

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

KİMYA TEKNOLOJİSİ

KURU BOYA ÖZELLİKLERİ

Ankara, 2013

- 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	2
1. KURU BOYADA PARLAKLIK, SERTLİK VE ESNEKLİK	2
1.1. Parlaklık Testi	2
1.1.1. Test Plakasının Hazırlanması	7
1.1.2. Glossmetre	8
1.2. Sertlik Testi	9
1.2.1. Tanımı	9
1.2.2. Koing Albert Sarkacı	11
1.3. Boyada Esneklik	13
UYGULAMA FAALİYETİ	15
ÖLÇME DEĞERLENDİRME	21
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	22
2. KAFES ÇİZGİSİ, KAZIMA VE DERİN ÇEKME TESTİ	22
2.1. Kafes Çizgisi (Yapışma) Testi	22
2.1.1. Prensibi	23
2.1.2. Cross- Cut Cihazı	25
2.2. Kazıma Testi	25
2.3. Derin Çekme Testi	26
2.3.1. Çukurlama Aleti	27
UYGULAMA FAALİYETİ	29
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	34
ÖĞRENME FAALİYETİ-3	35
3. BÜKME, KABARCIKLAŞMA VE PAS İLERLEMESİ TESTİ	35
3.1. Bükme Testi	35
3.1.1. Prensibi	35
3.1.2. Bükme Aleti	36
3.2. Boyada Kabarcıklaşma	38
3.2.1. Buhar Banyosu	44
3.3. Pas İlerleme Testi	44
UYGULAMA FAALİYETİ	47
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	55
ÖĞRENME FAALİYETİ-4	57
4. OVALAMA TESTİ VE SUYA DAYANIKLILIK ÖLÇÜMÜ	57
4.1. Ovalama Testi	57
4.2. Suya Dayanıklılık Ölçümü	59
UYGULAMA FAALİYETİ	63
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	72
MODÜL DEĞERLENDİRME	73
CEVAP ANAHTARLARI	75
KAYNAKÇA	77

AÇIKLAMALAR

ALAN	Kimya Teknolojisi
DAL	Boya Üretimi ve Uygulamaları
MODÜLÜN ADI	Kuru Boya Özellikleri
MODÜLÜN TANIMI	Kuru boyanın kalitesini belirlemek için yapılan parlaklık, sertlik, esneklik, kafes çizgisi (yapışma), kazıma, derin çekme, bükme, kabarcıklaşma, pas ilerlemesi, ovalama testleri ve suya dayanıklılık ölçümü ile ilgili bilgi ve becerilerin kazandırıldığı bir öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/24
ÖN KOŞUL	Yaş Boya Testleri modülünü başarmış olmak
YETERLİK	Kuru boya özelliklerini kontrol etmek
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Gerekli ortam sağlandığında ASTM, TSE ve DIN standartlarına uygun kuru boya özelliklerini kontrol edebileceksiniz. Amaçlar <ol style="list-style-type: none">1. Standartlara uygun olarak parlaklık, sertlik ve esneklik testi yapabileceksiniz.2. Standartlara uygun olarak kafes çizgisi (yapışma), kazıma ve derin çekme testi yapabileceksiniz.3. Standartlara uygun olarak bükme, kabarcıklaşma ve pas ilerlemesi testi yapabileceksiniz.4. Standartlara uygun olarak ovalama testi ve suya dayanıklılık ölçümü yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Sınıf, atölye veya laboratuvar, kütüphane, ev, bilgi teknolojileri ortamı <i>İnternet</i> vb. kendi kendinize veya grupta çalışabileceğiniz tüm ortamlar Donanım: Numune boya, Glossmetre, test plakası, Koing Albert Sarkacı, 100- 200 mm'lik paneller, kronometre, Cross-cut cihazı, kazıma bıçağı, çukurlatma aleti, 48 saat 80 °C yaşlandırılmış boya, 40-100 mm ebadında galvaniz yada sac plaka, silindir, bükme aleti, buhar banyosu, boyalı plakalar, keskin bıçak, tuzlu su püskürtme cihazı, yıkama makinesi, fırça, cam plaka, takoz, contalı çerçeve, aplikatör, deney paneli, yapışkan kağıt bant, flanel kumaş, zımpara, deterjan, ovma çözültisi (standardized scrup medium) ,sac panel (150 mm x70 mm x 0,8 mm), film çekme aplikatörü, su banyosu
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modülün içinde yer alan, her faaliyetten sonra verilen ölçme araçları ile kazandığınız bilgileri ölçerek kendi kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen, modülün sonunda, size ölçme aracı (test, çoktan seçmeli, doğru-yanlış, vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Genel olarak boya “bir yüzey üzerine uygulandığında dekoratif ve koruyucu bir tabaka oluşturan malzeme” olarak tanımlanmaktadır. Boyanın temel kullanım amacı yüzeylerin dekore edilmesi ve korunmasıdır.

