyini korozyondan korumaktır. İkinci tabakaysa, oksijen ve su geçişini engeller. Ayrıca, korozyonu önlemesiyle birlikte dekoratif özellikleri iyileştirme özellikleri de vardır. Atmosferik korozyonun etkisinde bulunan çelik yapıları korozyon oluşumundan korumak için ne tür boya kullanılması gerekliliğini belirlerken; yapının içerisinde bulunduğu ortamda korozif özelliklerini baz almak gerekir. Diğer yandan yapının kullanım ömrü göz önünde bulundurularak yüzeye uygulanacak olan boyadan istenen minimum ömür tespit edilmelidir. Boya ömrü, boyanın uygulanmasıyla başlayıp ilk bakım zamanına kadar geçen süreye denir. Boyaların korozyonu engelleyebilmesi için; geçirgen olmama, etkiyi frenleyici direnç gösterme veya katodik koruma sağlama özelliklerden en az bir tanesine sahip olması gerekmektedir. Bir boya uygulamasının başarısı, kaplanacağı yüzeyinin boyaya uygun hazırlanması ile doğrudan bağlantılıdır. Boya katmanı ile metal yüzey arasındaki bağın daha iyi olabilmesi için metalin yüzeyi boyamadan önce uygun yöntemlerle temizlenerek bekletilmeden boyanmalıdır (Çakır 1996). Boya uygulamanın, püskürtme, fırça tatbikatı, elektrostatik yöntem ve daldırma gibi değişik yöntemleri vardır. Bu yöntemlerden elektrostatik boyama ve püskürtme yöntemlerinin uygulanış şekli aşağıda anlatılmıştır.

2.3.4.2.1. Organik Boya Uygulama Yöntemleri

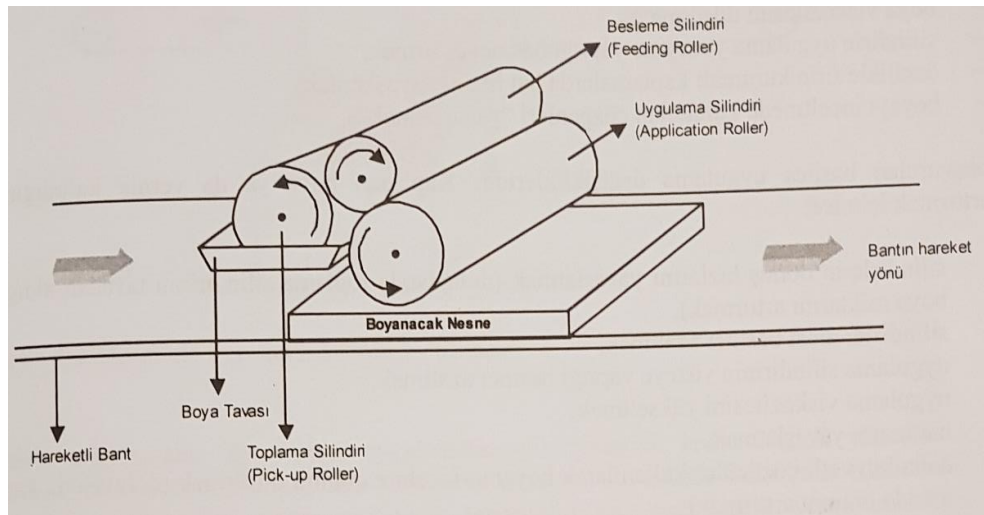
- Fırça ve boya uygulamaları
- Sprey(püskürtme) uygulamaları
- Perde uygulamaları
- Daldırma ve akıtma uygulamaları
- Elektroferotik uygulamalar
- Silindir (coil coating) uygulamalar

Bu aşamada coil coating boyama yöntemi anlatılacak ve deneysel çalışma bu uygulama üzerinden devam edecektir.

2.3.4.2.1.1. Silindir (Coil Coating) Uygulamalar

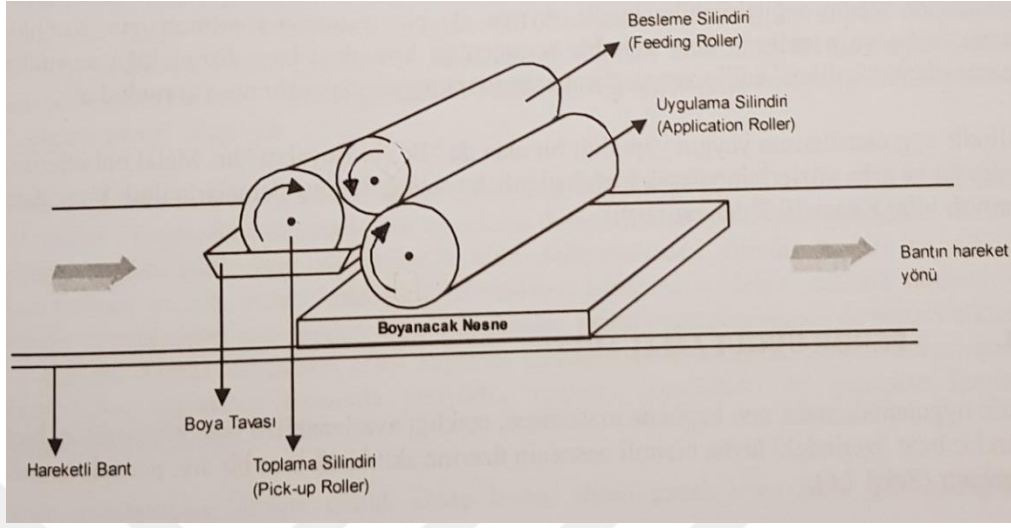
Bu yöntemle, sıvı kaplama malzemesi, birbirine değerek dönen ve temas basınçları ayarlanan silindirlerle sıvanarak bir bant üzerinde hareket halindeki uygulama yüzeyine aktarılır

Uygulama silindirinin bantın hareket doğrultusuna paralel döndüğü “direkt uygulamanın” ve bantın hareket doğrultusuna ters yönde döndüğü” Ters Yönlü uygulamanın” şemalaştırılmış görüntüsü. (Tunçgenç, 2004,s.83-84) Şekil 2.8’de uygulama silindirinin bantın hareket doğrultusuna paralel döndüğü durum gösterilmiştir.



Şekil 2.8: Uygulama silindirinin bantın hareket doğrultusuna paralel döndüğü “direkt uygulamanın” şemalaştırılmış görüntüsü. (Tunçgenç, 2004,s.83-84)

Şekil 2.9’da uygulama silindrinin bantın hareket doğrultusuna ters yönlü dönüşü gösterilmiştir.



Şekil 2.9: Uygulama silindirinin bantın hareket doğrultusuna ters yönde döndüğü "Ters Yönlü uygulamanın" şemalaştırılmış görüntüsü. (Tunçgenç, 2004,s.83-84)

Bu yöntemle son derece hızlı, kayıpsız ve sorunsuz boya uygulamaları yapılabilmekle beraber, yöntem sadece levha biçimli düz yüzeyli nesnelere için kullanılabilir. Uygulama silindirleri genellikle çözügene dayanıklı bir polimerden imal edilirler ya da metalden imal edilip çözügene dayanıklı bir polimerle kaplanırlar. Silindir uygulamalarında boyanın yayılmasının iyileştirmek için; (Tunçgenç, 2004,s.83-84)

- Boya viskozitesini düşürmek,
- Silindirin uygulama yüzeyine yaptığı basıncı arttırmak,
- Özellikle fırın kurumalı kaplamalarda hat hızını yavaşlatmak,
- Boyayı inceltmede kullanılan çözügenleri "yavaşlatmak",

Başvurulan başlıca uygulama değişiklikleridir. Kaplanan boya ya da vernik kalınlığını arttırmak için ise;

Silindirlerin dönüş hızlarını yavaşlatmak (dolayısıyla toplama silindirinin tavadan aldığı boya miktarı arttırılır)

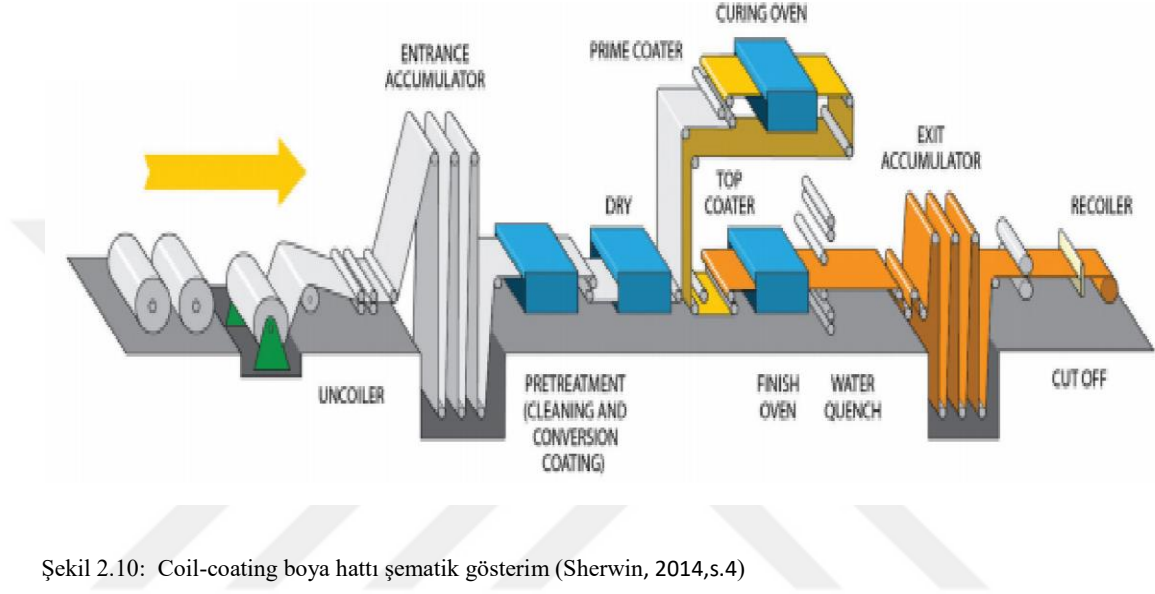
Silindirle arası basıncı azaltmak

Uygulama silindirinin yüzeye yaptığı basıncı azaltmak.

Uygulama viskozitesini yükseltmek,

Hat hızını yavaşlatmak,

Daha kuvvetli çözücüler kullanılarak boyanın incelme oranını düşürmek (Dolayısıyla katı madde oranını arttırmak) Şekil 2.10'da coil coating boy hattı şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 2.10: Coil-coating boy hattı şematik gösterim (Sherwin, 2014,s.4)

Olumlu sonuç veren değişikliklerdir. Dolayısıyla, uygulamalarda arzu edilen kalınlık ve yayılma değerlerinin en uygun dengesini elde etmek için yukarıdaki etkenlerden gerekli bulunanlar seçilip değiştirilebilmektedir. Ayrıca, iyi bir uygulama yapılması için, özellikle ahşap levha ve panellerin hem kalınlık homojenliği hem de yüzey düzgünlüğü açısından hassas olarak kalibre edilip zımparalandıktan sonra uygulamaya alınması zorunludur. (Tunçgenç, 2004,s.83-84)

BÖLÜM 3. MATERYAL YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırmada Yüzeysel coil coater hattında organik boyayla kaplanmış, ön işlem uygulanmış ya da uygulanmamış düşük karbonlu galvaniz kaplamalı ve kaplamasız çelik saçlar kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Yüzeylerin Boyaya Hazırlanması

Kaplamasız çelikten, sıcak daldırma çinko kaplamalı veya çinko-Alüminyum alaşım kaplamalı çelikten ya da kaplamasız alüminyum bobinlerin çoğunluğunu oluşturduğu yüzeyler, önce bir yağ alma işlemine tabi tutulurlar. Sıcak deterjan çözeltileriyle yapılan ve durulamayla devam edilen bu işlem, boya filminin yapışması açısından en önemli işlemdir. İşlem sırasında fırçalar kullanılarak işlemin etkinliği artırılabilir. Bu işlemi yüzey hazırlama işlemi izler. Yüzey hazırlama kimyasalları olarak, metal yüzey kompozisyonuna göre değişmek üzere çeşitli fosfat veya kromat (Cr_6-Cr_3) bileşikleri kullanılır ve son aşamada nötralize edici kromik asit banyosuyla işlem tamamlanır. Yüzey hazırlamanın amacı hem korozyon direnci sağlamak hem de boyanın yapışması için yüzeyde sağlam kristal yapılı bir bant oluşturmaktadır.

