

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

KİMYA TEKNOLOJİSİ

**KOROZYONU TEMİZLEME VE BOYA-
METALİK KORUMA
524KI0111**

Ankara, 2011

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- PARA İLE SATILMAZ.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	ii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ -1	3
1. YÜZEY TEMİZLİĞİ	3
1.1. Yüzey Temizleme Yöntemleri	3
1.1.1. Mekanik Temizleme Yöntemleri	4
1.1.2. Alevle Temizleme	4
1.1.3. Kimyasal Temizleme	4
UYGULAMA FAALİYETİ	6
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	10
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	13
2. BOYA İLE KOROZYONDAN KORUMA	13
2.1. Boyalar	13
2.1.1. Bağlayıcılar	14
2.1.2. Koruyucu özelliği olan pigmentler:	14
2.1.3. Çözücüler (Solventler)	15
2.2. Boya Çeşitleri	15
2.2.1. Solvent Buharlaşması Sonucu Film Oluşturan Boyalar	15
2.2.2. Oksitlenerek Film Oluşturan Boyalar	15
2.2.3. Polimerleşme Yoluyla Film Oluşturan Boyalar	15
2.3. Çelik Yüzeyler İçin Kullanılan Başlıca Boyalar	16
UYGULAMA FAALİYETİ	19
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	21
ÖĞRENME FAALİYETİ-3	24
3. METALİK KAPLAMALAR	24
3.1. Metal Kaplama Yöntemleri	24
3.1.1. Sıcak Daldırma	25
3.1.2. Sıcak Püskürtme	25
3.1.3. Elektrolitik Kaplama	25
3.2. Nikel ve Krom Kaplamalar (Ni – Cr)	25
3.3. Kalay (Sn) Kaplamalar	26
3.4. Çinko (Zn) Kaplamalar	27
3.5. Kurşun (Pb) Kaplamalar	28
3.6. Alüminyum (Al) Kaplamalar	28
UYGULAMA FAALİYETİ	29
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	32
MODÜL DEĞERLENDİRME	35
CEVAP ANAHTARLARI	39
KAYNAKÇA	41

AÇIKLAMALAR

KOD	524KI0111
ALAN	Kimya Teknolojisi
DAL/MESLEK	Petrol- Petrokimya, Petrol- Rafineri
MODÜLÜN ADI	Korozyonu Temizleme ve Boya-Metalik Koruma
MODÜLÜN TANIMI	Bu modül; Mekanik yöntemle ,metali korozyondan boya ve kaplama ile korumayabilme ile ilgili bilgilerin verildiği öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	
YETERLİK	Korozyonu Temizleme ve boya- metalik koruma yapmak
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Bu modülle gerekli ortam sağlandığında korozyonu boya ve kaplama ile koruyabileceksiniz. Amaçlar <ol style="list-style-type: none">1. Mekanik yöntemle korozyonu temizleyebileceksiniz.2. Metali korozyondan boya ile koruyabileceksiniz.3. Metali korozyondan kaplama ile korumayabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Laboratuvar, atölye, işletme gibi tek veya grup olarak çalışabileceğiniz her türlü ortamlar Donanım: Beher, mezür, pipet, puar, metal maşa, saplı tel fırça, ince zımpara, anahtar takımı, çekiç, kompresör, kibrit, uçayak, elektrikli taşlama makinesi, termometre, çanak saçaklı fırça, bek veya ısıtıcı, boya tabancası
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Bir metalin uzun süre korozyondan korunması, temizlenmiş yüzey üzerine uygulanmış organik veya inorganik kaplamaya bağlıdır. Metallerin üzerlerindeki oksitlenmeler temizlenip temizlik sonrası gerekli işlemler yapılarak metalin uzun süre korozyona uğraması engellenir. Bu süre, metali dış etkilerden korumak için boya ve farklı metalle kaplanmasıdır. Kullandığımız metallerin ve metal donanımlı fabrikaların uzun süre hizmet vermesi bu işlemlerle doğru orantılıdır.

Metallerde korozyonun temizlemesi yöntemleri ve işlemleri bilmemiz gereken konulardandır. Bununla birlikte korozyon temizlenmesi yapılmış yüzeylerde boya seçimi ve uygulaması yer almaktadır. Boya konusundan sonra ise yine koruma yöntemlerinden olan kaplama yöntem ve teknikleri yer almaktadır.

Bu modül sizlere, metallerde kütle kaybını önlemek için korozyona karşı alınması gereken önlemleri ve bu önlemleri uygulayıp kontrol etme ile ilgili bilgi ve beceri sağlayacaktır. Başarıyla tamamladığınızda, korozyonun neden olduğu metal kaybını öğrenerek önlem ve tedbirleri alarak ülke ekonomisine katkı sağlayacaksınız.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Gerekli ortam sağlandığında kuralına uygun olarak metallerde oluşmuş olan korozyonu, mekanik ve kimyasal yöntemlerle temizleyebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Proseste buhar kazanlarının korozyonuna neden olan kimyasalları araştırınız.
- Korozyonun temizlenmesinde proseste kullanılan kimyasalları araştırınız.
- Petrokimya ve rafineri proseslerindeki vanaların korozyonunun temizlenme yöntemlerini araştırınız.

1. YÜZEY TEMİZLİĞİ

Bir boyanın ömrü, büyük ölçüde yüzey temizliğine bağlıdır. Yüzey temizliğinin amacı metal yüzeyinde bulunan yağ, toz, kir, oksit ve pas tabakalarının tamamen uzaklaştırılmasıdır.

Sıcak olarak şekillendirilmiş taze çelik malzeme yüzeylerinde ince bir oksit tabakası mevcuttur. Bu oksit tabakası dayanıksız olup taşıma ve depolama sırasında yer yer parçalanır. Böyle bir yüzeye boya uygulanırsa üniform bir tabaka elde edilemez. Eğer malzeme boyasız olarak uzun süre beklemiş ise yüzeydeki oksit (pas) yer yer kalın tabakalar oluşturur. Paslı yüzeye hiçbir şekilde boya ve kaplama uygulanmamalıdır.

Yüzey temizliği için değişik yöntemler uygulanmaktadır. Hangi yöntemin seçileceği uygulanacak boya cinsine bağlıdır. Örneğin, elektrolitik kaplama yapılacaksa kum püskürtme uygun değildir. Yüzey kimyasal yöntemle temizlenmelidir. İnorganik çinko silikat boya uygulanacak ise yüzeyin pürüzlü olması gerekir.

1.1. Yüzey Temizleme Yöntemleri

Endüstride uygulanan yüzey temizleme yöntemleri üç ana grupta toplanabilir:

- Mekanik temizleme yöntemleri
- Alevle temizleme yöntemleri
- Kimyasal temizleme

Metal yüzeyinde bitkisel veya madeni yağlar bulunması hâlinde her şeyden önce bu yağın giderilmesi gerekir. Yüzeydeki yağlı maddeler solventlerle yıkanarak veya silinerek giderilebilir.

1.1.1. Mekanik Temizleme Yöntemleri

Çelik yüzeyler mekanik olarak çeşitli yöntemlerle temizlenebilir. En çok uygulanan mekanik temizleme yöntemleri şunlardır:

- Basit el aletleri ile temizleme
- Elektrikli el aletleri ile temizleme
- Kum püskürtme ile temizleme

1.1.2. Alevle Temizleme

Yüksek sıcaklıktaki alev hızlı bir şekilde yüzeyde gezdirilerek yüzeyde bulunan organik bileşikler (eski boya kalıntıları) temizlenebilir. Bunun için asetilen veya bütan gazı ile çalışan pürmüz lambaları kullanılabilir. Alevle temizleme sonucu sıcaklık aniden yükseldiği için yüzeydeki oksit tabakası da parçalanır. Ayrıca tel fırça ile temizleyerek oksit tabakasını tamamen uzaklaştırmak mümkün olur. Alevle temizlemede aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir:

- Isı etkisiyle deforme olacak çok ince elemanlar alevle temizlenmemelidir.
- Alevle temizlendikten hemen sonra astar tabakası uygulanmalıdır.
- Kaynak, perçin gibi ek yerleri fazla ısıtılmamalıdır.
- Cam, asbest, beton, plastik vb. ısı etkisiyle bozulabilen parçalara çok yaklaşılmalıdır.

1.1.3. Kimyasal Temizleme

Metal yüzeylerde daima bir miktar kirlilik bulunur. Boya ömrünün maksimum olmasını sağlamak için bu kirliliklerin boya yapılmadan önce temizlenmesi gerekir. Kaplama uygulandığı zaman sıkı bir bağ kurulmalı veya yüzey ıslatılmalıdır. Bunu engelleyen unsurlar yüzeydeki toz, pas, kir, yağ, petrol ve su artıkları olabilir. Boya tabakası pullu, paslı ve kabuklu çok iyi bir yapışma sağlamasına rağmen bu etki genelde geçici olup mekanik aşınma, sıcaklık değişimi ve su girişi gibi nedenlerle kaplama tabakası bozulabilir.