Boya günlük hayatta iç içe olduğumuz ve herkesin bildiği ve tanıdığı ancak işlevini çok az bildiği son derece önemli bir koruyucu malzemedir.

Boyanın standartlara uygun olması boyadan beklenen kullanıcıyı koruyan ve güven veren diğer önemli hususlardan biridir. Bunun yanı sıra özel koşullarda kullanılacak olan boyalardan bu koşullara direnç sağlaması beklenmektedir.

Bu modül ile kuru boyanın kalite kontrol kriterleri belirlemek için yapılması gereken bazı testlerin nasıl yapıldığını öğrenmeniz ve bu testlerden elde edilen sonuçlara göre boya kaliteli olup olmadığını açıklamanız amaçlanmaktadır.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Gerekli ortam sağlandığında, parlaklık, sertlik ve esneklik testini standartlara uygun olarak yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

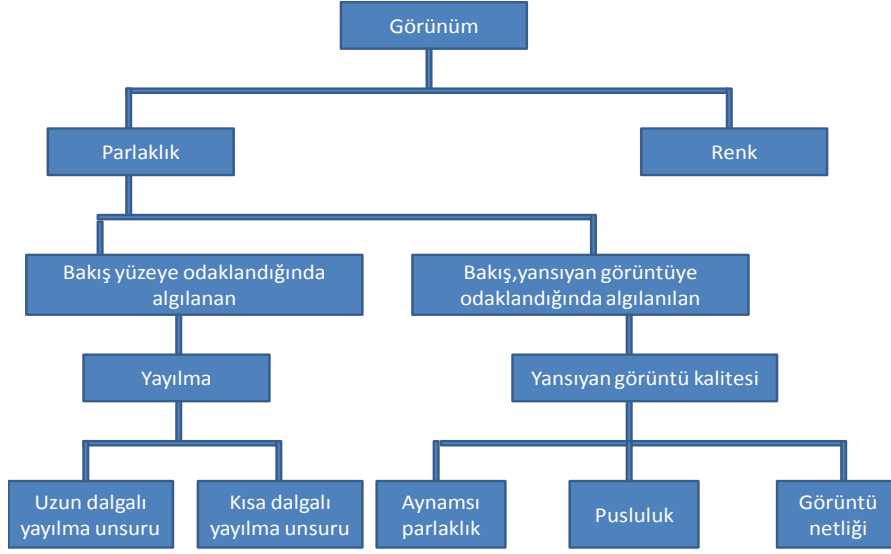
- Çevrenizdeki boya üretim tesislerine veya boya analiz yapan laboratuvarlara giderek kuru boya testlerinden parlaklık, sertlik ve esneklik testlerinin nasıl yapıldığını araştırınız.
- Parlaklık, sertlik ve esneklik testlerinin yapılışını yerinde gözlemleyerek arkadaşlarınızla paylaşınız.

1. KURU BOYADA PARLAKLIK, SERTLİK VE ESNEKLİK

1.1. Parlaklık Testi

Yüzey parlaklığı, bir cismin yüzeyine gelen ışın yoğunluğunun yüzeyden yansıyan ışın yoğunluğuna oranı olarak tanımlanmaktadır. Işığın yansımaya kabiliyeti yüzeyin özellikleriyle doğrudan ilgilidir. Parlaklık Glossmetre ile ölçülür. Birimi gloss'tur. Ölçüm açısı ölçüm yapılacak yüzeyin tipine bağlıdır

Sertleşmiş boya filminin görsel özellikleri parlaklık ve renk olmak üzere iki grupta incelenebilir.