3.2.2. Bobin Astarları ve Sırt Boyaları

Bobin boyamada kullanılan son katların altında hem metale yapışması daha iyi olan hem de antikorozyon pigmentler içeren astarlar yaygın olarak kullanılır. Son kat olarak PVC plastison esaslı boyalar kullanıldığında Bunların metale yapışmalarının çok zayıf olmaları

nedeniyle, metale yapışması çok iyi akrilik astarlar kullanılır. Polyester-MF, alkid, polyester, poliüretan, akrilik poliüretan, fluorokarbon esaslı ince kat son katların altına ise yaygın olarak epoksi esaslı astarlar kullanılırlar. Daha az oranda epoksi-polyester veya polyester astarların kullanımı da mevcuttur. Anılan her üç tür astarda da ana reçineler, melamin formaldehit reçineleriyle çapraz bağlanmaya uğrarlar. Ayrıca astar formülasyonlarında antikorozyif pigmentlere yer verilir. (Tunçgenç, 2004,s.115-116) Bobinin ön yüzüne astar ve son kat uygulanırken arka yüzeyine de bazen astarlı bazen de astarsız olarak, sırt boyası(backcoat veya backer) uygulanır. Alkid, polyester, epoksi-polyester esaslı sırt boyalarının kullanılmasında amaç, çıplak sırt yüzeyinin, bobinde sarılıyken temas ettiği, boyalı ön yüzeyi çizmemesi, ayrıca uzun süreli beklemelede, bobinde korozyonun başlamamasıdır. Astar boyası ve sırt boyası uygulamalarında estetik beklentiler çok yüksek olmadığından genellikle direkt silindir uygulamasına başvurulur.

3.2.3. Bobin son kat boyalar

Son kat uygulamaları, “Kalın film uygulamaları (>100µm kuru film kalınlığı)” ve “ince film uygulamaları (15-25µm kuru film kalınlığı)” olarak başlıca iki grupta toplanabilirler. Kalın film uygulamaları PVCnin, sıvı plastikleştiricilerin içinde disperse edilmesiyle elde edilen plastisoller ve bu ortamda ezilen dış dayanımları yüksek pigmentleri içerirler. Genellikle 120µm ile 200µm arasında olabilen yüksek film kalınlığının herhangi bir dış ortam etkeninin metale ulaşmasını güçleştirmesinin de etkisiyle, bu kaplamalar çok yüksek pas direnci sağlarlar. Film oluşumu 180C-210C arasına ısıtılan filmin içindeki PVC asıltılarının kaynaşmasıyla sağlanır. PVCnin güneşin UV ışınlarına dayanıklı olmayışı dolayısıyla, zamanla tebeşirlenmeye benzer bir yüzey donuklaşmasının oluşması bu son katların zayıf yönünü oluşturur. Bu nedenle, bu tür kaplamalar daha çok güneş ışınlarının eğik geldiği, buna karşın nem ve yağmurun fazla olduğu iklim kuşaklarında (İskandinav ülkeleri, İngiltere, Kanada gibi) yaygın kullanılırlar. Diğer taraftan 15-25 mikron kuru film kalınlığında uygulanan son katlara ise “ince film son katlar” adı verilir. İnce film son katlarda yaygın kullanılan sistemler, alkid-melamin sistemleri, polyester-melamin sistemler, akrilik-melamin sistemler, silikonize polyester-melamin sistemler, silikonize akrilik- melamin sistemler ve florokarbon bağlayıcılı sistemler oluştururlar.

Akrilik veya polyester bağlayıcılarla, bloklanmış izosiyanat reçinelerini içeren poliüretan sistemler de “orta kalınlıkta son katlar” olarak anılırlar. Bu sistemlerin kullanım yaygınlıkları, getirdikleri yüksek maliyet nedeniyle daha sınırlıdır. (Tunçgenç, 2004,s.115-116)

Özellikle inşaat sektöründe kullanılan ve bobin boyama yöntemiyle boyanmış olan boyalı metallerin, uzun yıllar boyunca dış etkenlerden etkilenmeden görev yapmaları istenmektedir. Bu nedenle, bu son katlarda kullanılan pigmentlerin yüksek dış dayanım özelliklerine sahip olmaları istenir. Öte yandan, son katların iyi yayılmalarının sağlanması, bantın akış yönü boyunca çizgilerin oluşmaması için ters yönlü silindirlerle uygulanmaları tercih edilir. (Tunçgenç, 2004,s.115-116)

Bobin boyalarında, halen çok yaygın olarak çözgenli sistemler kullanılmaktadır UV kürlenmesi, sulu, toz ve sulu-toz sistemlerin denenmesine ilişkin çeşitli çalışmalar, organik kaplamalarla ilgili diğer uygulama alanlarındaki kadar yoğun olmasa da sürmektedir. Ancak, çok yaygın uygulamalardan söz etmek henüz erkendir.

3.2.4. Boyalı yüzeyde kuru film özellik testleri

Yapışma testleri

Sertlik kavramı ve sertlik direnci

Esneklik ve sağlamlık özelliklerinin testleri

Derin çekme(erichsen) testi

Darbe testi

Taş çarpma direnç testi

T-Bükme Testi

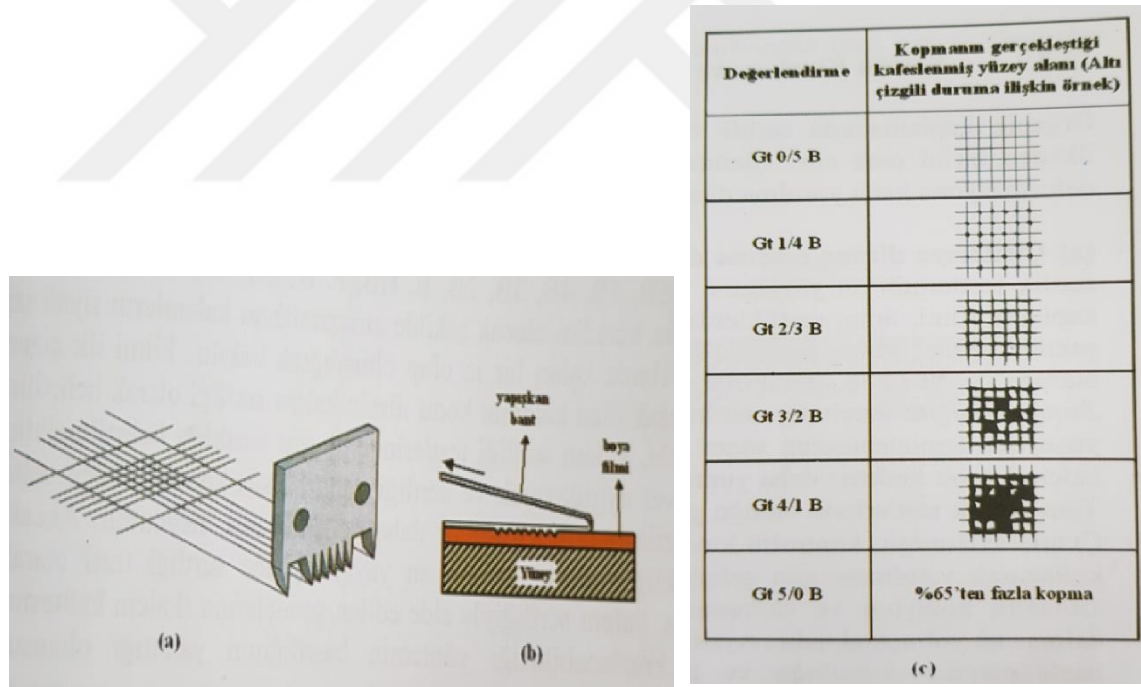
Çizilme Direnci testleri

Aşınma Direnci testleri

Bu çalışmada, Yapışma testleri (MEK testi), Derin çekme(erichsen) testi, Darbe testi, T-Bükme Testi testleri uygulanacaktır.

3.2.4.1. Yapışma Testi

Yapışma testi EN 13523-5 Standardına göre yapılmaktadır. Geçici koruma sağlama amacıyla uygulanan “sökülebilir kaplamalar” dışındaki tüm boyaların kendilerinden beklenen dekorasyon ve koruma işlevlerini sağlamalarının temel koşulu çok iyi bir yüzey yapışmasının sağlanmasıdır. Şekil 3.1’de yapılan yapışma testinin şekli ve sonuçlarının değerlendirilmesi gösterilmiştir.



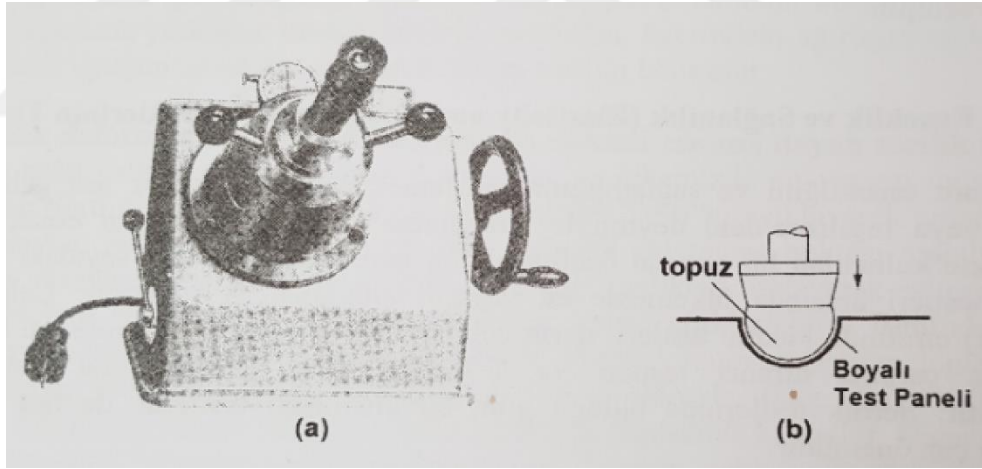
Şekil 3.1: Yapışkan bantla yapılan bir yapışma testinde(a) yüzeyin kafes biçiminde çizilmesi, (b) kafeslenen yüzeye yapıştırılan bantın hızla çekilmesi, (c) Yapışkan bant yüzeyden kopartılırken kopma düzeylerinin ASTM D 3359 ve DIN 53151 testlerine göre görsel değerlendirme (Tunçgenç, 2004,s.177)

Çeşitli yapışma testleri mevcut olmasına rağmen, en yaygın kullanılanı, çok basit olan, teyp veya yapışkan bant testidir. Bu testte, uygulanıp tam kurumasını yapmış olan organik

kaplamanın yüzeyi şekil 6.3te gösterildiği gibi kafes biçiminde yüzeye inilecek derinlikte kesilir. Daha sonra bu yüzeye yapışkan bant yapıştırılır. Ve yüzeye 180° açı yapacak şekilde hızla çekilir. Başta oluşturulan kafeslerin içinde kalan boyaların Ne ölçüde yüzeyden ayrıldığı değerlendirilerek yapışma kalitesi belirlenir.

3.2.4.2. Derin Çekme (Erichsen) Testi

Derin çekme testi ASTM E643-15 standartlarına göre yapılmıştır. Bu testte, sabit bir hızla boyalı panelin arka yüzeyine doğru itilen 20mm çapındaki yarı küre biçimli bir topuz, paneli deforme etmeye başlar. Topuzun ilerlemesi sürerken, boya filminin yüzeyi, bir yandan bir büyüteçle sürekli olarak gözlemlenir. Boya filminde ilk çatlak görüntüsü belirdiğinde cihaz durdurulur. Topuzun paneli ne derinlikte deforme ettiği kaydedilir. Şekil 3.2’de derin çekme testi cihazı gösterilmiştir.