Kimyasal yüzey kirletici maddeleri üç grup altında toplamak mümkündür:

- **Yağ ve gresler:** Bunlar mineral veya hayvansal-bitkisel kökenli yağlardan oluşur. Bütün yağ ve gresler organik solventler içinde kolaylıkla çözünür. Buna karşılık asit ve alkaliler içinde çözünmez ve sabunlaşmaz. Yalnız hayvansal ve bitkisel yağları alkali içinde sabunlaştırabilmek mümkündür.
- **Toz, toprak ve katı partiküller:** Bunlar metal yüzeyine çevreden bulaşan çeşitli kirlerdir.
- **Pas ve metal oksit filmi:** Bunlar metal yüzeyde atmosferik etkilerle oluşan korozyon ürünleridir.

Atmosferde bir süre beklemiş olan metal yüzeydeki bu kirlenmelerin her üçüne de az çok rastlanır. Kirlenmenin cinsi, derecesi, metalin kullanım amacı ve ekonomik faktörler göz önüne alınarak yüzey temizliği için aşağıdaki yöntemlerden biri seçilir.

➤ **Kimyasal yüzey temizleme yöntemleri**

Endüstride yüzey temizliği, mekanik olarak kum püskürtülerek veya kimyasal yöntemlerle yapılmalıdır. Özellikle yağ ve greslerin temizlenmesi sadece kimyasal yöntemlerle mümkün olmaktadır. Kimyasal yöntemlerle yalnız yağ ve gres değil bütün kirlilikleri tam olarak temizleyebilmek mümkün olabilmektedir.

Kimyasal yüzey temizleme yöntemlerini üç ana grup içinde incelemek mümkündür.

- Solvent ile yüzey temizleme
- Alkali ile yüzey temizleme
- Asit ile yüzey temizleme ve fosfatlama






Bu yöntemler doğrudan uygulandığı gibi metal yüzeyindeki kaba kirler tel fırça ile mekanik veya kum püskürtüldükten sonra son temizlik olarak da yapılabilir.

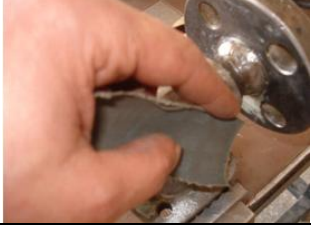


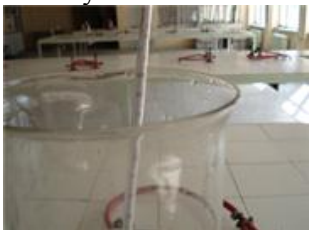
UYGULAMA FAALİYETİ






- Size verilen vananın korozyonunu temizleyiniz.

Gerekli malzemeler: Beher, korozif geyt vana, metal maşa, puar, pipet, mezür, bek, üçayak, amyant tel, ince zımpara, elektrikli taşlama makinesi, çanak saçaklı tel fırça ve saplı tel fırça, korucuyucu taşlama gözlüğü, kurbağacık, açık ağızlı anahtar akımı, çekiç, eldiven

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Korozyonu temizlenecek vanayı hazırlayınız. 	<ul style="list-style-type: none">➤ Laboratuvar önlüğünüzü giyiniz.➤ Çalışma ortamınızı hazırlayınız.➤ Kullanacağınız malzemeleri hazırlayınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Elektrikli döner tel fırçayı prize takınız. 	<ul style="list-style-type: none">➤ Elektrikli taşlama makinesine çanak saçaklı tel fırçayı takarken dikkatli olunuz.➤ Çanak saçaklı tel fırça için uygun anahtarı seçiniz.➤ Elektrikli taşlama makinesinin kapalı olduğundan emin olunuz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Vanayı mengeneye sabitleyiniz. 	<ul style="list-style-type: none">➤ Vanayı mengeneye sıkıştırırken dikkatli olunuz.➤ Vananın kapalı olup olmadığını kontrol ediniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Vananın volanını sökünüz. 	<ul style="list-style-type: none">➤ Uygun anahtarı seçiniz veya ayarlayınız.➤ Contayı ve dişliyi bozmamaya dikkat ediniz.➤ Volanı çıkarırken sağına soluna çekiçle alttan dikkatlice vurunuz.➤ Pimi yuvadan çıkarınız.

<p>➤ Gövdeyi sökünüz.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Uygun anahtarları seçiniz. ➤ Vana sökme kurallarına uyunuz.
<p>➤ Gövdeyi mengeneye sabitleyiniz.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Gövdeyi mengeneye sıkıştırırken dikkatli olunuz.
<p>➤ Elektrikli el aletini çalıştırınız.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Elektrikli korozyon temizleme makinesini dikkatli kullanınız. ➤ Vana gövdesinin üzerinde çalıştırınız. ➤ Çanak saçaklı telin iyi takılı olduğundan emin olunuz. ➤ Elektrikli silme aletini uzun süre çalıştırmayınız. ➤ Temizleme telinin paslı ve eski olmamasına dikkat ediniz.
<p>➤ Gövdedeki korozyon ve boyaları temizleyiniz.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Temizlemede metale zarar vermeyiniz. ➤ Kıvılcım çıkarmamaya dikkat ediniz.
<p>➤ Kapağın parçalarını söküp temizleyiniz.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Söktüğünüz parçaları numaralayınız.

<p>➤ Gövde ve kapağı ince zımpara ile temizleyiniz.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Korozyonun yoğunluğuna göre zımpara seçiniz. ➤ Tel fırça ve zımparanın temizlemediği boyaları alevle temizleyiniz.
<p>➤ H₂SO₄ çözeltisi hazırlayınız.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Çözelti hazırlama kurallarına uyunuz. ➤ Çözeltiyi korozyon derecesine göre %20 - %50 konsantrasyonu arasında hazırlayınız. ➤ Çözeltini hacmini vana gövdesini kaplayacak kadar hazırlayınız.
<p>➤ Vana gövdesine göre uygun kap seçiniz ve çözeltiyi içine boşaltınız.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pikling işlemi yapılacak vana gövdesine göre beher seçiniz. ➤ Çözeltiyi behere dökmeden vana gövdesini beherde deneyiniz. ➤ Gövdeye uygunsa çözeltiyi behere boşaltınız. ➤ Gövdeyi çözeltiliye yerleştirirken metal maşa ile veya demir tele bağlayarak yerleştiriniz. ➤ Gövdeyi çözeltilinin içine yerleştiriniz. ➤ Asitli çözelti ile çalıştığınızı unutmayınız.
<p>➤ Isıtma düzeneğini kurarak beheri üzerine yerleştiriniz.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Isıtma düzeneğini çeker ocakta kurunuz. ➤ Çeker ocağın havalandırmasını çalıştırınız.
<p>➤ Beki yakarak çözeltilinin sıcaklığını 50 °C'ye kadar yükseltiniz.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Çözeltilinin sıcaklığını 50 °C'ye ulaştığında ısıtıcıyı kapatınız.

<p>➤ Vana gövdesini çözelti içinde sekiz dakika bekletiniz.</p> 	<p>➤ Vananın asitle temizlenmesini gözlemleyiniz.</p>
<p>➤ Asit çözeltisindeki malzemeyi çıkararak soğuk suda yıkayınız.</p> 	<p>➤ Yıkama işlemini dikkatlice yapınız.</p>
<p>➤ Seyreltik fosforik asit çözeltisi hazırlayınız.</p> 	<p>➤ Çözeltiyi hazırlarken dikkatli olunuz.</p>
<p>➤ Malzemeyi fosforik asit çözeltisine daldırınız.</p> 	<p>➤ Elinizin çözelti ile temas etmemesine dikkat ediniz.</p>
<p>➤ Fosforik asit çözeltisinden çıkartınız.</p> 	<p>➤ Çözeltiden çıkartırken dikkatli olunuz.</p>
<p>➤ Rapor hazırlayınız.</p>	<p>➤ Rapor hazırlama kurallarına uyunuz.</p>

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerleri doğru sözcüklerle doldurunuz.

1. Paslı yüzeyleri temizledikten sonra genelde veya..... uygulanmaktadır.
2. Metal üzerindeki oksit filminin veya pas tabakasının giderilmesi amacıyla asit çözeltisi içine daldırma işlemine denir.
3. Metal yüzeyindeki organik kaplamalar genelde temizlenebilir.