Şema 1.1: Organik kaplama filminin görsel özellikleri

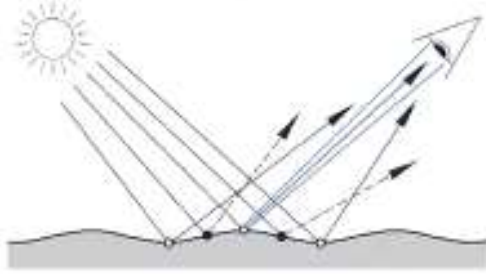
Yüzey pürüzlülüğü ve düzensizlikleri ışığın düzgün yansımısını engelleyerek yüzeyin parlaklığını azaltır. Bunun yanı sıra yine malzemenin özelliğine bağlı olarak, yüzeye gelen ışınlar cisim tarafından kısmen kırılması ile cismin yansıtma kabiliyetini azaltır. Tam yansımada ise yüzeye gelen ışın demeti yönünü geldiği açıyla tamamen değiştirdiğinden maksimum parlaklık elde edilir. Yüzeydeki mikro ve makro seviyedeki pürüzlülüklerin gelen ışığı değişik açılarda yansıtarak dağıtmasına ve cismin yüzeyinin donuk gözükmesine sebep olmaktadır.

Boyanın görünüm ve parlaklık özellikleri **yayıllma kusuru** ve **yansıyan görüntünün kalitesi** olarak iki grupta incelenebilir.

➤ **Yayıllma kusuru ve belirlenmesi**

Bir boya filminin yüzeyi seyredilirken film yüzeyinin üç boyutlu yapısını incelemek için gözümüzü filmin tam yüzeyine odaklamak gerekmektedir. Dolayısıyla, detaylı bakıldığında tepeleri ve çukurları olan dalgalar hâlindeki yüzey yayılması, gözün film yüzeyine odaklanmasıyla en iyi şekilde gözlemlenir. Yüzeydeki portakal kabuğu görüntüsünün, gelen ışığın yüzeyden farklı açılarda nasıl yansıtıldığı ise şekildeki kesit görüntüsüyle verilmiştir.

Yayıllma kusurları gözle değerlendirilmenin yanı sıra, cihaz kullanılarak da değerlendirilebilir. Bu değerlendirmeler sayısal olarak ifade edilir.

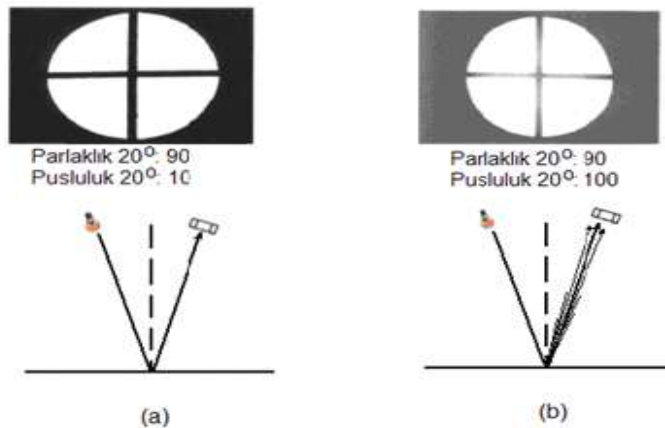


Şekil 1.1: Portakal kabuğu görüntüsüne sahip yüzeyden ışığın yansıması ve portakal kabuğu görüntüsüne sahip bir yüzey örneği

➤ **Yansıyan görüntünün kalitesi**

Öte yandan, gözün, filmin yüzeyindeki girinti çıkıntılara değil de yüzeyden yansıyan görüntüye odaklanması durumunda da o görüntünün kalitesiyle ilgili bir değerlendirme yapmak mümkün olabilir. Yansıyan görüntünün kalitesini belirleyen üç kavramdan söz edilebilir. Bunlar pusluluk (haze), görüntü niteliği (DOI: Distinctness of Image) ve aynamsı parlaklık (specular gloss), tır.