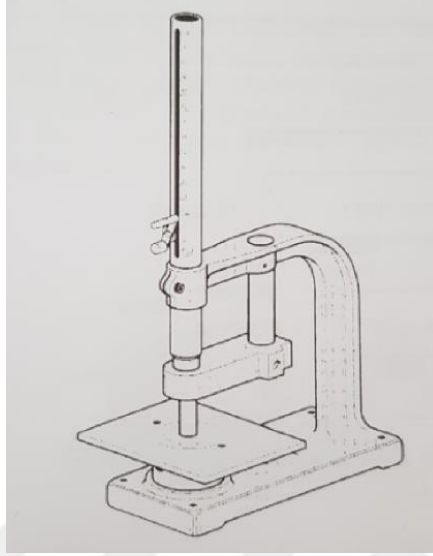


Şekil 3.2: (a)Erichsen deformasyon testi cihazının ve (b) paneldeki deformasyonun görüntüleri (Tunçgenç, 2004,s.180)

3.2.4.3. Darbe Direnci Testleri

Darbe direnci testi EN 13523-2 standartlarına göre yapılmaktadır. Belli ağırlığa sahip olan ve alt ucu yarı küresel yapıda olan çelik bir kütle, giderek artan yüksekliklerden boya filmi üzerine düşürülmesiyle yapılır. Boya filminde çatlamanın görülmediği en şiddetli darbe, “kütle x yükseklik” olarak, boyanın darbe direncini belirlemiş olur

(örneğin, 50kg.cm gibi). Düşen cismin kütleinin ve yarı küre çapının farklı olmasıyla birbirinden ayrılan farklı darbe test cihazları mevcuttur. Şekil 3.3’de darbe direnci testi cihazı şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.3: Tipik Darbe direnci testi cihazı (Tunçgenç, 2004,s.181)

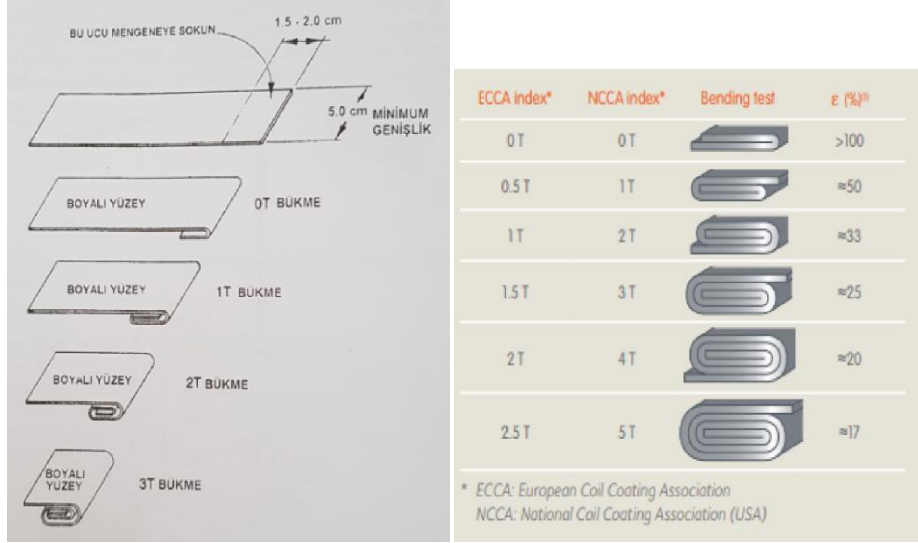
Öte yandan, boyalı levhanın nasıl şekillendirilerek kullanılacağına bağlı olarak bazı kullanım alanlarında, darbe, boyalı panelin arka yüzeyine de uygulanır. Bu durumda bulunan değere ters darbe direnci denir. (Tunçgenç, 2004,s.176-183)

3.2.4.4. T-Bükme Testi

T-bükme testleri EN 13523-7 standardına göre yapılmaktadır. Boyalı metal levhalara kullanım ömürleri sırasında uygulanacak biçim verme işlemleri sırasında oluşabilecek boya çatlama ve kırılmalarını öngörebilmek amacıyla yapılan bir testtir.

Boyalı metal şeridi bir ucundan 180C bükülüp katlanarak boyada çatlama olup olmadığı büyüteç yardımıyla incelenir. (0T testi), çatlama gözleniyorsa şekilde görüldüğü gibi aynı uçtan bükmeye devam edilir. (1T, 2T, ...testleri) çatlamanın görülmediği bükme işleminden sonra teste son verilir ve test sonucu, çatlama gözlenmeyen en küçük rakamlı T bükmesi olarak kaydedilir. (20C de 2T gibi) (Giannakopoulos, 2012, s.138-140)

Boyanmış çeliğin bükülmesiyle yapılan bir T-bükme testi Şekil 3.4’te testin yapılış şekli gösterilmiştir.



Şekil 3.4: Boyanmış çeliğin bükülmesiyle yapılan bir T-bükme testi (Tunçgenç, 2004,s.182)

3.2.4.5. MEK Testi

MEK testi EN 13523-11 standardına göre yapılmaktadır. Operatör beze bir miktar mek dökerek boyalı yüzeye bastırmadan elin kendi ağırlığıyla yüz kez sürmesi gerekmektedir. Sağlıklı bir boyada 100 kez sürtme sonucu aşınma olmamalıdır.

3.2.4.6. Yüzey İnceleme Yöntemleri



(a)Nikon SMZ800



(b)Nikon ECLIPSE L150

Şekil 3.5: (a) Işık mikroskobu 1 ve (b) Işık mikroskobu 2

Deneysel çalışmada hazırlanan numunelerin yüzeyi Şekil 3.5'te görülen Nikon SMZ800, Nikon ECLIPSE L150 ışık mikroskoplarıyla incelenmiştir.

BÖLÜM 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bu çalışmada Coil coting sistemlerde boyanan galvaniz kaplı ya da yüzeyi galvaniz kaplanmamış düşük karbonlu çeliklerin boya dayanım özellikleri incelenecektir. Coil coating sisteminde malzeme boya hattında aşamalı olarak sırasıyla,

Yüzey yağ temizleme

Kromatlama (fırlama)

Astarlama (fırlama)

Boyama işlemi (fırlama)

Olacak şekilde sıralı işlemlere tabi tutularak nihai ürün elde edilir.

Bu incelemelerde yüzeyi yağdan arındırılmış numunelere ön işlem, astar ve boya uygulamaları yapılmıştır. Tablo 4.1 de DX51D çeliğinin kimyasal bileşimi ve mekanik özellikleri gösterilmiştir.

Tablo 4.1: DX51D malzeme özellikleri (Tezcan,2019, s.1)

SICAK DALDIRMAYLA SÜREKLİ OLARAK KAPLANMIŞ YASSI MAMÜLLER (TS EN 10346)

No	Çelik kalitesi	Çelik numarası	Kaplama türü	Kimyasal Kompozisyon (%) Max						Akma Gerilmesi (N/mm ²)	Kopma Gerilmesi (N/mm ²)
				C	Si	Mn	P	S	Ti		
1	DX51D	10.917	+Z +AZ	0,18	0,5	1,2	0,12	0,045	0,3	*	270-500

4.1. Galvaniz Kaplı Yüzeyin Boyanması Sonucu Elde Edilen Sonuçlar

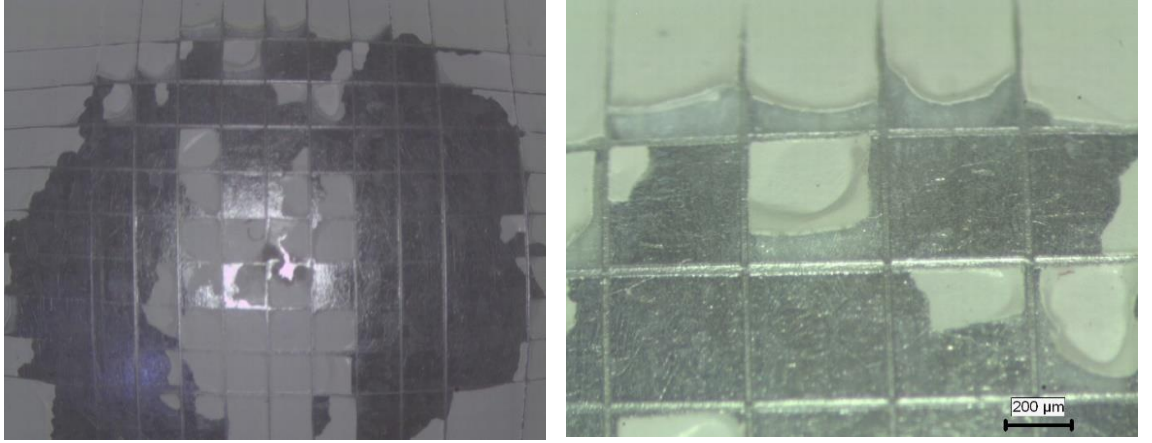
Tablo 4.2’de yüzeyi galvaniz kaplanmış ön işlem uygulanmadan boyanan malzemenin mekanik test değerleri gösterilmiştir.

Tablo 4.2: Yüzeyi galvaniz kaplı DX51 Malzemenin Ön işlemsiz (kromatsız) ve astarsız olarak boyanan malzemeye uygulanan mekanik test değerleri

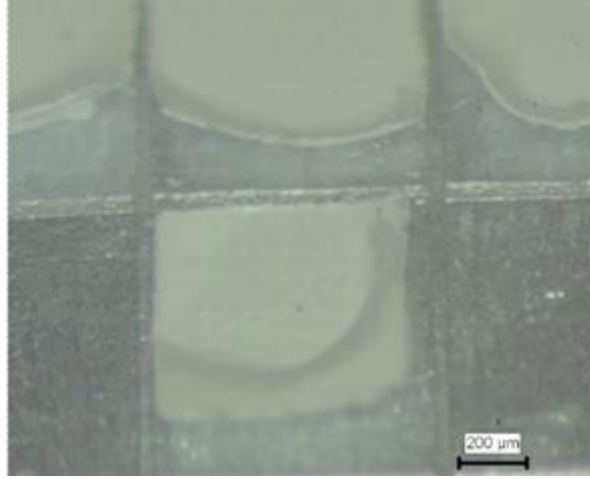
MALZEME	GALVANİZ KALINLIĞI	UYGULAMA SICAKLIĞI (°C)	T- BENT	DERİN ÇEKME	MEK TESTİ (DÖKÜLME)	BOYA KALINLIĞI	ÖN İŞLEM	ASTAR
DX51	60 gr/m ²	216	2	7.5mm	10	15 MİKRON	YOK	YOK

Tablo 4.2’de yüzeyi 60 gr/m² galvaniz kaplanmış ön işlem ve astar uygulamadan 216 °C de 15 mikron boya uygulanmış düşük karbonlu çelik malzemeye 7.5 mm derin çekme testi, T-Bent ve MEK testi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar irdelendiğinde Derin çekme testinde hiç kopmama olmaması gerekirken malzeme yüzeyden büyük oranda ayrılmıştır. Kopmalar kısmen yüzeyden ayrılma şeklinde olmuştur. Mek testinde ise aşınma Standardın %10unda gerçekleşmiştir.

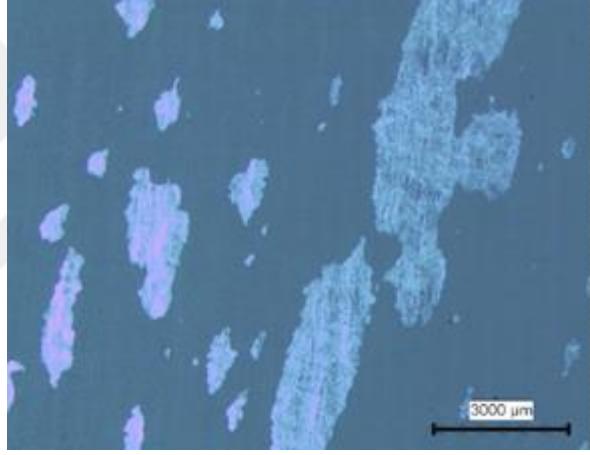
Numunelerin yüzeyi ilk üç şekilde ASTM D 3359 ve DIN 53151 testlerine göre çizilerek derin çekme testine tabi tutularak yüzeydeki kopmalar bant testiyle kontrol edilmiştir. Yüzeyler incelendiğinde yüzeyde Gt 5/0 B oranında kopmalar olduğu görülmüştür. Yüzeye ön işlemlerden herhangi biri uygulanmadığı takdirde galvanizin parlak yüzeyinin yapışmayı olumsuz etkilediği görülmüştür. Şekillere dikkatli bakıldığında komaların yüzeyden ayrılma şeklinde olduğu bu da yapışmanın oldukça zayıf olduğunu gösterir. Yüzeyi galvaniz kaplı DX51 Malzemenin Ön işlemsiz (kromatsız) ve astarsız olarak boyanarak mekanik testlere tabi tutulması sonucu elde edilen optik mikroskop görüntüleri Şekil 4.1- 4.2- 4.3’deki gibi olmuştur.