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

4. Aşağıdakilerden hangisi endüstride metal yüzeyindeki pas, yağ ve organik maddelerin temizlenmesinde uygulanan temizleme yöntemi değildir?
A) Mekanik temizleme
B) Alevle temizleme
C) Kimyasal temizleme
D) Suyla temizleme
5. Aşağıdakilerden hangisi metal yüzeydeki korozyonun mekanik temizleme yöntemlerinden değildir?
A) Basit el aletleri ile temizleme
B) Elektrikli el aletleri ile temizleme
C) Solventle temizleme
D) Kum püskürtme ile temizleme
6. Aşağıdakilerden hangisi metal üzerindeki organik maddeyi alevle temizlemede dikkat edilecek kurallardan değildir?
A) Metalin ek yerleri daha fazla ısıtılmalıdır.
B) Metal ısı ile deforme olacaksa temizlenmemelidir.
C) Kaynak ve perçin yerleri fazla ısıtılmamalıdır.
D) Metal üzerinde ısı ile bozulabilecek parçalara çok yaklaştırılmamalıdır.
7. Aşağıdakilerden hangisi yüzey kirletici maddeler grubuna giremez?
A) Yağ ve gres
B) Organik ve inorganik kaplamalar
C) Toz, toprak ve partiküller
D) Pas ve metal oksit
8. Aşağıdakilerden hangisi atmosferik ortamda metal yüzeyinde oluşan kirleticidir?
A) Beton
B) Yağ
C) Pas
D) Gres

9. Aşağıdakilerden hangisi metal yüzeyindeki korozyonun kimyasal yöntemle temizlenmesi işlemlerinden değildir?
- A) Solventle temizleme
 - B) Alkali ile temizleme
 - C) Alevle temizleme
 - D) Asitle temizleme
10. Metal yüzeyindeki kirlerin kimyasal temizleme yöntemlerinden alkali temizlemede kullanılan kimyasallardan değildir?
- A) Na_3PO_4
 - B) Na_2CO_3
 - C) NaOH
 - D) H_2SO_4

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki “Uygulamalı Test”e geçiniz.

UYGULAMALI TEST

Size verilen geýt vanayı donanım hattından sökerek mekanik ve kimyasal olarak korozyon temizliğini yapınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri için Evet, kazanamadığınız için Hayır kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. İş önlüğünüzü giyip çalışma masanızı düzenlediniz mi?		
2. Vanayı söküp gövde kısmını temizlemek için hazırladınız mı?		
3. Elektrikli taşlama makinesine pimli çanak tel fırçayı taktınız mı?		
4. Vananın gövdesini mengeneye yerleştirdiniz mi?		
5. Elektrikli taşlama makinesinin fişini taktınız mı?		
6. Elektrikli taşlama makinesin ile yüzey temizliğini yaptınız mı?		
7. Saplı tel fırça ve ince zımpara ile yüzeyini temizlediniz mi?		
8. Korozyonun derecesine göre H ₂ SO ₄ çözeltisi hazırladınız mı?		
9. Gövdeyi beherdeki çözeltiliye yerleştirdiniz mi?		
10. Isıtma düzeneğini hazırlayıp beher üzerine yerleştirdiniz mi?		
11. Çözeltinin sıcaklığını 50 °C ayarladınız mı?		
12. Vanayı çözeltinin içinde 8 dakika beklettiniz mi?		
13. Vanayı metal maşa ile alıp soğuk suyla yıkadınız mı?		
14. Fosforik asit çözeltisi hazırladınız mı?		
15. Vanayı fosforik asit çözeltisi içine daldırdınız mı?		
16. Rapor hazırladınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Gerekli ortam sağladığında kurallara uygun olarak metallerin boya ile korunmasını sağlayabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Kaolen ve kalsitin özelliklerini, kullanım alanlarını araştırınız.
- Proseste kullanılan boya çeşitlerini araştırınız.
- Akışkanlara dayanıklı, boya çeşitlerini ve özelliklerini araştırınız.

2. BOYA İLE KOROZYONDAN KORUMA

Boyalar, metal yüzeyini çevreden yalıtarak su ve oksijenin metal yüzeyine ulaşmasını önleyen genellikle organik malzemelerdir. Boyaların bileşiminde korozyonu önleyici çeşitli pigmentler kullanılır.



Resim 2.1: Boya ile korozyondan korunan tanklar

2.1. Boyalar

Boyalar, uygulama kolaylığı ve düşük maliyetleri nedeniyle korozyondan korumak üzere yaygın şekilde kullanılmaktadır. Boyaların korozyonu önleme yanında dekoratif özelliği de vardır.

Metal yüzeylerinde kullanılacak boyalarda aşağıdaki özellikler aranır:

- Boya yüzeye çok iyi yapışmalıdır.
- Geçirgenliği az olmalı ve metali çevresinden yalıtmalıdır.
- İçinde bulunacağı ortam koşullarına dayanıklı olmalıdır.

Bu koşulları sağlayan çok sayıda boya mevcuttur. Özellikle son yıllarda plastik sanayindeki gelişmelere paralel olarak yeni boya türleri geliştirilmiştir. Boya üretiminde kullanılan çeşitli maddeleri dört ana grup altında toplamak mümkündür.



Resim 2.2: Boya ile korozyondan korunan vanalar

- Bağlayıcılar
- Pigmentler
- Çözücüler (solventler)
- Katkı ve dolgu maddeleri

2.1.1. Bağlayıcılar

Boya filmini oluşturan bileşiklerdir. Kabuğun yüzeye yapışma, kuruma, sertlik, esneklik, fiziksel ve kimyasal dayanım özellikleri büyük ölçüde boyanın bağlayıcı tarafından belirlenir. Endüstride çok kullanılan başlıca organik bağlayıcılar ve bunlarla yapılan boyalar aşağıdadır.

- Kuruyan yağlı boyalar
- Alkid reçineli boyalar
- Vinil boyalar
- Klor kauçuk boyalar
- Akrilik boyalar
- Coal tar boyalar
- Epoksi boyalar
- Poliüretan boyalar
- Fenolik boyalar

2.1.2. Koruyucu özelliği olan pigmentler:

- Koruyucu pigmentler:
 - Çinko kromat ($ZnCrO_4$)
 - Stronsiyum kromat ($SrCrO_4$)
 - Baryum kromat ($BaCrO_4$)
 - Kurşun kromat ($PbCrO_4$)
 - Kurşun kırmızısı (sülyen)
 - Çinko tozu
 - Alüminyum tozu
- Renk verici pigmentler:
 - Demir oksitler

- Krom oksit (CrO)
 - Titanyum dioksit (TiO₂)
 - Demir ferro siyanürler
- Dolgu maddesi olarak kullanılan pigmentler:
- Baryum sülfat (barit) (BaSO₄)
 - Litopon (çinko sülfür (ZnS) ve baryum sülfat (BaSO₄) karışımından oluşan beyaz pigment
 - Magnezyum silikat [Mg₃Si₄O₁₀(OH)₂] (talk)
 - Kalsiyum karbonat (CaCO₃) (kalsit)
 - Kaolen (2H₂O, Al₂O₃, 2SiO₂ gibi bir kompozisyona sahip sulu alüminyum silikatlar)

2.1.3. Çözücüler (Solventler)

Boyanın uçucu kısmını oluşturan organik sıvılardır. Boyayı uygulama sırasında akışkan hâle getirmek için kullanılır. Her boya için uygun bir çözücü seçilmesi gerekir. Örneğin epoksi boyalar alkol tipi solventlerde, vinil boyalar keton tipi solventlerde, klor kauçuk boyalar aromatik hidrokarbonlarda kolayca çözünebilir. İyi bir çözücü boyaya akıcılık sağlamalı, çabuk kurumalı, toksik etkisi ve pis kokusu olmamalıdır.

2.2. Boya Çeşitleri

Metalleri korozyona karşı korumak üzere çok çeşitli boyalar kullanılmaktadır. Bağlayıcı cinsleri ve film yapma özellikleri göz önüne alınarak boyaları üç grupta toplamak mümkündür.

2.2.1. Solvent Buharlaşması Sonucu Film Oluşturan Boyalar

Birçok termoplastik madde uygun bir solvent içinde çözünerek boya amacıyla kullanılabilir. Bunlardan en önemlisi oto boyası olarak kullanılan selüloz (nitroselüloz) boyadır. Bunun gibi metil metakrilat, stiren, vinil asetat, selüloz asetat, klor kauçuk polimerleri de solvent içinde çözünerek kullanılmaktadır.

2.2.2. Oksitlenerek Film Oluşturan Boyalar

Başta bezir yağlı olmak üzere doymamış yağ asidi içeren birçok bitkisel yağ havadaki oksijenle birleşerek sert bir film oluşturabilir. Bunlar esas itibarıyla bir trigliseriddir. Bu boyalar çok eskiden beri kullanılmaktadır.