- **Pusluluk (Haze):** 20° 'de gönderilen ışık ışınlarının, normalle ters yönde aynı açıyı yaparak yansıyan kısmının ölçüldüğü parlak yüzeylerde de, ışığın bir bölümü yüzeyden “saçınma (scattering)” biçiminde yansır. Saçınma biçimli bu yansıma, Şekil 1.2 (a)'de pigment flokülasyonu (topaklaşması) nedeniyle oluşan film içi saçınmalardan; Şekil 1.2 (b)'de farklı kırma indisine sahip katkıların film içinde homojen dağılmamasından kaynaklanabilir.



Şekil 1.2: (a) Pusluluğu çok az olan parlak bir son katta, (b) Pusluluğu, parlak bir otomotiv düz rengi için yüksek bir son katta ışığın yansımasının şematik görünümü ve de bu yüzeylerden yansıyan görüntü kalitelerinin örnekleri

- **Pusluluk veya haze**, yüksek parlaklıkta bir sistemin duru, temiz görüntüsünün yetersizliği, boya yüzeyindeki her türlü donuklaşmaya verilen genel bir isimdir. (Resim 1.1)



Resim 1.1:Pusluluk

- Pusluluk durumunda, görüntünün etrafında bir hâle oluşur ve kontrast azalır (Şekil 1.2). Pusluluk arttıkça, ölçülen pusluluk (haze) değeri de artar. Pusluluğa yol açan toprak ve taneciklerin 10 mikrometre ve altındaki küçük toprakçılar ve tanecikler oldukları bilinmektedir.

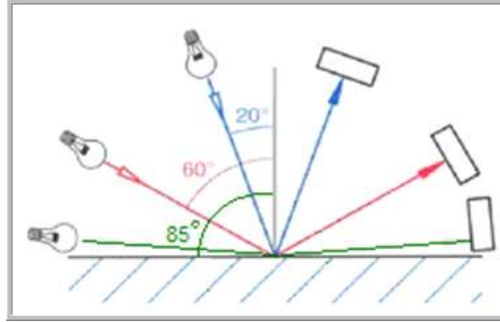


Resim 1.2: Araba boyama ve pusluluk artışı

- **Görüntü NETLİĞİ (Distinctness of Image–DOI):** Görüntü netliğinin eksikliği daha çok otomotiv orijinal vernikleriyle oto tamir verniklerinde önemsenen bir kusurdur. Görüntü netliğinde gözlenen eksiklik, parlak vernik yüzeyinden 20° açıyla yansıyan ana huzmenin çok yakın komşuluğunda yine bir miktar saçınmanın olmasıyla gerçekleşir. Ancak, görüntü netliği eksikliğindeki saçınma, pusluluktakine göre çok daha dar bir açı aralığında gerçekleşir. Görüntü netliği eksikliği yansıyan görüntünün kenar çizgilerinde oluşan keskinlik ve netliğin azalması biçiminde algılanır. Görüntü netliği eksikliğinin de aletsel ölçümü bazı cihaz üreticilerince üretilen DOI ölçerler tarafından yapılabilmektedir.

Görüntü netliğinin eksikliği, vernik yüzeyindeki kimi çok ince kırışıklıkların yol açtığı ya da vernik filmi içinde yer alan yarı kristal yapıli katkı ve bağlayıcıların yol açtığı ışık saçınmalarından kaynaklanabilmektedir.

- Aynamsı parlaklık: Günlük kullandığımız dilde parlaklık olarak adlandırılan kavram, gelen ışığın ne oranda aynı açıyla yansıdığıın ölçüsüdür. Bu nedenle yüzeyin aynamsı yansıtmayı ne oranda yaptığını belirlemek için “parlaklık ölçer (glossmetre)” adı verilen cihazlar kullanılır.
- Yapılan araştırmalar neticesinde, yüzeyin normali 20°, 60° ve 80°'lik açıyla yapılan ölçümlerin en uygun sonuçları verdiği görülmüştür (Şekil 1.3). ASTM (American Society for Testing Material) tarafından yayınlanan standartta, kalibrasyon amacıyla, kırılma indisi değeri 1.567 olan düz siyah bir cam kullanılmıştır. Bu standart için ölçülen değer 100 Gloss Ünite (GU) olarak set edilmiştir. Bu indekse sahip düz bir cam üzerinde yapılan kalibrasyon ölçümlerinde bulunacak nicel parlaklık ölçme değerleri; gloss, 20°, 60° ve 85° için, sırasıyla 89.2, 93.6 ve 99.4 olmalıdır.