Şekil 4.1: ASTM D 3359 ve DIN 53151 standartlarına göre tahrip edilmiş ve ASTM E643-15 standardına göre derin çekme uygulanmış numunenin Işık mikroskopunda ayrı ayrı 10X ve 50X büyütme ile incelenmesi



Şekil 4.2: ASTM D 3359 ve DIN 53151 standartlarına göre tahrip edilmiş ve ASTM E643-15 standardına göre derin çekme uygulanmış numunenin Işık mikroskobu 100X büyütme ile incelenmesi



Şekil 4.3: EN 13523-11 standardına göre yapılmış MEK testinin Işık mikroskobu 50X büyütme görüntüsü

Tablo 4.3’de yüzeyi galvaniz kaplanmış ön işlem uygulanmış astar atılmadan boyanan malzemenin mekanik test değerleri gösterilmiştir.

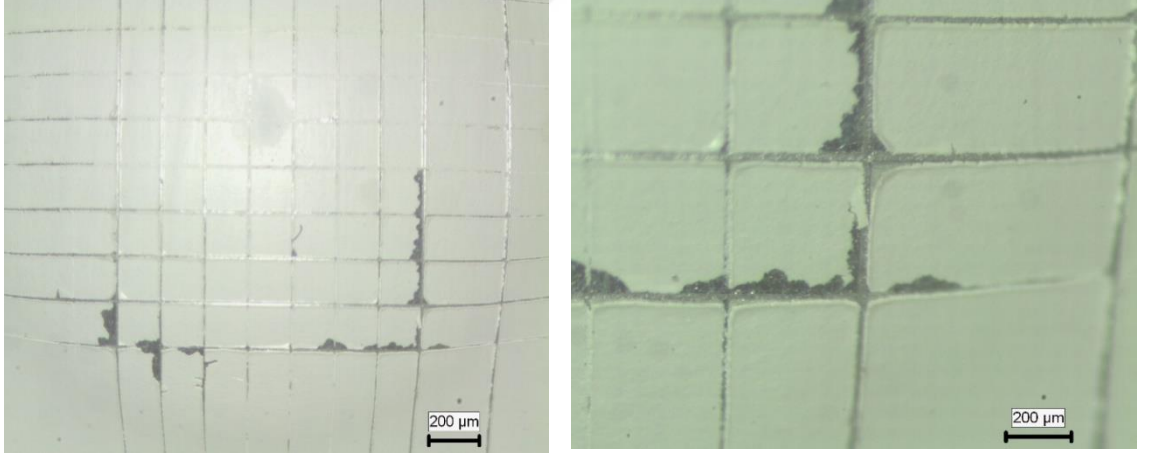
Tablo 4.3: Yüzeyi galvaniz kaplı DX51 Malzemenin Ön işlemlili (kromatlı) ve astarsız olarak boyanan malzemeye uygulanan mekanik test değerleri

MALZEME	GALVANİZ KALINLIĞI	UYGULAMA SICAKLIĞI(°C)	T- BENT	DERİN ÇEKME	MEK TESTİ (DÖKÜLME)	BOYA KALINLIĞI	ÖN İŞLEM	ASTAR
DX51	60 gr/m ²	216	1.5	7.5mm	90	15 MİKRON	VAR	YOK

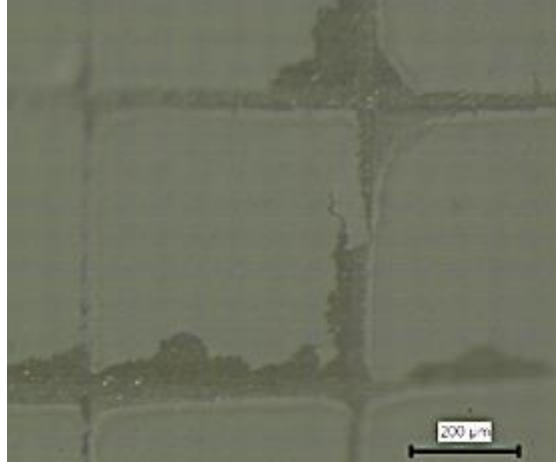
Tablo 4.3’de yüzeyi 60 gr/m² galvaniz kaplanmış ön işlem uygulanmış, 216 °C de 15 mikron boya uygulanmış düşük karbonlu çelik malzemeye 7.5 mm derin çekme testi, T-Bent ve MEK testi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar irdelendiğinde Derin çekme testinde boyada kopmama olmaması gerekirken tahrip noktalarında küçük çaplı boya kopmaları meydana gelmiştir. Mek testinde ise aşınma Standardın %90nını karşılamaktadır.

Test 2 de galvaniz kaplı düşük karbonlu çelik malzemenin yüzeyine ön işlem (Kromat) uygulanmıştır. Kromat uygulanan yüzey incelendiğinde yüzeye uygulanan boyadaki kopmalar tahrip edilen noktalarda ve ön işlemsiz kaplamaya göre çok çok az olduğu gözlemlenmiştir. Bu da boya kaplama işleminden önce uygulanan ön işlemin boyanın yüzeye tutunmasına ne kadar faydası olduğunu göstermektedir.

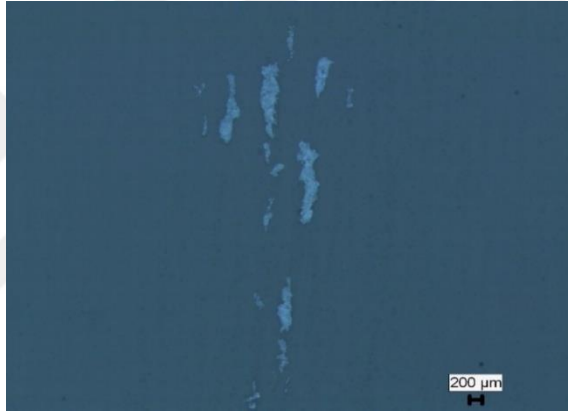
Yüzeyi galvaniz kaplı DX51 Malzemenin Ön işlemlili (kromatlı) ve astarsız olarak boyanarak mekanik testlere tabi tutulması sonucu elde edilen görüntüler şekil 4.4- 4.5- 4.6’ daki gibi olmuştur.



Şekil 4.4 : ASTM D 3359 ve DIN 53151 standartlarına göre tahrip edilmiş ve ASTM E643-15 standardına göre derin çekme uygulanmış numunenin Işık mikroskopunda ayrı ayrı 10X ve 50X büyütme ile incelenmesi



Şekil 4.5: ASTM D 3359 ve DIN 53151 standartlarına göre tahrip edilmiş ve derin çekme uygulanmış numunenin Işık mikroskobu 100X büyütme ile incelenmesi



Şekil 4.6: EN 13523-11 standardına göre yapılmış MEK testinin Işık mikroskobu 100X büyütme görüntüsü

Tablo 4.4'te yüzeyi galvaniz kaplanmış ön işlem uygulanmamış astar atıldıktan sonra boyanan malzemenin mekanik test değerleri gösterilmiştir.

Tablo 4.4: Yüzeyi galvaniz kaplı DX51 Malzemenin Ön işlemsiz (kromatsız) ve astarlı olarak boyanan malzemeye uygulanan mekanik test değerleri

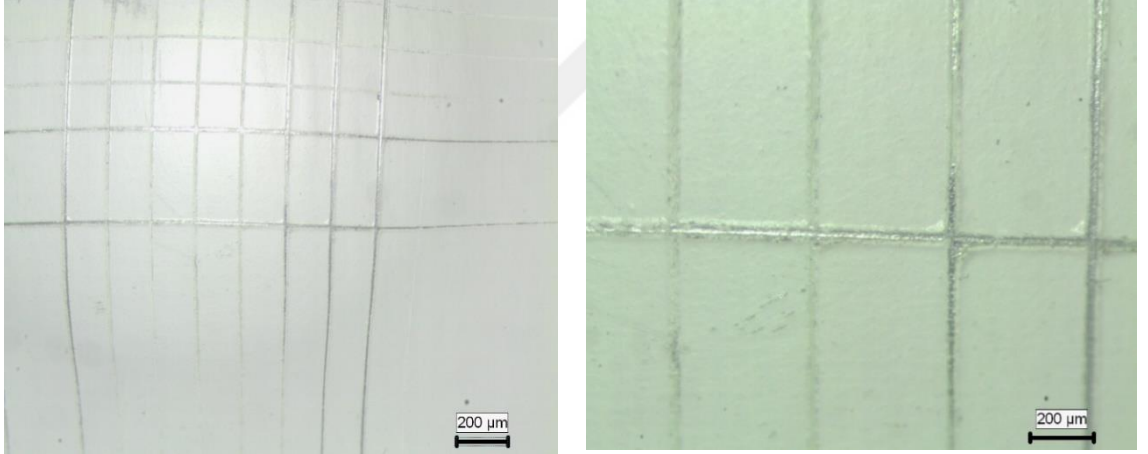
MALZEME	GALVANİZ KALINLIĞI	UYGULAMA SICAKLIĞI(°C)	T- BENT	DERİN ÇEKME	MEK TESTİ (GÖKÜLME)	BOYA KALINLIĞI	ÖN İŞLEM	ASTAR
DX51	60 gr/m ²	216	1	7.5mm	100	15 MİKRON	YOK	VAR

Tablo 4,4'de yüzeyi 60 gr/m² galvaniz kaplanmış yalnızca astar uygulanmış, 216 °C de 15 mikron boya uygulanmış düşük karbonlu çelik malzemeye 7.5 mm derin çekme testi,

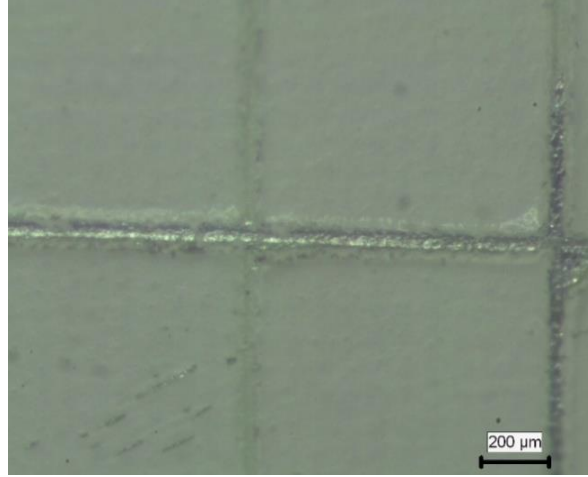
T-Bent ve MEK testi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar irdelendiğinde Derin çekme testinde boyada kopmama olmaması gerekirken tahrip noktalarında küçük çaplı boya kopmaları meydana gelmiştir. Mek testinde ise aşınma Standardın %100unu karşılamaktadır. Fakar 200X büyütmede noktasal aşınmalar gözlenmiştir

Test 3 te galvaniz kaplı düşük karbonlu çelik malzemenin yüzeyine ön işlem (Kromat) uygulanmamış, astar uygulanmıştır. Astar uygulanan yüzey incelendiğinde yüzeye uygulanan boyada kopmalar gözlemlenmemiştir. Fakat 3. Şekildedeki görüldüğü gibi yüzeyde çok küçük boya yırtılmaları gözlemlenmiştir. Bu da boya kaplama işleminden önce uygulanan ön işlemin boyanın yüzeye tutunmasına ne kadar faydası olduğunu göstermektedir.

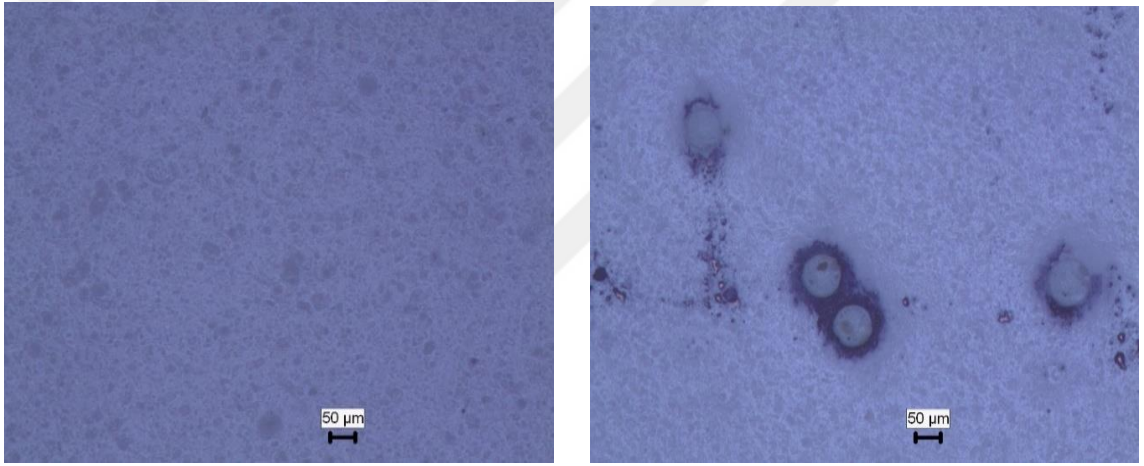
Yüzeyi galvaniz kaplı DX51 Malzemenin kromatsız ama astar uygulandıktan sonra boyanan yüzeyin mekanik testlere tabi tutulması sonucu elde edilen görüntüler Şekil 4.7-4.8- 4.9' daki gibi olmuştur.