2.2.3. Polimerleşme Yoluyla Film Oluşturan Boyalar

İki ayrı mono polimer ile karıştırılarak gerekirse solvent içinde çözülerek ve sertleştirici katılarak metal yüzeye sürülen ve yüzeyde polimerleşen boyalardır. Epoksi ve poliüretan boyalar bu tiplere örnektir.

Bunların dışında bazı özel boyalar da vardır. Çinko tozlu boyalar bunlardan biridir ve son yıllarda yaygın şekilde kullanılmaktadır. Çinko tozu hem organik hem de inorganik

bağlayıcılar ile kullanılmaktadır. Bu tip boyalar çeliği geçirimsiz bir kabuk oluşturarak korumak yanında ayrıca çinkonun galvanik anot etkisi ile katodik olarak da korumaktadır.

2.3. Çelik Yüzeyler İçin Kullanılan Başlıca Boyalar



Resim 2.6: Çinko silikat boyanın çelik üzerine uygulanmış görünümü

Çelik yapının içinde bulunduğu atmosferin cinsine göre özel bazı boyaların kullanılması gerekebilir. Örneğin, asit, alkali, petrol gibi şiddetli kimyasal etkilere karşı dayanıklı boyalar mevcuttur. Günümüzde en çok kullanılan boyalar ve bunların kullanıldığı yerler aşağıda verilmiştir:

➤ **İnorganik çinko silikat boya**

Demir ve çelik yüzeylere tek tabaka hâlinde uygulanır. Epoksi, klor kauçuk, vinil, poliüretan gibi üst kat boyalar için astar olarak kullanılabilir. Özellikle deniz atmosferi için uygundur.

➤ **Organik çinko astar**

Epoksi, klor kauçuk, vinil ve poliüretan üst kat boyaları için astar olarak kullanılır.



Resim 2.7: Poliüretan ile boyanmış petrol platformu

➤ **Poliüretan astar (iki bileşenli)**

Poliüretan ve epoksi üst kat boya için astar olarak kullanılır. Doğrudan çelik üzerine astar olarak veya çinko astar tabakası üzerine ara kat olarak kullanılır.

➤ **Alkid astar**

Demir ve çelik yüzeyler için antikorozyif astar olarak kullanılır. 35µm - 50µm kuru film kalınlığı olacak şekilde uygulanır. Kırsal bölgelerde atmosferik korozyona dayanıklıdır.

➤ **Epoksi astar (iki bileşenli)**

Epoksi veya poliüretan, üst kat boyalar için astar olarak kullanılır. Doğrudan metal üzerine uygulanabildiği gibi çinko astarlar üzerine ara kat boya olarak da kullanılabilir.

➤ **Vinil asetat**

Astar olarak çıplak metal yüzeylerde veya çinko astar üzerine ara kat olarak kullanılır.

➤ **Klor kauçuk astar**

Doğrudan çıplak metal üzerine uygulanabildiği gibi çinko astar üzerine ara kat boya olarak da kullanılabilir.

➤ **Coal tar epoksi (iki bileşenli)**

Deniz atmosferi gibi fazla rutubetli ortamlarda kullanılır. Özellikle alkali ve asit etkilerine dayanıklı bir boyadır. Yalnızca çinko astar üzerine uygulanabilir.

➤ **Sert yapılı epoksi boya (HB epoksi)**

Endüstriyel olarak kirlenmiş deniz atmosferine karşı dayanıklı bir boyadır. Özellikle alkalilere, asitlere ve solventlere dayanıklıdır. Poliüretan son kat boyanın altına ara kat olarak da kullanılır.

➤ **Sert yapılı klor kauçuk boya (HB klor kauçuk)**

Deniz atmosferi ve endüstriyel olarak kirlenmiş olan atmosferlere son derece dayanıklı bir boyadır. Özellikle asidik ortamlarda diğer boyalara tercih edilmektedir.



Resim 2.9: Klor kauçuk boya ile boyanmış boru

➤ **Sert yapılı poliüretan boya (HB poliüretan)**

Özellikle aşınmaya karşı çok dayanıklı bir boyadır.

➤ **Sert yapılı vinil boya (HB vinil)**

Deniz atmosferine karşı çok dayanıklıdır. Endüstriyel olarak kirlenmiş atmosferde ve özellikle asidik karakterli kimyasal çözeltilere karşı emniyetle kullanılır. Bu boya 65 °C'den daha yüksek sıcaklıklarda kullanılmalıdır.

➤ **Alkid boya (mikamsı demir oksit)**

Mikamsı demir oksit, levha şeklindeki yapısı nedeniyle dış etkilere karşı sağlam bir kabuk oluşturur. Bu nedenle köprü, korkuluk, merdiven vb. dış etkilere karşı son derece dayanıklıdır.

➤ **Alüminyum boya**

Parlak beyaz alüminyum rengi nedeniyle üst kat boya olarak tercih edilir. Özellikle depolar, çatılar vb. yapılarda ısıyı yansıtmak için çok kullanılır. Güneş etkisinde kalan boru hatlarında diğer boyalara tercih edilir. Bu boya ısıya dayanıklıdır.




➤ **Silikon alüminyum fırın boya**

İnorganik çinko astar üzerine üst kat boya olarak kullanılır. Uygulandıktan sonra 200 °C'de en az 30 dakika kurutularak kür edilir. Bu boya 450 °C sıcaklığa kadar dayanıklıdır.

UYGULAMA FAALİYETİ

Size verilen fosfatlanması yapılmış vanayı boyayınız.

Gerekli malzemeler: Boyama tabancası, fosfatlanması yapılmış vana, boya, tiner, kâğıt bant, kompresör

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ Fosfatlanması yapılmış vanayı hazırlayınız.</p> 	<ul style="list-style-type: none">➤ Laboratuvar önlüğünüzü giyerek çalışma tezgâhınızı düzenleyiniz.➤ Boyama malzemelerinizi hazırlayınız.➤ Sıcaklığa dayanıklı boya seçimini yapınız.➤ Boyanmaması gereken yüzeylere göre kâğıt kesiniz.
<p>➤ Boyanmaması gereken yerlerini kapatınız.</p> 	<ul style="list-style-type: none">➤ Vananın çalışmasını bozacak kısımların boyanmamasına dikkat ediniz.➤ Kâğıtla kaplanacak yerlere silinebilecek malzeme sürünüz.➤ Kâğıdı üzerine yapıştırınız.
<p>➤ Boyayı hazırlayınız.</p> 	<ul style="list-style-type: none">➤ Vananın kullanılacağı yere göre boya seçimi yapınız.➤ Boyanın inceltmesini yapınız.➤ Boyayı iyi karıştırınız.
<p>➤ Kompresörü fişini takarak çalıştırınız.</p>	<ul style="list-style-type: none">➤ Elektrik işlemlerinde dikkatli olunuz.

	
<p>➤ Boya tabancasının hortumunu takarak havasını kontrol ediniz.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Hortumun hava kaçırmadığını kontrol ediniz. ➤ Boya tabancasının tıkalı olup olmadığını hava ile kontrol ediniz. 
<p>➤ Boyama işlemini yapınız.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Vanayı boyamaya uygun olarak yerleştiriniz. ➤ Boyama alanının kirlenmemesi için gerekli önlemleri alınız. ➤ Boyanın vana üzerinde akmamasına dikkat ediniz. ➤ Belli aralıklarla boyayınız.
<p>➤ Malzemelerinizi temizleyiniz.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Boyama malzemelerini boya çözücü ile temizleyiniz. ➤ Boya tabancasının iğnesini hava ile temizleyiniz. ➤ Boya kutusunun kapağını hava ile temasını kesecek şekilde kapatınız.
<p>➤ Rapor hazırlayınız.</p>	

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerdeki boş bırakılan yerlere uygun kelimeler getiriniz.

1. Metal yüzeyi çevreden yalıtılarak su ve oksijenin metal yüzeye ulaşmasını önleyen organik malzemelere denir.
2. Boya filmi oluşturan bileşikleredenir.
3. Bir alkol ile bir asitten oluşan reçineleretipi reçineler denir.
4. Boyaya rengini veren ve yüzey örtme özelliği sağlayan inorganik ve organik katı toz hâlindeki maddeleredenir.