Şekil 1.3: Üç farklı açıda parlaklık

- Genellikle boya ve vernik parlaklık ölçüm sonuçları 0 ve 100 gloss ünite arasındadır. Unutulmamalıdır ki bu değer yüzde içinde bir değer değildir. Yansıtma değeri ışık miktarı ile ilgili değildir.
- Parlak metallere, aynalar ve bazı folyoların kırılma indisi vernik ve boyalardan çok daha yüksektir ve kalibrasyon için siyah parlatılmış cam standardı kullanılır. Bundan dolayı bu tür ürünlerin parlaklığı 100 gloss'dan çok daha yüksektir ve 2000 gloss'a kadar çıkabilir.
- 60°'de yapılan parlaklık ölçümlerine göre yüzeyler mat, yarı mat, yarı parlak, parlak ve çok parlak gibi sınıflara ayrılmaktadır. Tablo 1.1'deki sınıflandırmaların ülkemizde genel kabul gördüğü söylenebilir. Parlaklık ölçüm sonuçlarına göre bazı boya ve verniklerin tabloda belirtilen aralıkların dışında kaldıkları da bilinmektedir.

60°'de Ölçülen Parlaklık	Parlaklık Sınıfı
20'nin altı	Mat
25–30	Yarı mat
35–45	İpek Mat
55–65	Yarı Parlak
70–80	Parlak
80'in üzeri	Çok Parlak

Tablo 1.1: Parlaklık açıları ve sınıflandırma

Parlaklık testi işlem basamakları aşağıda verilmiştir:

- Deney filminin hazırlanması
- Glossmetrenin kalibrasyonu
- Numunenin parlaklığının ölçülmesi (3 ayrı paralel ile çalışma)
- Sonuçların raporlanması ve değerlendirilmesi

Rapor sonucu ışığın test plakasına düşüş açısı/test plakasının cinsi/film kalınlığı/ölçülen parlaklık değeri olarak verilir. Örneğin 60° de 98 (gloss) 35-40 µ kuru film, saç panel

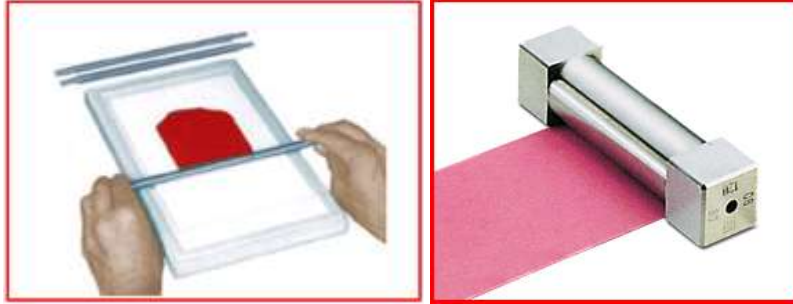
1.1.1. Test Plakasının Hazırlanması

Parlaklık için kullanılacak test plakası düz veya parlatılmış float levha cam olmalıdır. (Resim 1.3) Cam test plakası aşağıdaki basamaklar izlenerek hazırlanır:



Resim 1.3: Cam test plakası

- Test levhası kullanılacağı gün üzerindeki yağ ve yağ kalıntılarının tamamını uzaklaştırmak için uygun bir çözücü ile iyice yıkanır. Çözücü olarak asidik veya bazik olmayan çabuk buharlaşabilen çözücüler kullanılabilir.
- Temizleme işleminde kullanılan bezlerin bıraktığı küçük liflerin uzaklaştırılması sağlanır. Yağ kalıntılarının dağılmasını önlemek için bezler değiştirilmelidir.
- Temiz plaka yıkama çözeltilisinin buharlaşması ile veya bir keten bez ile hafifçe silinerek kurumaya bırakılır. Gerekirse panel yüzeyi nemin uzaklaştırılması için hafifçe ısıtılır.
- Eğer çok sayıda panel hazırlanıyorsa her 20 panel ihtiyaten temizlik kontrolünden geçirilir. Bu kontrol temiz beyaz bir kâğıt mendil ile yapılır. Kâğıt mendil de herhangi bir leke yoksa temizleme işlemi bitmiştir. Eğer tatminkâr bir sonuç elde edilmemişse tüm test panelleri yeniden temizlenir.
- Test plakası veya deney filmi (Resim 1.3) belirlenen metot ile boyanır. Boya normal kullanımın gerektirdiği kalınlıkta uygulanmalıdır.
- Boya uygulamadan önce tiksotropik yapıyı bozmak için hava kabarcıklarının kalmamasına özen gösterilerek hızla karıştırılmalıdır.
- 2 ml boya cam panelin bir kenarına konularak 100 mm/s hızla çekilir. (Resim 1.4)



Resim 1.4: Boya filmi çekme

- Kaplanmış deney panelleri, belirlenen süre ve şartlarda, 23 ± 2 °C sıcaklık ve % 50 ± 2 bağıl nemli, tozsuz ve serbest hava dolaşımı olan bir ortamda 16 saat süre ile direkt güneş ışığından uzak bir ortamda bekletilir.
- Uygun bir cihaz ve metotla kuru film kalınlığı tespit edilir.

1.1.2. Glossmetre

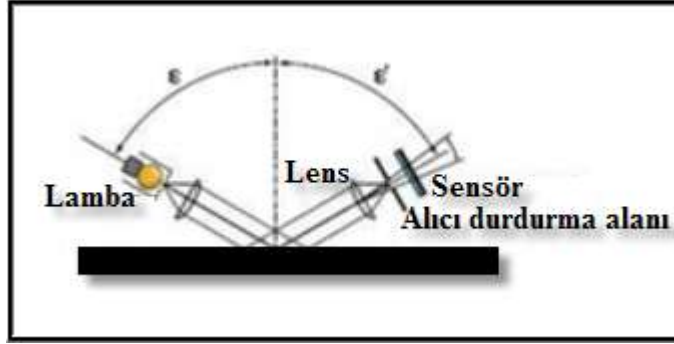
Glossmetreler yüzeylerin yansıtıcı kalitelerini ölçen cihazlardır. Belirli şiddette parlayan bir ışığın yüzeye çarpıp geri gelen yansıma miktarını ölçme prensibiyle çalışır.

Glossmetre bir ışık kaynağı ve paralel veya birbirine yaklaşan ışık demetini deney altında bulunan yüzeyin üzerine yönelten mercekten ve de mercek, fotosel ve alıcı penceresinden oluşan alıcıdan meydana gelir. (Resim 1.5)



Resim 1.5: Çeşitli glossmetreler

Eğer, ışık yüzeye, örneğin lak kaplı bir yüzeye belirli bir açı (ϵ) ile çarparsa, ışınların büyük bölümü boya içine nüfus eder, geri kalanı ise yansır. (Şekil 1.4)



Şekil 1.4: 60°Glossmetrenin genel boyutları

1.2. Sertlik Testi

Sertliğin tanımı ve sertlik testlerinin yapılışı aşağıda anlatılmıştır.

1.2.1. Tanımı

Bir boya filminin, sert bir cismin uygulayacağı çizme, batma, yorarak deforme etme gibi etkilere karşı olan direncinin ölçüsüne **sertlik** denir.

Yüzey sertliği boyanın temel özelliklerindedir. Boyanın kürlenme derecesine ve yapısına göre değişir. Kürlenmiş boya filminin sertliği sıcaklık ve rutubete bağlı olarak değişir. Organik kaplamalarda sertlik ölçmek amacıyla kullanılan çok sayıda testin çoğu, şu üç ilkedenden birini esas alır: Çizilmeye direnç, sert bir maddenin batmasına direnç, periyodik deformasyona karşı yorulma direnci.