Şekil 4.7: ASTM D 3359 ve DIN 53151 standartlarına göre tahrip edilmiş ve ASTM E643-15 standardına göre derin çekme uygulanmış numunenin Işık mikroskopunda ayrı ayrı 50X ve 100X büyütme ile incelenmesi



Şekil 4.8: ASTM D 3359 ve DIN 53151 standartlarına göre tahrip edilmiş ve derin çekme uygulanmış numunenin Işık mikroskobu 200X büyütme ile incelenmesi



Şekil 4.9: EN 13523-11 standardına göre yapılmış MEK testinin Işık mikroskobu 100X ve 200X büyütme görüntüsü

Tablo 4.5’de yüzeyi galvaniz kaplanmış ön işlem uygulanmış ve astar atıldıktan sonra boyanan malzemenin mekanik test değerleri göstermiştir.

Tablo 4.5: Yüzeyi galvaniz kaplı DX51 Malzemenin Ön işlemleri (kromatlı) ve astarlı olarak boyanan malzemeye uygulanan mekanik test değerleri

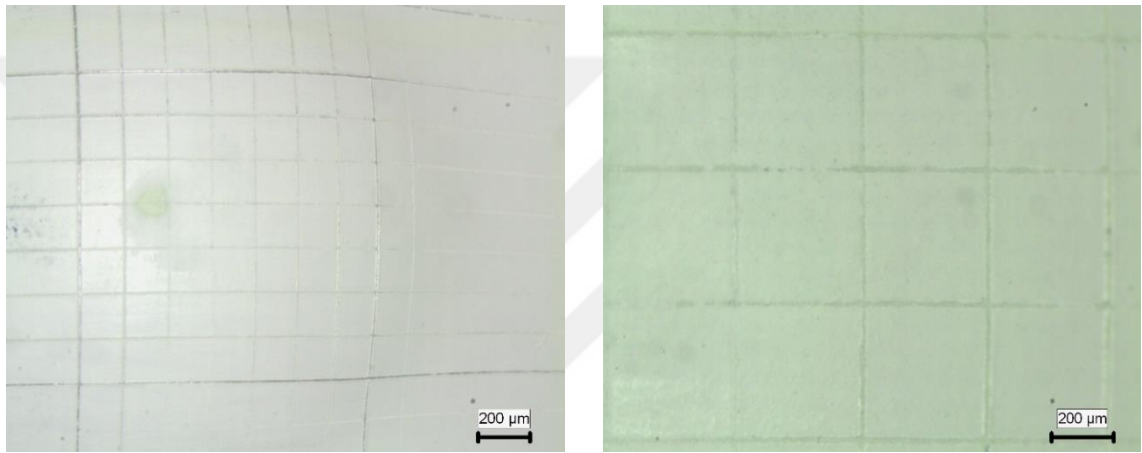
MALZEME	GALVANİZ KALINLIĞI	UYGULAMA SICAKLIĞI(°C)	T- BENT	DERİN ÇEKME	MEK TESTİ (GÖKÜLME)	BOYA KALINLIĞI	ÖN İŞLEM	ASTAR
DX51	60 gr/m ²	216	0,5	7.5mm	100	15 MİKRON	VAR	VAR

Tablo 4.5’de yüzeyi 60 gr/m² galvaniz kaplanmış ön işlem ve astar uygulayarak 216 °C de 15 mikron boya uygulanmış düşük karbonlu çelik malzemeye 7.5 mm derin çekme

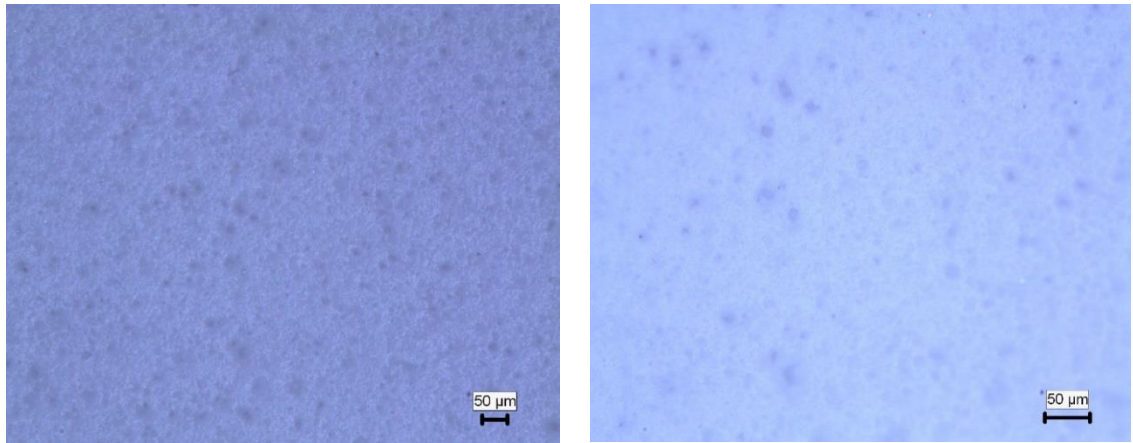
testi, T-Bent ve MEK testi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar irdelendiğinde Derin çekme testinde boyada kopma gözlemlenmemiştir. Mek testinde ise aşınma Standardın %100unu karşılamaktadır

Yüzeyi hem kromatlanmış hem astarlanmış malzemenin yüzeyine uygulanan boyanın testleri incelendiğinde ne derin çekme ne de mek testinde boyada hiçbir deformasyon görülmemiştir.

Yüzeyi galvaniz kaplı DX51 Malzemenin kromatlı ve astarlı olarak boyanarak mekanik testlere tabi tutulması sonucu elde edilen görüntüler şekil 4.10- 4.11' deki gibi olmuştur.



Şekil 4.10: ASTM D 3359 ve DIN 53151 standartlarına göre tahrip edilmiş ve ASTM E643-15 standardına göre derin çekme uygulanmış numunenin Işık mikroskobunda ayrı ayrı 50X ve 100X büyütme ile incelenmesi



Şekil 4.11: EN 13523-11 standardına göre yapılmış MEK testinin Işık mikroskobu 100X ve 200X büyütme görüntüsü

4.2. Galvaniz kaplanmamış yüzeyin boyanması ile elde edilen sonuçlar

Tablo 4.6’da Yüzeyi galvaniz kaplanmamış Malzemenin Ön işlemsiz (kromatsız) ve astarsız olarak boyanan malzemeye uygulanan mekanik test değerleri göstermiştir.

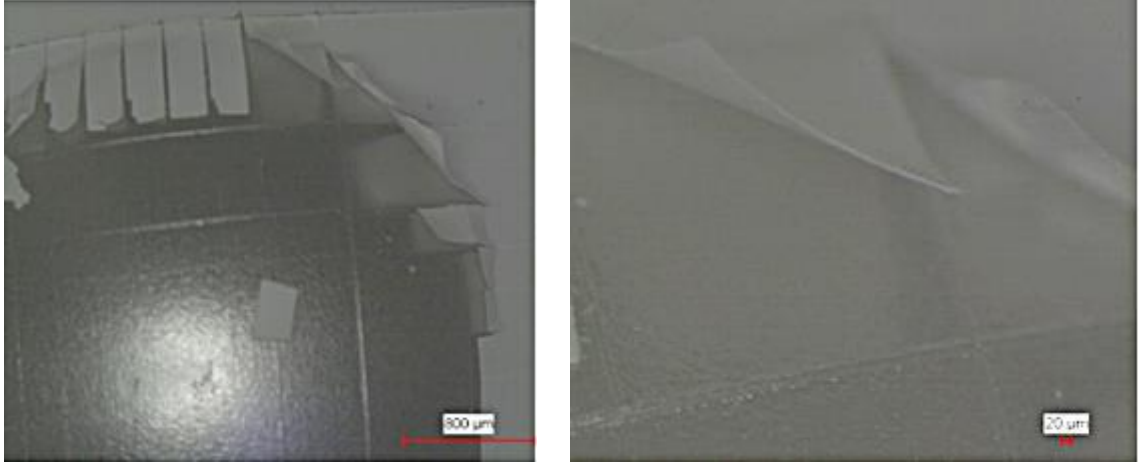
Tablo 4.6: Yüzeyi galvaniz kaplanmamış DC01 Malzemenin Ön işlemsiz (kromatsız) ve astarsız olarak boyanan malzemeye uygulanan mekanik test değerleri

MALZEME	GALVANİZ KALINLIĞI	UYGULAMA SICAKLIĞI(°C)	T- BENT	DERİN ÇEKME	MEK TESTİ (GÖKÜLME)	BOYA KALINLIĞI	ÖN İŞLEM	ASTAR
DX51	YOK	216	2	7.5mm	5	15 MİKRON	YOK	YOK

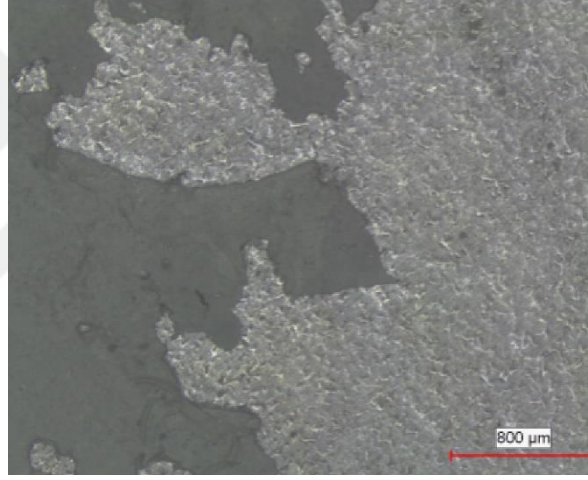
Tablo 4.6’da yüzeyi galvaniz kaplanmamış ön işlem ve astar uygulamadan 216 °C de 15 mikron boya uygulanmış düşük karbonlu çelik malzemeye 7.5 mm derin çekme testi, T-Bent ve MEK testi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar irdelendiğinde Derin çekme testinde hiç kopmama olmaması gerekirken malzemenin yüzeyde tutunamadığı ve kağıt gibi yüzeyden ayrıldığı gözlemlenmiştir Mek testinde ise aşınma Standardın %5’inde gerçekleşmiştir.

Yüzeyine galvaniz kaplanmamış DC01 Malzemenin Ön işlemsiz (kromatsız) ve astarsız olarak boyanan malzemenin yüzeyindeki yapışma yüzeyi incelendiğinde yapışmanın şekil vermeye uygun olmadığı açıkça görülmektedir. Boya yüzeyden zar şeklinde ayrılmıştır. Yapışma yok denecek kadar azdır.

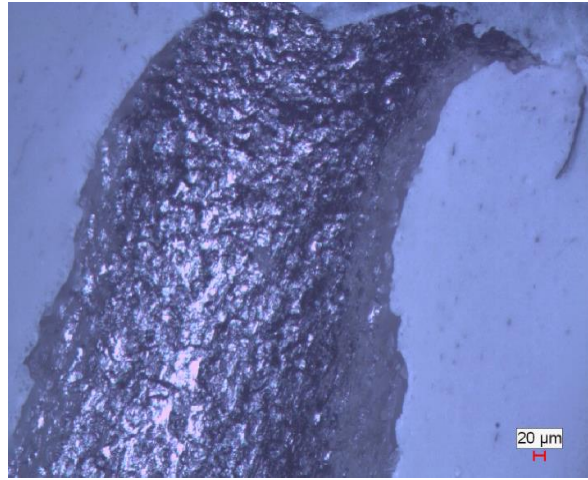
Yüzeyi galvaniz kaplanmamış DC01 Malzemenin kromatsız ve astarsız olarak boyanan yüzeyinin mekanik testlere tabi tutulması sonucu elde edilen görüntüler Şekil 4.12- 4.13- 4.14’ deki gibi olmuştur.