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

5. Aşağıdakilerden hangisi metal yüzeye uygulanacak boyalarda aranacak özelliklerden değildir?
A) Boya yüzeye çok iyi yapışmalıdır.
B) Geçirgen olmamalıdır.
C) Metali çevresinden yalıtmalıdır.
D) İçinde bulunacağı ortam koşullarına dayanıklı olmalıdır.
6. Aşağıdakilerden hangisi boyalardaki bağlayıcıların görevlerinden değildir?
A) Boyanın yüzeye yapışmasını engelleme
B) Kurumayı kolaylaştırma
C) Esneklik
D) Sertlik
7. Bazı metal tuzları boyaya katılarak, yağın oksijenle reaksiyona girerek katılaşmasını hızlandır. Buna göre aşağıdaki hangi elementin metal tuzu boyaya katılır?
A) Na
B) K
C) Pb
D) Ca
8. Yağlı boyaların metal yüzeyler için tercih edilmemesinin nedeni aşağıdakilerden hangisidir?
A) Alkali ortamda dayanıksız olması
B) Hızlı kuruması
C) Yüzeye iyi yapışması
D) Esnek olmaması

9. Aşağıdakilerden hangisi vinilin açık formülüdür?
A) $\text{CH}_3 - \text{CH}_3$
B) $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$
C) $\text{CH} \equiv \text{CH}$
D) $\text{CH}_2 = \text{CH}_2 - \text{CH}_2$
10. Aşağıdakilerden hangisi boyada koruma özelliği olarak kullanılabilir pigment çeşidi değildir?
A) Alüminyum tozu
B) Çinko tozu
C) BaCrO_4
D) BaSO_4
11. Aşağıdakilerden hangisi renk verici pigment olarak kullanılmaz?
A) Demir oksitler
B) Kurşun kırmızısı
C) Krom oksit (CrO)
D) TiO_2
12. Boyanın uçucu kısmını oluşturan organik maddeler aşağıdakilerden hangisi ile ifade edilir?
A) Bağlayıcılar
B) Pigmentler
C) Solventler
D) Yağlar

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki “Uygulamalı Test”e geçiniz.

UYGULAMALI TEST

Size verilen fosfatlaması yapılmış vanayı uygun boya ile boyayınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri için Evet, kazanamadığınız için Hayır kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. İş önlüğünüzü giyip çalışma tezgâhınızı düzenlediniz mi?		
2. Fosfatlaması yapılmış vanayı hazırladınız mı?		
3. Boyanmaması gereken yerlerini kapatınız mı?		
4. Boyayı hazırladınız mı?		
5. Boyayı boya tabancasına döktünüz mü?		
6. Kompresörü çalıştırdınız mı?		
7. Boya tabancasının iğnesini hava ile kontrol ettiniz mi?		
8. Vanayı boyamaya uygun olarak yerleştirdiniz mi?		
9. Boyama işlemini yaptınız mı?		
10. Malzemelerin temizliğini yaptınız mı?		
11. Rapor hazırladınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-3

AMAÇ

Gerekli ortam sağladığında kurallara uygun olarak demir ve alaşımlarının metalik kaplama ile korunmasını sağlayabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Kromik asidin hazırlanışını araştırınız.
- H_2SO_4 ün elde edilmesini ve kimyasal özelliklerini araştırınız.
- Korozyonun temizlenmesinde proseste kullanılan kimyasalları araştırınız.

3. METALİK KAPLAMALAR

Çelik yüzey bir başka metal ile kaplanarak atmosferik korozyondan korunabilir. Metalik kaplamalar çeliği korozyondan iki ayrı yönde korur:

- Kaplama metali ortama daha dayanıklıdır.
- Kaplama metali çeliğe göre anottur ve çeliği katodik olarak korur.

Kaplama olarak hangi metalin seçileceğine aşağıdaki faktörler göz önüne alınarak ekonomik değerlendirme sonucu karar verilir.

- Atmosferik korozyonun şiddeti
- Yapının ömrü
- Malzemenin biçimi ve boyutu
- Mekanik faktörler
- Yüzeyin dekoratif görünümü

Endüstriyel uygulamalarda çeliği korozyondan korumak amacıyla büyük ölçüde kullanılan metaller, çinko (Zn), kadmiyum(Cd), alüminyum(Al), kalay (Sn), nikel (Ni), krom (Cr), kurşun (Pb) ve bunların alaşımlarıdır. Atmosferik korozyona karşı daha çok çinko ve alüminyum kaplamalar kullanılır.

Ana metal üzerindeki koruyucu metal kaplama tabakası ana metale göre anodik veya katodik olabilir. Çelikler üzerindeki bakır ve nikel kaplamalar katodik olurken çinko ve alaşımsız alüminyum genellikle anodiktir. Eğer kaplama tabakasında kılcal delik veya çatlak varsa katodik kaplamalar paslanmayı önleyemez.

3.1. Metal Kaplama Yöntemleri

Metal kaplamalar sıcak daldırma, sıcak püskürtme, elektrolitik kaplama yöntemleri ile yapılır.

3.1.1. Sıcak Daldırma

En yaygın ve en ucuz kaplama yöntemidir. Özellikle çelik üzerine çinko kaplama (galvanizleme) bu yöntemle yapılır.

Sıcak daldırma yöntemi ile çelik üzerine çinko kaplama aşağıdaki gibi yapılır.

- Metal yüzey iyice temizlenir.
- Boyutları uygun bir banyo içinde çinko metali 450 °C'de eritilir.
- Metal erimiş banyo içine daldırılır. Bu arada Zn – Fe alaşımı meydana gelir.
- Kaplama kalınlığı en az 85 µm (600 g/m²) olmalıdır. Kaplama kalınlığı banyo sıcaklığına ve malzemenin banyodan çekiliş hızına bağlıdır.
- Kaplama tek daldırma ile yapılır.
- Yüzey temizliği yeterli ise sıcak daldırma ile yapılan çinko kaplamalar kuru kırsal atmosferde en az 20 yıl dayanıklıdır.

3.1.2. Sıcak Püskürtme

Daha önce yüzeyleri temizlenmiş olan çelik üzerine erimiş hâldeki metal (genellikle çinko ve alüminyum) sıcak hâlde püskürtülür. Bu amaçla toz metal veya tel hâlinde metal kullanılır. Tel kullanılması hâlinde elektrik arki yaptırılarak telin hızla erimesi sağlanır.

Püskürtme sırasında metal soğuk hâldedir. Bu kaplama sırasında çelik yüzeyinde herhangi bir metalürjik değişme olmaz. Sıcak daldırmada alaşım meydana geldiği hâlde burada yalnız bir yapışma söz konusudur. Örneğin, kum püskürtme ile kaplanmış metal sökülebilir.

Sıcak püskürtme yapmadan önce çelik yüzeylerin kum püskürtme yöntemi ile temizlenmiş olması gerekir. Kaplama kalınlığı 75 µm – 200 µm arasında olabilir. Alt tabaka çinko, üst tabaka alüminyum olmak üzere iki tabaka hâlinde de kaplama yapılabilir.

3.1.3. Elektrolitik Kaplama

Elektrolitik kaplama küçük parçalar için uygundur. Uygun bir çözeltilde yüzeyi metal kaplanacak parça anot yapılırsa çözeltildeki iyon element hâlinde katoda toplanır. Elektrolitik yöntemle genellikle çinko ve kadmiyum kaplanır. Kaplama kalınlığı genellikle 15 – 25 µm arasındadır.

3.2. Nikel ve Krom Kaplamalar (Ni – Cr)

Çeliklerin ve pirinçlerin korozyona karşı korunmasında, üzeri çok ince kromla kaplanmış nikel kaplamalar yaygın hâlde kullanılır. Parlak krom kaplama diye bilinen bu ikili (Ni / Cr) kaplama tekniği korozyondan koruma amacı yanında aşınma ve yüksek sıcaklığa karşı dayanıklılık ve dekoratif amaçlarla da kullanılır.

Nikel diğer metallere farklı olarak tek bir sülfat banyosunda kaplanabilir. Organik ilaveler gerekmez. Nikel anotların pasifleşmesini önlemek için klorür, banyonun pH değerini kontrol için de borik asit ilave edilebilir. Anot olarak içine özel maksatlara (yüksek elektrokimyasal aktiflik, kolay çözünürlük, banyo kirlenmesini önlemek vb.) dönük S, yeşil NiO ve karbon ilave edilmiş yüksek saflıkta nikel veya elektrolitik nikel kullanılabilir.

Elektrolit nikel kaplamanın pH değeri 3,5 – 4,8 arasında değişir. Pürüzlüğü azaltmak, kaplama tabakasındaki gerilimleri gidermek ve parlaklık sağlamak için düşük miktarda değişik maddeler banyoya ilave edilir.