Şekil 4.12: ASTM D 3359 ve DIN 53151 standartlarına göre tahrip edilmiş ve ASTM E643-15 standardına göre derin çekme uygulanmış numunenin Işık mikroskopunda ayrı ayrı 10X ve 40X büyütme ile incelenmesi



Şekil 4.13: EN 13523-11 standardına göre yapılmış MEK testinin Işık mikroskobu 100X ve 200X büyütme görüntüsü



Şekil 4.14: EN 13523-7 standardına göre yapılan T-Bent Işık mikroskobu 50x büyütme sonucu elde edilen görüntü

Tablo 4.7’de Yüzeyi galvaniz kaplanmamış DX51 Malzemenin Ön işlemlili (kromatlı) ve astarsız olarak boyanan malzemeye uygulanan mekanik test değerleri gösterilmiştir.

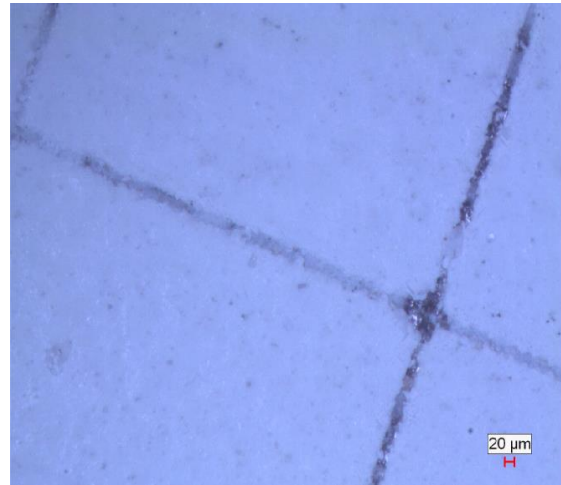
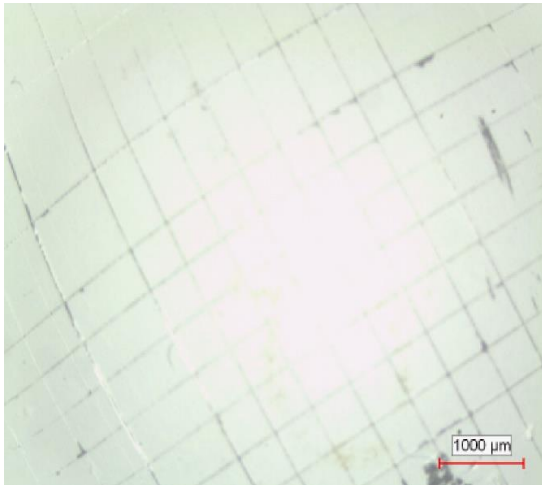
Tablo 4.7: Yüzeyi galvaniz kaplanmamış DC01 Malzemenin Ön işlemlili (kromatlı) ve astarsız olarak boyanan malzemeye uygulanan mekanik test değerleri

MALZEME	GALVANİZ KALINLIĞI	UYGULAMA SICAKLIĞI	T- BENT	DERİN ÇEKME	MEK TESTİ (GÖKÜLME)	BOYA KALINLIĞI	ÖN İŞLEM	ASTAR
DX51	YOK	216	1	7.5mm	80	15 MİKRON	Var	YOK

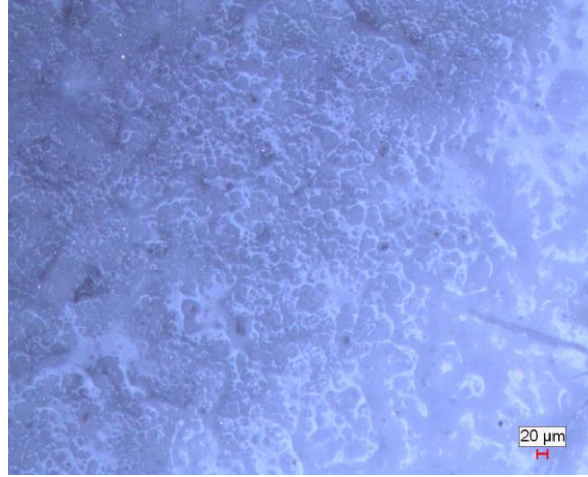
Tablo 4.7’de yüzeyi galvaniz kaplanmamış ön işlem uygulanmış, 216 °C de 15 mikron boya uygulanmış düşük karbonlu çelik malzemeye 7,5 mm derin çekme testi, T-Bent ve MEK testi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar irdelendiğinde Derin çekme testinde boyada kopmama olmaması gerekirken tahrip noktalarında yok denecek kadar az kopmalar meydana gelmiştir. Mek testinde ise aşınma Standardın %80’sini karşılamaktadır.

Yüzeyi galvaniz kaplanmamış DC01 Malzemenin Ön işlemlili (kromatlı) ve astarsız olarak boyanan malzemenin yüzeyi incelendiğinde ön işlemin boyanın tutunmasındaki etkisini açıkça görmekteyiz. Derin çekme testinde yüzeyde kopma görülmemiş, mek testinde ise aşınma oluşmamıştır.

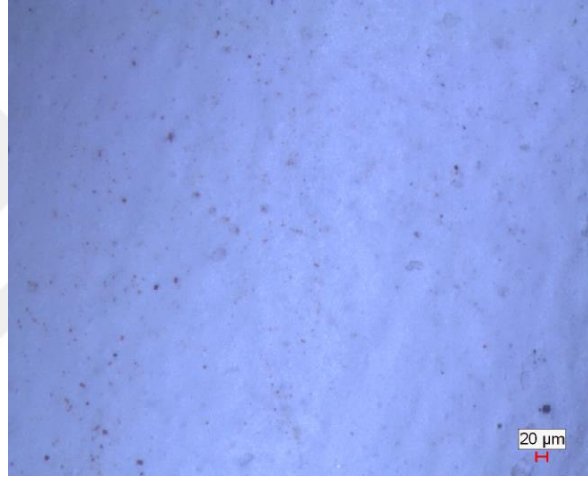
Yüzeyi galvaniz kaplanmamış DC01 Malzemenin kromatsız ama astar uygulandıktan sonra boyanan yüzeyin mekanik testlere tabi tutulması sonucu elde edilen görüntüler 4.15- 4.16- 4.17’ deki gibi olmuştur.



Şekil 4.15: ASTM D 3359 ve DIN 53151 standartlarına göre tahrip edilmiş ve ASTM E643-15 standardına göre derin çekme uygulanmış numunenin ışık mikroskopunda ayrı ayrı 10X ve 50X büyütme ile incelenmesi



Şekil 4.16: EN 13523-11 standardına göre yapılmış MEK testinin Işık mikroskobu 50X büyütme görüntüsü



Şekil 4.17: EN 13523-7 standardına göre yapılan T-Bent Işık mikroskobu 50x büyütme sonucu elde edilen görüntü

Tablo 4.8’de Yüzeyi galvaniz kaplanmamış Malzemenin Ön işlemsiz (kromatsız) ve astarlı olarak boyanan malzemeye uygulanan mekanik test değerleri gösterilmiştir

Tablo 4.8: Yüzeyi galvaniz kaplanmamış DC01 Malzemenin Ön işlemsiz (kromatsız) ve astarlı olarak boyanan malzemeye uygulanan mekanik test değerleri

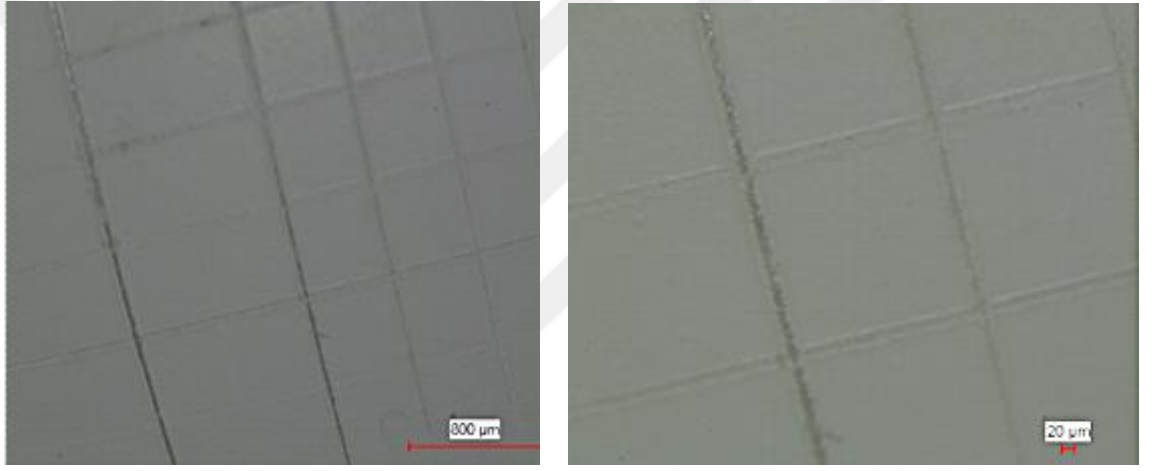
MALZEME	GALVANİZ KALINLIĞI	UYGULAMA SICAKLIĞI	T- BENT	DERİN ÇEKME	MEK TESTİ (GÖKÜLME)	BOYA KALINLIĞI	ÖN İŞLEM	ASTAR
DX51	YOK	216	1	7.5mm	100	15 MİKRON	YOK	VAR

Tablo 4.8’de yüzeyi galvaniz kaplanmamış yalnızca astar uygulanmış, 216 °C de 15 mikron boya uygulanmış düşük karbonlu çelik malzemeye 7,5 mm derin çekme testi, T-Bent ve MEK testi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar irdelendiğinde Derin çekme

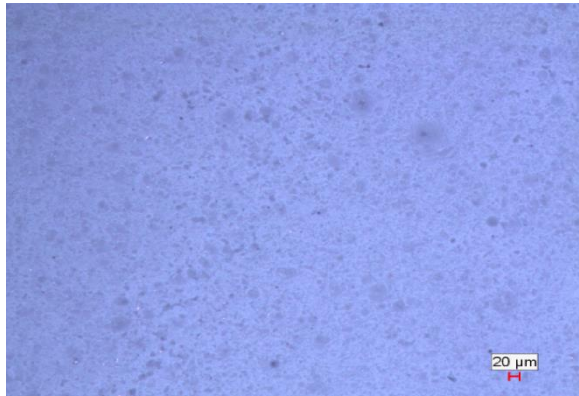
testinde boyada kopmama olmaması gerekirken tahrip noktalarında boya kopmaları tespit edilmemiştir.. Mek testinde ise aşınma Standardın %100unu karşılamaktadır. T-Bent çatlaklar tespit edilmiştir.

Yüzeyi galvaniz kaplanmamış DC01 Malzemenin Ön işlemsiz (kromatsız) ve astarlı olarak boyanan malzemenin yüzeyi incelendiğinde Derin çekme testinde yüzeyde kopma görülmemiştir. Mek testinde ie aşınma olmamıştır. T-Bent Testinde 1 bükmede küçük çatlamlar oluşmuştur.

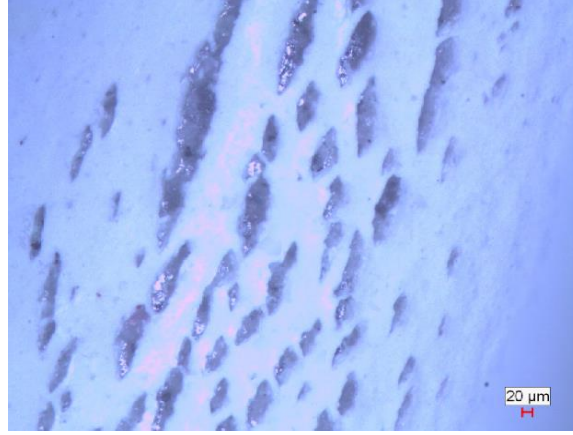
Yüzeyi galvaniz kaplanmamış DC01 Malzemenin kromatsız ama astar uygulandıktan sonra boyanan yüzeyin mekanik testlere tabi tutulması sonucu elde edilen görüntüleri Şekil 4.18- 4.19- 4.20' deki gibi olmuştur.



Şekil 4.18: ASTM D 3359 ve DIN 53151 standartlarına göre tahrip edilmiş ve ASTM E643-15 standardına göre derin çekme uygulanmış numunenin Işık mikroskobunda ayrı ayrı 20X ve 40X büyütme ile incelenmesi



Şekil 4.19: EN 13523-11 standardına göre yapılmış MEK testinin Işık mikroskobu 50X büyütme görüntüsü



Şekil 4.20: EN 13523-7 standardına göre yapılan T-Bent Işık mikroskobu 50x büyütme sonucu elde edilen görüntü

Tablo 4.9’da Yüzeyi galvaniz kaplanmamış Malzemenin Ön işlemsiz (kromatsız) ve astarlı olarak boyanan malzemeye uygulanan mekanik test değerleri gösterilmiştir.

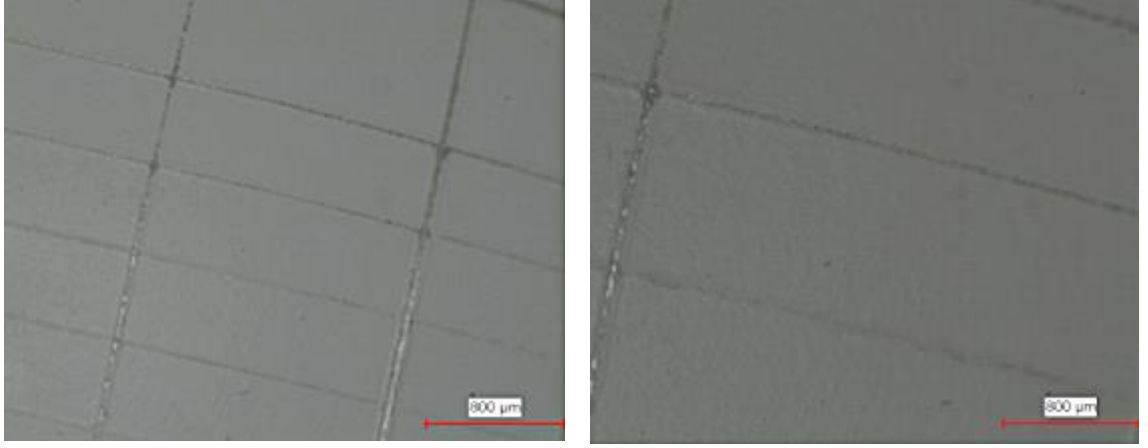
Tablo 4.9: Yüzeyi galvaniz kaplanmamış DC01 Malzemenin Ön işlemlili (kromatlı) ve astarlı olarak boyanan malzemeye uygulanan mekanik test değerleri

MALZEME	GALVANİZ KALINLIĞI	UYGULAMA SICAKLIĞI	T- BENT	DERİN ÇEKME	MEK TESTİ (GÖKÜLME)	BOYA KALINLIĞI	ÖN İŞLEM	ASTAR
DX51	YOK	216	0,5	7.5mm	100	15 MİKRON	VAR	VAR

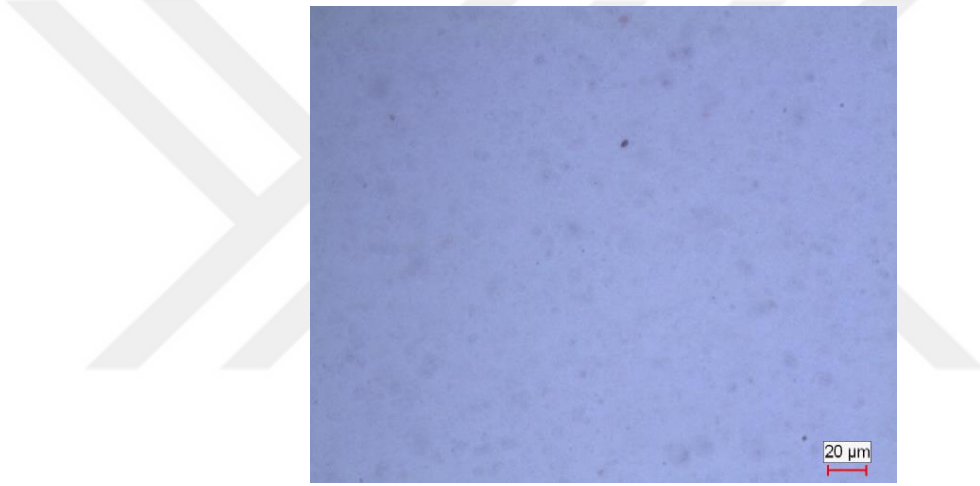
Tablo 4.9’de yüzeyi galvaniz kaplanmamış ön işlem ve astar uygulayarak 216 °C de 15 mikron boya uygulanmış düşük karbonlu çelik malzemeye 7.5 mm derin çekme testi, T-Bent ve MEK testi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar irdelendiğinde Derin çekme testinde boyada kopma gözlemlenmemiştir. Mek testinde ise aşınma Standardın %100unu karşılamaktadır. T-Bent testinde çok küçük çatlaklar tespit edilmiştir.

Yüzeyi galvaniz kaplanmamış DC01 Malzemenin Ön işlemlili (kromatlı) ve astarlı olarak boyanan malzemenin yüzey incelemesinde, Derin çekme testinde sıfır kopma olmuştur. Mek testinde aşınma meydana gelmemiş. T-Bent testinde ise 0,5 bükmede çok küçük çatlamlar olmuştur.

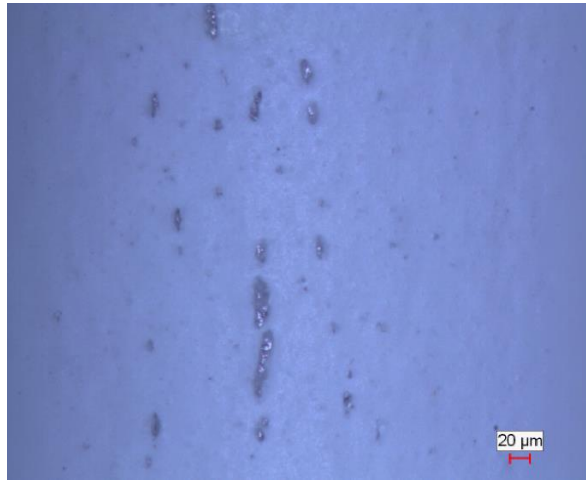
Yüzeyi galvaniz kaplanmamış DC01 Malzemenin kromatlanmış ve astar uygulandıktan sonra boyanan yüzeyin mekanik testlere tabi tutulması sonucu elde edilen görüntüler Şekil 4.21- 4.22- 4.23’ teki gibi olmuştur.



Şekil 4.21: ASTM D 3359 ve DIN 53151 standartlarına göre tahrip edilmiş ve ASTM E643-15 standardına göre derin çekme uygulanmış numunenin Işık mikroskobunda ayrı ayrı 20X ve 40X büyütme ile incelenmesi



Şekil 4.22: EN 13523-11 standardına göre yapılmış MEK testinin Işık mikroskobu 100X büyütme görüntüsü



Şekil 4.23: EN 13523-7 standardına göre yapılan T-Bent Işık mikroskobu 100x büyütme sonucu elde edilen görüntü

Yüzeyi galvaniz kaplanmamış DC01 Malzemenin Ön işlemlili (kromatlı) ve astarlı olarak boyanan malzemenin yüzey incelemesinde, Derin çekme testinde sıfır kopma olmuştur. Mek testinde aşınma meydana gelmemiş. T-Bent testinde ise 0,5 bükmede çok küçük çatlamlar olmuştur.

4.3. Yüzeyine kromat uygulanmış ve tuz testine tabi tutulmuş çelik malzemelerden edilen sonuçlar

Yüzeyine Kromat uygulanmış ve sonrasında boya işlemine tabi tutulmuş DX51 ve DC01 çelik malzemelere tuz testi uygulanmadan önce yüzeyi çizilerek tahrip edilmiştir. Sonrasında ISO 20340 standardına göre 250 saat ve 500 saat tuz testi uygulanmıştır. Tablo 4.10'da DC01 ve DX51 malzemeye uygulanan tuz testlerinin sonuçları verilmiştir.

Tablo 4.10: DC01 ve DX51 Malzemenin yüzeyine ISO 20340 standardında uygulanan 250 saat ve 500 saat tuz testlerinin sonuçlarının değerlendirilmesi

MALZEME TÜRÜ		SONUÇLAR		
		A. KENAR	X(CUT)	PANEL
DC01 CR+6 ÖN İŞLEM	250 h	No: 4 (F) 6 (MD) Boyutlarında bilister.	No: 8 (D) 6 (F) Boyutlarında bilister.	No: 8 (M) Boyutlarında bilister.
DX51D CR+6 ÖN İŞLEM	250 h	No: 6 (F) 8 (M) Boyutlarında bilister.	No: 8 (F) Boyutlarında bilister.	OK
DC01 CR+6 ÖN İŞLEM	500 h	No: 2-4 (M) 6 (MD) Boyutlarında bilister.	No: 8 (D) 2-4 (F) Boyutlarında bilister.	No: 8 (D) Boyutlarında bilister.
DX51D CR+6 ÖN İŞLEM	500 h	No: 4 (F) 6 (D) 8 (M) Boyutlarında bilister.	No: 4-6 (F) 8 (M) Boyutlarında bilister.	OK

ISO 20340 standardına göre 250 saat tuz testi uygulanmış sırasıyla DC01, DX51 malzemelerin yüzey görüntüleri şekil 4.24'te gösterilmiştir.



Şekil 4.24: ISO 20340 standardına göre 250 saat tuz testi uygulanmış sırasıyla DC01, DX51 malzemelerin yüzey görüntüleri

ISO 20340 standardına göre 500 saat tuz testi uygulanmış sırasıyla DC01, DX51 malzemelerin yüzey görüntüleri şekil 4.25'te gösterilmiştir.



Şekil 4.25: ISO 20340 standardına göre 500 saat tuz testi uygulanmış sırasıyla DC01 DX51 malzemelerin yüzey görüntüleri

ISO 20340 standardına göre 500 saat tuz testi uygulanmış ve yüzeyleri kazınmış sırasıyla DC01, DX51 malzemelerin yüzey görüntüleri şekil 4.26'da gösterilmiştir.



Şekil 4.26: ISO 20340 standardına göre 500 saat tuz testi uygulanmış ve yüzeyi kazınmış sırasıyla DC01 DX51 malzemelerin yüzey görüntüleri

BÖLÜM 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Galvaniz kaplanmış yüzeye ilk önce ön işlem (kromat, astar) uygulamadan boya uygulaması yapılmıştır. Boyaya T-Bent ve 7,5 mm derinliğinde derin çekme testleri uygulanmıştır ve yüzeyler Nikon SMZ800 ve Nikon ECLIPSE L150 ile incelenmiştir. 10X, 20X, 40X, 50X, 100X, 200X büyütmelemlerde incelenmiştir. Ön işlem uygulanmayan malzeme yüzeyinde aşırı boya kopmaları net bir şekilde görülmüştür. MEK testinde ise boya ancak standardın %10'unu karşılamıştır. T-Bent testinde ise 1,5T değerlerine kadar kopmalar görülmüştür.

Galvaniz kaplanmış yüzeye astar uygulamadan kromat uygulayarak boya uygulaması yapılmıştır. Boyaya T-Bent ve 7,5 mm derinliğinde derin çekme testleri uygulanmıştır ve yüzeyler Nikon SMZ800 ve Nikon ECLIPSE L150 ile incelenmiştir. 10X, 20X, 40X, 50X, 100X, 200X büyütmelemlerde incelenmiştir. Kromat uygulaması malzemenin yüzeye daha iyi yapışmasını sağlamıştır. Fakat yüzey incelendiğinde tahrip edilen noktalarda yer yer boya kopmaları gözlenmiştir. Mek testinde ise ön işlemsiz uygulamaya göre çok daha iyi bir dayanım gözlenmiştir. Standardın %90ını karşılamıştır. T-Bent testinde ise 1,5T değerlerine kadar kopmalar görülmüştür.

Galvaniz kaplanmış yüzeye astar uygulanıp kromat uygulamadan boya uygulaması yapılmış. Boyaya T-Bent ve 7,5 mm derinliğinde derin çekme testleri uygulanmıştır ve yüzeyler Nikon SMZ800 ve Nikon ECLIPSE L150 ile incelenmiştir. 10X, 20X, 40X, 50X, 100X, 200X büyütmelemlerde incelenmiştir. Kromatsız astar ve boya uygulanmış malzemenin yüzeyine bakıldığında astarın yüzeyde çok iyi tutunma sağladığı görülmektedir. Tahrip noktalarında yok denecek kadar az deformasyon görülmektedir. MEK testi sonuçları da standartlar içindedir. T-Bent testinde ise 1T değerlerine kadar kopmalar görülmüştür.