Elektrolitik krom kaplama kromik asit ve sülfürik asit ihtiva eden banyolarda yapılır. $\text{CrO}_3 / \text{H}_2\text{SO}_4$ oranı akım verildiğinde önemli bir faktördür. Kaplama tabakasındaki gerilimleri ve çatlama önlemek için silisyum florür (SiF_4) ilave edilir. Çatlaksız tabaka elde etmek için ısıtılmış ($50 - 60^\circ\text{C}$) ve asit oranı yüksek (150 /1) banyolarda kullanılır. Nikel tabaka üzerine uygulandığı zaman etkili bir aşınma dayanımı için sert bir krom tabakasının en az 13 μm olması gerekir. Ölçü masterları, segmanlar, uçak ve deniz motorlarının krank milleri, dişliler, çeşitli kalıp ve baskı levhaları kromla kaplanır.

Nikel kaplama yarı parlak ve parlak tabakalar hâlinde bir yüzeye uygulandığında korozyona karşı daha koruyucu bir durum elde edilir. Nedeni de parlak dış tabakayı geçerek yarı parlak iç tabakaya erişen atmosferik korozyonun derinlemesine ilerlemesi yerine yanlamasına ilerlemesidir. Ni ve Cr birlikte kaplandığında, krom tabaka kalınlığı artınca korozyona dayanıklılık gelişir.

Nikel kaplama tabakası atmosfer şartlarında dumanlama adı verilen bir bozulmaya uğrar. Nedeni atmosferdeki SO_2 nin nikelin katalitik etkisi altında SO_3 e dönüşüp sülfürik asit oluşumunu teşvik etmesi sonucu nikelin, nikel sülfat şeklinde çözünmesidir. Bu durum genelde bağıl nemin %70'in üstüne çıktığı durumlarda ortaya çıkar. Temiz nikel yüzeyi H_2S gazına maruz bırakılarak nikelin katodik etkisinden korunabilir.

Oksijensiz, klorlu saldırgan (korozyif) ortamlarda krom kaplama üzerinde ciddi sonuçlar doğuran oyulma korozyonu meydana gelir. Önce kaplama üzerinde yeşil renkli nikel tuzları görülür. Oyulma korozyonunun daha ileri safhalarında paslanma durumu ortaya çıkar.

3.3. Kalay (Sn) Kaplamalar

Bakır mutfak eşyalarının, bakır ve kurşun su borularının, pirinç kondenser borularının kaplanmasıyla kullanılmakla beraber, en yaygın kullanım alanı konserve endüstrisidir. Kalay normal şartlar altında demire göre katodik olmakla beraber, konservecilikte en saldırgan ortam oluşturan meyve suları içinde çelikler kalaya göre katodik durumdadır. Bu durumda çatlamış kalay tabakasından saldırgan ortama açılan çelikte, çözünme söz konusu olmaz. Ancak katodik olan çelik yüzeyinde meydana gelen hidrojen çıkışı nedeniyle konserve kutularında şişerek patlamalar meydana gelebilir.

Kalayın korozyon direnci bir dereceye kadar hidrojen üst potansiyelinin çok yüksek olmasından kaynaklanır. Kalay kaplamalar elektrolit ve sıcak daldırma (düşük ergime sıcaklığına sahip metallerde) usulleriyle uygulanır. Ancak elektrolitik kalay kaplama, istenilen kalınlıkta tabakanın kontrollü olarak elde edilmesini sağlaması nedeniyle, sıcak daldırma tercih edilir.

Sıcak daldırma öncesi yapılan çeşitli yüzey temizleme işlemleri sonunda yüzey özelliklerini olumsuz etkileyen ince bir oksit film kalabilir. Ergimiş kalay banyolardan geçirilen saclar üzerinde, sıkı yapışmış bir kalay tabakasının sağlanması için bu oksit

filminden kurtarmak gerekir. Bunun için sıvı metal banyosunun üst kısmına 2,5 - 5 cm kalınlığında flux adı verilen yüzey aktifleyiciler ilave edilir. Sac flux tabakasından geçerek sıvı kalay banyosuna girer. Çinko klorür ($ZnCl_2$) ve alüminyum klorür ($AlCl_3$) en çok kullanılan flux türüdür. Flux'un yüzey oksitlerini temizleyerek kolay ıslanabilir aktif bir yüzey sağlayabilmesi yanında, metal banyosu ile reaksiyona girerek bir atom katında oluşan ilk kaplama tabakasını meydana getirir.

3.4. Çinko (Zn) Kaplamalar

Çinko kaplamalar sıcak daldırma ve elektronik usullerle gerçekleştirilebilir. Sıcak daldırma sıvı banyo üzerinde flux olarak NH_4Cl bulunur. Flux tabakası serbest $ZnCl_2$ ve NH_4Cl ihtiva ettiği gibi $ZnCl_2$, NH_3 ihtiva eder. Elde edilen kaplamanın dış kısmında saf metal bulunabilir.

Çinko kaplamaların düzgün ve tüm yüzeyde eşit kalınlıkta olması önemlidir. Çinko demir ve çeliğe göre anodiktir ve herhangi bir çatlaktan içeriye nemin sızması durumunda çinko aşınırken çelik korunmuş olur. Çelik üzerinde bir korozyon başlaması da çinko tabakasının çözünmesini hızlandıracak, dolayısıyla kaplama ömrü azalacaktır. Çinkonun çelik yüzeye sağladığı katodik koruma bittiğinde korozyon başlayacaktır.

Çinko kaplı çelikler, içinde oksijen bulunan sıvı ortama maruz kaldığında kaplama çatlakları çinko hidroksit [$Zn(OH)_2$] tarafından doldurulur. Su içinde çözünmüş olarak bulunabilecek CO_2 hidroksit bileşiği ile tepkimeye girip daha kolay çözünen karbonatlar meydana getireceğinden korozyon hızını artırır. Bu nedenle yumuşak su için sert suya göre daha kalın çinko tabakası gerektirecektir. Çünkü kalsiyum bikarbonat ihtiva eden yumuşak suyun koruyucu film meydana getirme gücü daha azdır.

Kaplamanın saf çinko olan dış çatlak yerlerdeki çeliğe soğuk suya karşı katodik koruma sağlarken iç kısımdaki alaşım tabaka bunu sağlayamaz. Ancak sıcaklığın çok artması durumunda saf çinko da demire katodik korumayı sağlayamaz. Bu durumda ana çelik yapının oyulma korozyonuna uğraması söz konusudur.

Çinko kaplama, püskürtme alevinin içine çinkonun tel veya toz halinde beslediği tabancalar yardımıyla da uygulanır. Elektrolitik çinko kaplama sülfat ve siyanür banyolarında yapılır.

Çinko kaplamalar kırsal atmosferde, yüzeyin dalga serpintisine maruz kalmadığı hâllerde deniz atmosferine dayanıklılık gösterir. 25 -30 μm kalınlığındaki çinko kaplamanın kırsal atmosferde 11, sahil atmosferinde (deniz kenarı) 8 yıla kadar dayandığı ancak endüstriyel atmosferde bunun 4 yıla kadar düştüğü saptanmıştır. Bu sonuç çinkonun, sülfürik asitle kirlendirilmiş endüstriyel atmosferlerde daha çok etkilendiğini gösteriyor. Hızlandırılmış korozyon deneyleri çinkonun pH değeri 7 -12 arasında, oda sıcaklığındaki sulu ortamlarda en düşük korozyon hızına sahip olduğunu göstermiştir.

Galvaniz tabakasının düzgün olmayan kalınlık dağılımı nedeniyle meydana gelebilecek erken korozyon hadisesinin yüzeye uygulanacak koruyucu boyalarla geciktirilebileceği unutulmamalıdır.

3.5. Kurşun (Pb) Kaplamalar

Sıcak daldırma, püskürtme ve elektrolitik çökeltme ile uygulanır. Sıcak daldırma durumunda çelikle ara yüzeyinde sıkı bir bağ oluşturması için az miktarda (%15) kalay ile beraber kullanılır. Kimyasal maddelere olan direncinden dolayı uygulama alanları bulunur. Çatı kaplamalarında, asit veya petrol tanklarında kullanımı tipik örneklerdir. Atmosferik korozyona çok dayanıklı olmakla beraber toprak içinde dayanıklı değildir. Keza zehirli olduğu unutulmamalıdır.

3.6. Alüminyum (Al) Kaplamalar

Çelik yüzeyine uygulanan alüminyum kaplamalar sıcak daldırma ve sıcak püskürtme ile uygulanır. Az da olsa difüzyonla kaplama yöntemlerinden birisi olan sementasyon işlemi de uygulanır. Bu işlem çelik yüzeylerin alüminyum ile kaplanarak oksitlenmelere karşı direnç sağlamak ve korozyonu azaltmak için uygulanır. Kaplanacak parçalar alüminyum ve alümina tozu ile flux olarak bir miktar NH_4Cl ihtiva eden karışım içinde hidrojen atmosferinde $1000\text{ }^\circ\text{C}$ dolayında ısıtılır. 48 saatlik bir ısıtma yüzeyde 0,15 mm kalınlığında Al – Fe alaşım tabakası meydana getirir.





Elde edilen alaşım tabakası $850\text{-}950\text{ }^\circ\text{C}$ 'ye kadar yüksek oksitlenme direnci gösterirken sıvı saldırgan ortamlarda iyi bir koruyucu değildir. Bu tip alüminyum kaplamalar petrol rafinerilerinde karşılaşılan kükürtlü atmosferde de iyi bir korozyon direnci gösterir. Gaz türbini kanatlarının yüksek sıcaklıklarda oksitlenmesini önlemek için uygulanabilir.




Sıcak daldırma ile uygulanan alüminyum kaplamalarda yüksek sıcaklık oksitlenmesi ve atmosferik korozyona dayanıklıdır. Sıcak püskürtme ile uygulanan alüminyum kaplamaların ortalama kalınlığı 0,075 – 0,2 mm arasındadır. Bu işlem kum raspağı ile yüzey temizlemenin ardından uygulanır.

UYGULAMA FAALİYETİ

Size verilen korozyona uğramış vananın volanını söküp mekanik ve kimyasal temizlemesini yaparak nikel kaplayınız.

Gerekli malzemeler: Beher, vana, metal maşa, saplı tel fırça, elektrikli taşlama makinesi, çekiç, uygun anahtar, ince zımpara, termometre, mezür, pipet, bek veya ısıtıcı, üçayak, amyant tel ve puar

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ Vanayı mengeneye yerleştiriniz.</p> 	<ul style="list-style-type: none">➤ Laboratuvar önlüğünüzü giyerek çalışma tezgâhınızı düzenleyiniz.➤ Çalışma ortamınızı hazırlayınız.➤ Kullanacağınız malzemeleri öğretmeninizden alınız.
<p>➤ Volanı uygun anahtarla sökünüz.</p> 	<ul style="list-style-type: none">➤ Uygun anahtarı seçin veya ayarlayınız.➤ Contayı ve dişliyi bozmamaya dikkat ediniz.➤ Volanın alttan çekiçle sağına soluna vurunuz.➤ Pimi yuvadan çıkarınız.
<p>➤ Volanı mengeneye yerleştiriniz.</p> 	<ul style="list-style-type: none">➤ Volanın sıkışıp sıkışmadığını kontrol ediniz.
<p>➤ Elektrikli taşlama makinesini prize takınız.</p> 	<ul style="list-style-type: none">➤ Elektrikli taşlama makinesinin kapalı olduğundan emin olunuz.➤ Elektrikli taşlama makinesine pimli çanaklı tel fırçayı takarken dikkatli olunuz.➤ Pimli çanaklı tel fırça için uygun anahtarı seçiniz.

<p>➤ Elektrikli tel fırçayı çalıştırınız.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Elektrikli korozyon temizleme aletini dikkatli kullanınız. ➤ Vana gövdesinin üzerinde çalıştırınız. ➤ Telin iyi takılı olduğundan emin olun. ➤ Uzun süre çalıştırmayınız. ➤ Temizleme telinin paslı ve eski olmamasına dikkat ediniz.
<p>➤ Volandaki boya ve korozyonu elektrikli taşlama makinesi ile temizleyiniz.</p>	<p>➤ Silme ile çıkmayan boyaları alevle temizleyiniz.</p> 
<p>➤ Volanı saplı tel fırça ve ince zımpara ile temizleyiniz.</p> 	<p>➤ Boya ve korozyon kalmamasına dikkat ediniz.</p>
<p>➤ H₂SO₄ çözeltisi hazırlayınız.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Çözelti hazırlama kurallarına uyunuz. ➤ Çözeltiyi korozyon derecesine göre %20 -%50 konsantrasyonu arasında hazırlayınız. ➤ Çözeltinin hacmini vana gövdesini kaplayacak kadar hazırlayınız.
<p>➤ Çözeltiyi uygun behere döküp ısıtma düzeneğine yerleştiriniz.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Isıtma düzeneğini çeker ocakta kurunuz. ➤ Çeker ocağın havalandırmasını çalıştırınız.
<p>➤ Beki yakarak çözeltinin sıcaklığını 50 °C'ye yükseltiniz.</p>	<p>➤ Sıcaklık 50 °C'ye yükseldiğinde beki kapatınız.</p>
<p>➤ Volanı behere yerleştiriniz.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Metal maşa kullanınız. ➤ Beherin kırılmamasına dikkat ediniz.
<p>➤ 8 dakika asit çözeltisinde bekletiniz.</p>	<p>➤ Volandaki değişimi gözlemleyiniz.</p>

➤ Volanı asit çözeltisinden çıkararak soğuk suda yıkayınız.	➤ Çözeltiden çıkarırken metal maşa kullanınız. ➤ Soğuk suyla iyice yıkayınız.
➤ Nikel çözeltisini behere yeteli miktarda dökünüz.	➤ Ni çözeltisini volanı kaplayacak kadar behere dökünüz.
➤ Volanı çözeltinin içine yerleştiriniz.	➤ Volanı metal maşa ile çözeltiliye yerleştiriniz.
➤ Beki yakıp volanın kaplanmasını gözlemleyiniz.	➤ Düşük ısıda kaplamayı gerçekleştiriniz. ➤ Kaplandığından emin olduğunuzda çözeltiden çıkartınız. ➤ Volanın tüm yüzeyi kaplanmamışsa kaplamaya devam ediniz.
➤ Volanı çözeltiden çıkartınız.	➤ Tüm yüzeyin kaplandığını kontrol ediniz.
➤ Rapor hazırlayınız.	➤ Rapor hazırlama kurallarına uyunuz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıda verilen cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Çeliğin yüzeyi bir başka metalle kaplanarak atmosferikkorunabilir.
2. Sıcak püskürtme yapmadan önce çelik yüzey yöntemi ile temizlenir.
3. Elektronik kaplamada kaplanacak metal parça yapılırsa çözeltideki iyon elementel hâldetoplanır.
4. Elektrolitik krom kaplamaasit veasit ihtiva eden banyolarda yapılır.
5. Kalay kaplamalarve daldırma usulüyle uygulanır.
6. Elektrolit çinko kaplama vebanyolarda yapılır.
7. Çelik yüzeyine uygulanan alüminyum kaplamalar sıcak ve sıcakile uygulanır.
8. Kaplama metali çeliğe göre anottur ve çeliğiolarak korur.

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

9. Metali kaplamak için, kaplamada kullanılacak metal seçiminde aşağıdaki faktörlerden hangisi dikkate alınmaz?
A) Atmosferik korozyon şiddeti
B) Yapının ömrü
C) Mekanik faktörler
D) Maliyeti
10. Aşağıdakilerden hangisi metali korozyondan korumak için kullanılan inorganik maddelerden değildir?
A) Zn
B) Cd
C) Al
D) Mg
11. Aşağıdakilerden hangisi metali kaplama yöntemlerinden değildir?
A) Epoksi kaplama
B) Sıcak daldırma
C) Sıcak püskürtme
D) Elektrolit kaplama

12. Aşağıdakilerden hangisi metalin Zn ile sıcak daldırma yapılmasında uygulanan işlem basamaklarından değildir?
- A) Metal yüzeyini iyice temizlemek
B) Uygun kap içinde çinko metalini 450 °C’de eritmek
C) Kaplanacak metali iki veya daha fazla çinko eriyiğine daldırmak
D) Kaplama kalınlığı en az 85 µm (600 g/m²) olacak şekilde ayarlamak
13. Metali Ni ile kaplamak için aşağıdaki çözelti banyolarından hangisi kullanılır?
- A) NiCl₂
B) NiSO₄
C) Ni₃(PO₄)₂
D) NiS
14. Elektrolitik Ni kaplamada çözeltinin pH değerleri aşağıdaki seçeneklerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?
- A) 3,5 – 4,8
B) 4,8 – 6,5
C) 6,5 – 9,6
D) 9,6 – 12
15. Oksijensiz, klorlu saldırgan ortamda krom kaplama üzerinde yeşil renkli tuz oluşur. Bu şartlarda oluşmuş korozyon aşağıdakilerden hangisidir?
- A) Çukur
B) Oyulma
C) Karıncalanma
D) Oyuk

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki “Uygulamalı Test”e geçiniz.