Galvaniz kaplanmış yüzeye ilk önce ön işlem (kromat, astar) uygulandıktan sonra boya uygulaması yapılmış. Boyaya T-Bent ve 7,5 mm derinliğinde derin çekme testleri uygulanmıştır ve yüzeyler Nikon SMZ800 ve Nikon ECLIPSE L150 ile incelenmiştir. 10X, 20X, 40X, 50X, 100X, 200X büyütmelemlerde incelenmiştir. Yapılan

incelemede hem kromat hem de astar uygulaması yapılan yüzeyde hiçbir testte aşınma görülmemiştir. T-Bent testinde ise 0,5T değerlerine kadar kopmalar görülmüştür.

Galvaniz kaplanmamış yüzeye ilk önce ön işlem (kromat, astar) uygulamadan boya uygulaması yapılmış. Boyaya T-Bent ve 7,5 mm derinliğinde derin çekme testleri uygulanmıştır ve yüzeyler Nikon SMZ800 ve Nikon ECLIPSE L150 ile incelenmiştir. 10X, 20X, 40X, 50X, 100X, 200X büyütmelemlerde incelenmiştir. Yüzey incelemesinde boyanın yüzeye çok zayıf yapıştığı ve kâğıt gibi yüzeyden ayrıldığı görülmüştür. MEK testinde ise testin başında yüzey aşınması başlamıştır. Standardın %5inde aşınma başlamıştır. T-Bent testinde 2T bükmeğe kadar boya yırtılmaları gözlemlenmiştir

Galvaniz kaplanmamış yüzeye astar uygulamadan kromat uygulayarak boya uygulaması yapılmıştır. Boyaya T-Bent ve 7,5 mm derinliğinde derin çekme testleri uygulanmıştır ve yüzeyler Nikon SMZ800 ve Nikon ECLIPSE L150 ile incelenmiştir. 10X, 20X, 40X, 50X, 100X, 200X büyütmelemlerde incelenmiştir. Kromat uygulaması malzemenin yüzeye daha iyi yapışmasını sağlamıştır. Yüzey incelendiğinde tahrip edilen noktalarda küçük çaplı boya kopmaları gözlenmiştir. MEK testinde ise %80 performansla ön işlemsiz uygulamaya göre çok daha iyi bir dayanım tespit edilmiştir. T-bent testinde ise çatlama 2Tde gözlenmemiştir.

Galvaniz kaplanmamış yüzeye astar uygulanıp kromat uygulamadan boya uygulaması yapılmış. Boyaya T-Bent ve 7,5 mm derinliğinde derin çekme testleri uygulanmıştır ve yüzeyler Nikon SMZ800 ve Nikon ECLIPSE L150 ile incelenmiştir. 10X, 20X, 40X, 50X, 100X, 200X büyütmelemlerde incelenmiştir. Kromatsız astar ve boya uygulanmış malzemenin yüzeyine bakıldığında astarın yüzeyde daha iyi bir tutunma sağladığı görülmektedir. Tahrip noktalarında deformasyon görülmemektedir. MEK testi sonuçları da standartlar içindedir. T-Bent testinde ise 1T değerlerinde boyada çatlamlar görülmüştür.

Galvaniz kaplanmış yüzeye ilk önce ön işlem (kromat, astar) uyguladıktan sonra boya uygulaması yapılmış. Boyaya T-Bent ve 7,5 mm derinliğinde derin çekme testleri uygulanmıştır ve yüzeyler Nikon SMZ800 ve Nikon ECLIPSE L150 ile incelenmiştir. 10X, 20X, 40X, 50X 100X 200X büyütmelemlerde incelenmiştir. Yapılan incelemelerde hem kromat hem de astar uygulaması yapılan yüzeyde hiçbir testte aşınma

görülmemiştir. MEK testinde de aşınma tespit edilmemiştir. T-bent Testinde ise 100X büyütmede boyada çok küçük boyutlarda çatlamlar tespit edilmiştir. T-Bent testinde ise 0,5 T değerlerinde yüzey incelenmiştir.

Ön işlemsiz boya uygulamasında (hem galvanizli hem galvanizsiz yüzeyde) malzemeye uygulanacak deformasyonlarda boya neredeyse hiç tutunamadığı görülmüştür. Buradaki etki yüzeyin pürüzsüz olması ve boyanın yüzeye tutunmasının güç olmasından kaynaklanmaktadır.

İkinci aşamada, Aşama aşama ön işlemler yapılarak yapılan incelemelerde her yapılan işlem dayanımı arttırmış, son noktada kromat astar ve boya uygulamasının aynı anda yapıldığı numuneden mekanik ve kimyasal testlerde hiçbir olumsuz sonuç tespit edilmemiştir. Bu işlemlerde kromat/kromfree yüzeyde ara bir katman oluşturarak boyanın daha iyi tutunmasının sağlamıştır. Ayrıca bu işlem malzemenin korozyon direncini arttırdığı görülmüştür. Kromatın üstüne atılan astarda, tutunmayı daha iyileştirerek malzemenin neredeyse 0T bükülmelerine kadar dayanımını arttırmıştır. Son numunede malzemenin yüzeyinde 0.5T de çatlama rastlanmamıştır.

Yüzeyi kromatlanmış ve direk boya uygulanmış DC01 ve DX51 malzemelerin yüzeyine ISO 20340 standardına göre 250 saat ve 500 saat tuz testi uygulanmıştır. Yüzeyler incelendiğinde galvaniz kaplı DX51 malzeme 250 saatte korozyona uğramamıştır. DC01 malzemede ise 250 saatte korozyon meydana gelmiştir. 500saatlik test incelendiğindeyse DC01 malzemenin yanında DX51 malzemedede korozyonlar başlamıştır.

Sonuç olarak bakıldığından galvaniz kaplı ya da galvaniz kaplanmamış malzemelerin yüzeyi boyanma ihtiyacı duyuluyorsa ve bu malzemeler sonrasında bir takım deformasyon işlemlerine tabi tutulacaksa boya öncesi ön işlem uygulaması ve astar uygulaması yapılarak malzemenin şekil verme dayanımı çok iyi noktalara getirilebilmektedir. Ayrıca bu işlemler boyanın dayanım ömrünüde arttırmaktadır. Dayanım ömrü göz önüne alınırsa yüzeyi galvaniz kaplanmış malzemenin dayanım ömrü kullanım yerine göre daha fazla olacaktır.

ÖNERİLER

Yapılan bu çalışmaya ek olarak ön işlem olarak yüzeye fosfatlamada yapılabilmektedir. Fakat imkân olmadığı için böyle bir deneme yapılamamıştır. Yapılan testlere ilave korozyon açısından boya dayanımını daha iyi görebilmek için farklı yüzeylerde tuz testi yapılırsa buna bağlı olarak farklı uygulamalarında kullanım koşullarındaki dayanımları görülebilecektir.



KAYNAKLAR

- AGA , Zinc Coatings , s.6-8 , 2012 , American Galvanizers Association
- AKMAN S.B.A , Sıcak Daldırma Galvanizle Sürdürülebilir Korozyon Koruması , 6. çelik yapılar sempozyumu , 2015 , s.2-4 , Kadıköy-İstanbul
- AKŞİT M. , Organik Kaplamalar pdf sunum , s.27-32 ,2016
- AYTAN G. , Farklı kalitedeki galvanizli çeliklerde fırın sertleştirilmesi parametrelerinin mekanik özelliklere etkisi , Yüksek Lisans Tezi , İstanbul teknik Üni. , 2015 , İstanbul
- BİROL Y. , Metalik malzemeler, 2014 , Dokuz Eylül üni. , İzmir
- Correlations with chemical structure , s. 138-140 , 2012 , Imperial College , London
- Değer kromaj , teknik bilgi föyü , Yüzey kaplama teknolojileri , s.3-4 , 2015 , İzmir
- DIRAZ T. , Galvanizleme teknolojisi , Metalsan dergisi , Haziran sayısı , s.28,30 , 2018
- Doç Dr. EVCİN A. , kaplama teknikleri ders notları , s.1-3 , 2006 , Afyon Kocatepe üni. , Afyon
- GALDER dergisi sayı 401 , Sıcak Daldırma Galvaniz ve Korozyon Kategorileri , s.1-2 , 2014 , İstanbul
- KAFTAN A.M. , Çelik yapılarda korozyon oluşumu ve korozyondan korunma yöntemlerinin maliyet açısından karşılaştırılması , Yüksek Lisans Tezi , Pamukkale üni. , 2006 , Denizli
- GIANNAKOPOULOS L. , The mechanical properties of polyesterbased coil coatings. Marmara alüminyum ürünler föyü-Assan panel , Boya , s.2 , 2015 , Tekirdağ
- OĞUZ B. , malzeme bilgisine giriş, oerlikon yayını , 1989 , İstanbul
- PESCE J. W , Organic Coatings- Science and Technology , 2007 , Canada
- Prof. Dr. AYŞEGÜL A. E. , Çeliklerin korozyonu , Yıldız Üni. , 2009 , İstanbul
- Prof.Dr. ALP A. , Elektrolitik metal kaplama yöntemleri , 2006 , Sakarya Üni. , Sakarya
- Sherwin Williams company , prepaint vs. post-paint during the production process , 2014
- TUNA N. , Çinko ve nikel kaplanmış düşük karbonlu çelik plaka ve vidaların korozyon davranışının incelenmesi , Yüksek Lisans Tezi , İstanbul teknik Üni. , 2013, İstanbul
- TUNÇGENÇ M. , Genel boya bilgileri , AKZO Nobel , 2004 , İzmir

YALUK D. , Çelik sistemlerin yüzey özelliklerinin sıcak daldırma galvaniz kaplamalara etkisi , Doktora Tezi , Çukurova üni. , 2009 , Adana

https://media.wiley.com/product_data/excerpt/09/35273421/3527342109-70 , E.T , 05.08.2019

<https://docplayer.biz.tr/3168142-Sicak-daldirma-galvanize-kaplamalar.html> , E.T , 08.08.2019

<https://metaldecorators.org/wp-content/uploads/2018/12/coil-coating> , E.T , 27.07.2019

<https://www.nature.com/articles/srep13858> , E.T , 10.08.2019

<http://www.chemia.odlew.agh.edu.pl/dydaktyka/Dokumenty/Corrosion/Coatings> , E.T , 22.07.2019

<https://www.sciencedaily.com/releases/2018/09/180927145555.htm> , E.T , 22.07.2019

<https://www.cedengineering.com/userfiles/Coating%20Types%20and%20Selection> , E.T , 26.07.2019

<https://www.makaleler.com/celik-nedir-ozellikleri-nelerdir-nerelerde-kullanilir> , E.T , 14.07.2019

<http://www.tezcan.com/tr/urunler> , E.T , 05.08.2019

http://content.lms.sabis.sakarya.edu.tr/Uploads/49865/42830/4._hafta , E.T , 04.08.2019

https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/gonderi_dosya_ekleri/dea1f810a6512c3_ek_2 , E.T , 01.08.2019

https://www.researchgate.net/profile/Laura_Baker14/publication/233646455_Metallurgy_and_processing_of_ultralow_carbon_bake_hardening_steels/links/5638d62408ae4bde5021df81/Metallurgy-and-processing-of-ultralow-carbon-bake-hardening-steels , E.T , 09.07.2019

ÖZGEÇMİŞ

Önder YILDIRIM, 05.09.1978'de Sürmene'de doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Sakarya'da tamamladı. 1995 yılında Sakarya 1. Endüstri meslek Lisesi'nden mezun oldu. 1998'de başladığı Sakarya üniversitesi, Sakarya MYO Döküm programcılığı Bölümü'nü 2000 yılında bitirdi. 2001 yılında Dikey geçiş yaparak girdiği Kocaeli Üniversitesi Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü'nü 2007 Yılında bitirdi.2005 Yılında öğrenciyken özel sektörde çalışmaya başladı. Sırasıyla Yıldız Makine Döküm(2005-2007), Hisar çelik döküm(2008-2009), Exell Madeni Yağlar(2009-2010) ve son olarak Tata Steel İstanbul A.Ş.(2011- Devam ediyor) Firmalarında Çalıştı. 2012 yılında Sakarya Üniversitesi Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü'nde yüksek lisans eğitimine başladı. Halen Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi'nde yüksek lisans eğitimine devam etmektedir. Halen Tata Steel İstanbul A.Ş. Şirketinde Üretim Müdürü olarak çalışmaktadır.