UYGULAMALI TEST

Size verilen korozyona uğramış vananın volanını söküp mekanik ve kimyasal temizlemesini yaparak nikel kaplayınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri için Evet, kazanamadığınız için Hayır kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. İş önlüğünüzü giyip çalışma tezgâhınızı düzenlediniz mi?		
2. Vanayı mengeneye yerleştirdiniz mi?		
3. Volanı uygun anahtarla söktünüz mü?		
4. Volanı mengeneye yerleştirdiniz mi?		
5. Elektrikli taşlama makinesine çanak saçaklı tel fırçayı taktınız mı?		
6. Elektrikli taşlama makinesini prize takıp volanın korozyonu ve boyasını temizlediniz mi?		
7. Volanı saplı tel fırça ve ince zımpara ile temizlediniz mi?		
8. Korozyonun yoğunluğuna göre H ₂ SO ₄ çözeltisi hazırladınız mı?		
9. Çözeltinizin sıcaklığını 50 ⁰ C'ye yükseltip beki kapattınız mı?		
10. Volanı çözeltiliye yerleştirip 8 dakika beklettiniz mi?		
11. Volanı asit çözeltisinden çıkarıp soğuk su ile yıkadınız mı?		
12. Nikel çözeltisini hazırladınız mı?		
13. Volanı nikel çözeltisine yerleştirdiniz mi?		
14. Çözelti içinde volanın nikel ile kaplanmasını gözlemlediniz mi?		
15. Volanı çözeltiliden çıkardınız mı?		
16. Rapor hazırladınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetlerini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Modül Değerlendirme”ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Metal yüzeyde bulunan halde kabuğunu, pas veya yabancı maddeleri uzaklaştırmak için aşağıdaki el aletlerinden hangisi kullanılmaz?
A) Raspa
B) Tel fırça
C) Spatula
D) Düz çekiç
2. Aşağıdakilerden hangisi metal yüzeyindeki organik maddelerin alevle temizlenmesinde dikkat edilecek özellikler arasında yer almaz?
A) Alevle temizlemenin artında hemen astar tabakası uygulanmamalıdır.
B) Isı ile deforme olacak çok ince yüzeyler alevle temizlenmemelidir.
C) Kaynak, perçin gibi ek yerleri fazla ısıtılmamalıdır.
D) Cam, plastik, asbest gibi ısı etkisiyle bozulabilen parçalara fazla yaklaştırılmamalıdır.
3. Metal yüzeyindeki oksit filminin veya pas tabakasının giderilmesi amacıyla asit çözeltisi içine daldırılması işleminin endüstrideki adı aşağıdakilerden hangisidir?
A) Asitle çözme
B) Daldırma
C) Pikling
D) Pas giderme
4. Solventle yüzey temizlemede kullanılan kimyasal maddeler arasında aşağıdakilerden hangisi bulunmaz?
A) Asetik asit
B) Alkol
C) Eter
D) Nafta
5. Aşağıdakilerden hangisi alkali temizlemede kullanılan kimyasallar grubunda yer almaz?
A) Na_3PO_4
B) Na_2CO_3
C) C_2H_6O
D) NaOH
6. Aşağıdakilerden hangisi atmosferik etkiler sonucu metal yüzeyde oluşan kirlenmedir?
A) Oksit filmi
B) Yağ
C) Gres
D) Beton

7. Asit çözeltisi ile hafif korozyonlu (paslı) yüzeyi temizlemek için yüzde kaçlık çözelti hazırlanır?
A) % 10
B) % 20
C) %40
D) %50
8. Aşağıdakilerden hangisi boya üretiminde kullanılan maddelerden değildir?
A) Bağlayıcılar
B) Solventler
C) Pigmentler
D) Selüloz
9. Aşağıdakilerden hangisi boyada koruma özelliği olarak kullanılabilen pigment çeşidi değildir?
A) $ZnCrO_4$
B) Çinko tozu
C) CrO_4
D) $PbCrO_4$
10. Asit, alkali, petrol gibi şiddetli kimyasal etkileri olan maddelerin bulunduğu tanklarda aşağıdaki boyalardan hangisi kullanılmaz?
A) Organik çinko silikat boya
B) Sert yapılı vinil boya
C) Sert yapılı epoksi boya
D) Kuru yağlı boya
11. Aşağıdakilerden hangisi metali korozyondan korumak için kullanılan inorganik maddelerden değildir?
A) Ni
B) Cr
C) Fe
D) Pb
12. Aşağıdakilerden hangisi Ni kaplamanın özelliklerinden değildir?
A) Nikel anotlarını pasifleştirmek için klorür kullanılır.
B) pH değerini kontrol etmek için borik asit ilave edilir.
C) Anot olarak elektrolit nikel kullanılır.
D) Organik madde ilave edilir.
13. Nikel kaplamada, kaplama tabakasındaki gerilimi ve çatlamayı önlemek için banyoya aşağıdaki kimyasallardan hangisi ilave edilir?
A) H_2SO_4
B) NaCl
C) SiF_4
D) CrO_3

14. Nikel kaplama tabakası atmosfer şartlarında dumanlama korozyonuna uğrar. Korozyonun nedeni aşağıdakilerden hangisidir?
- A) H_2S gazının etkisi
 - B) Bulunduğu ortamın oksijen yüzdesinin fazla olması
 - C) Atmosferdeki SO_2 nin yüzeydeki nikel kaplama ile nikel sülfat ($NiSO_4$) oluşturması
 - D) Oksijenli ortamda klor gazının saldırısına uğraması
15. Çinko kaplı çelik, içinde oksijen bulunan sıvı ortama maruz kalıyor. Kaplamadaki çatlaklar aşağıdaki bileşiklerden hangisi ile dolar?
- A) $ZnCl_2$
 - B) $ZnOH$
 - C) $Zn(OH)_2$
 - D) ZnO

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki “Uygulamalı Test”e geçiniz.

UYGULAMA TESTİ

Size verilen eşanjörün korozyonunu temizleyip bağlantı elemanlarını nikel kaplayarak sıcaklığa dayanıklı boya ile boyayınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri için Evet, kazanamadığınız için Hayır kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Eldiven ve iş önlüğünü giydiniz mi?		
2. Eşanjörü söktünüz mü?		
3. Elektrikli taşlama makinesine saçaklı çanak tel fırçayı taktınız mı?		
4. Elektrikli taşlama makinesini prize takıp çalıştırdınız mı?		
5. Eşanjörün korozyonunun elektrikli taşlama makinesi ile temizlediniz mi?		
6. Eşanjörü saplı tel fırça ve ince zınpara ile temizlediniz mi?		
7. Bağlantı parçalarının korozyonunu temizlediniz mi?		
8. Bağlantı parçalarını asit çözeltilisinde temizlediniz mi?		
9. Bağlantı parçalarını asit çözeltilisinden çıkarıp soğuk suda yıkadınız mı?		
10. Eşanjörün tozunu hava ile temizlediniz mi?		
11. Uygun boyayı hazırladınız mı ?		
12. Kompresörü çalıştırdınız mı?		
13. Eşanjörün boyanmaması gereken yerlerini kapattınız mı?		
14. Eşanjörü boyadınız mı?		
15. Nikel çözeltisi hazırlayıp bağlantı parçalarını içine koydunuz mu?		
16. Beki yakıp nikel çözeltisi kaydattınız mı?		
17. Bağlantı parçalarını nikel çözeltilisinden çıkardınız mı?		
18. Eşanjörün montajını yaptınız mı?		
19. Malzemelerinizi temizleyip teslim ettiniz mi?		
20. Rapor hazırlayıp teslim ettiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetlerini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ 1'İN CEVAP ANAHTARI

1.	Boya Kaplama
2.	Pikling
3.	Alevle
4.	D
5.	C
6.	A
7.	B
8.	C
9.	C
10.	D

ÖĞRENME FAALİYETİ 2'NİN CEVAP ANAHTARI

1.	Boya
2.	Bağlayıcılar
3.	Ester
4.	Pigmentler
5.	B
6.	A
7.	C
8.	A
9.	B
10.	D
11.	B
12.	C

ÖĞRENME FAALİYETİ 3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1.	Korozyondan
2.	Kum Püskürtme
3.	Anot – Katotta
4.	Kromik – Sülfürik
5.	Elektrolit – Sıcak
6.	Sülfat - Siyanür
7.	Daldırma – Püskürtme
8.	Katodik
9.	D
10.	D
11.	B
12.	C
13.	B
14.	A
15.	B

MODÜL DEĞERLENDİRMENİN CEVAP ANAHTARI

1.	D
2.	A
3.	C
4.	A
5.	C
6.	A
7.	B
8.	D
9.	C
10.	D
11.	C
12.	D
13.	C
14.	C
15.	C

KAYNAKÇA

- ARIEL Nurettin, **Su-Buhar Sistemlerinde Korozyon ve Kimyasal Temizleme**, Yayın Nu.: 89, Ankara, Kasım-1981.
- PETKİM (Aliağa Petrokimya San. ve Tic. AŞ), **Rafineri Donatıları Teknik Kontrol Kılavuzu**, Yayın Nu.: 03, Nisan-1988.
- YALÇIN KOÇ, **Korozyon ve Katodik Koruma**, Ankara, 1991.