- Çizilmeye karşı direnç özelliğini ölçen sertlik testlerinin başında kalem sertliği testleri gelir. Sertleşmiş organik kaplama filminin yüzey sertliğini, standart sertlikteki kurşun kalemler kullanılarak belirlemeye yarar. Bu testte, yumuşaktan serte (6B, 5B, 4B, 3B, 2B, B, HB, F, H, 2H, 3H, 4H, 5H, 6H) doğru farklı sertlikteki standart kalemler kullanılır. Kalem sertliği testlerinde,

zımpara kâğıdı kullanılarak ucu kare kesiti verecek biçimde şekillendirilen kalemlerle boyalı yüzey çizilir. Boya yüzeyinde kalıcı iz bırakan en yumuşak kalemde bir kademe yumuşak olan sertlik derecesi, filmin kalem sertliği olarak belirlenir. Boyanın sertliği, filmi çizemeyen en sert kalemde sertlik derecesi olarak rapor edilir. (Resim 1.6)



Resim 1.6:Kalem sertliği

- Sert bir maddenin batmasına direnç esasına dayalı sertlik testlerinde, organik kaplamaya göre çok daha sert bir ucun, kontrollü bir kuvvet kullanılarak film içine doğru itilmesi karşısında, boyanın hangi noktaya kadar direnebildiği ölçülür. Bu ilkeyle uygulanan testler arasında en bilinenleri Buchholz Sertlik Testi ile Tukon (veya Knoop) Sertlik testidir.
- **Buchholz sertliği:** Üzerinde sabit bir ağırlık bulunan keskin kenarlı bir metal tekerleğin, kurumuş boya filmi üzerinde yürütülmesiyle açılan V biçimli oyuğun boyu ölçülerek filmin sertliğini belirlemeyi hedefleyen bir testtir. (Resim 1.7)



Resim 1.7: Buchholz Sertlik Cihazı

- **Knoop sertliği:** Elmas uç üzerine bir ağırlık yükleyerek organik kaplama filminde bir batma izi bırakarak ölçülen sertliktir. Knoop sertliği, ucun üzerindeki ağırlığı oluşturan kütle, ortaya çıkan batma izinin alanına bölünmesiyle hesaplanır.
- Periyodik deformasyon karşısında yorulma direnci esasına dayalı sertlik testleri arasında en bilineni “Sarkaç Sertliği Testi” veya “Sarkaç Sönümleme Testi” dir. Bu testlerde, boya filmine küçük fakat periyodik bir kuvvet uygulanarak, filmin

kaç döngü sonunda, ya da kaç saniyede yorularak kalıcı şekil bozukluğuna (deformasyona) uğradığı belirlenir. (Resim 1.8)



Resim 1.8: Sertlik ölçümü ve Koing Albert sarkacı

Yukarıda sertlik anlatılırken sertliğin üç değişik yöntemle ölçüldüğü bahsedilmiştir. Boya sertliği yaygın olarak sarkaç (pendulum) veya kalem sertliği ile ölçülmektedir.

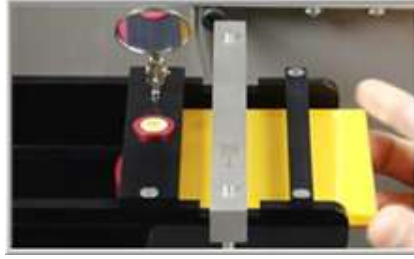
- **Sarkaç sertliği:**Yarı küre biçimli iki temas noktası aracılığıyla boya filminin üst yüzeyine temas eden bir sarkacın periyodik hareketi, boya filminin esnek olmayan tepkisine bağlı olarak zaman içinde sönümlenir ve bir süre sonra sarkaç durur (Şekil 1.5). Sarkacın durmasına kadar geçen süre, boya filminin sertliğinin bir ölçüsü olarak kabul edilir. Bu değere “sarkaç sertliği” denir.



Şekil 1.5: Sarkaç sertliği cihazının şematik görünümü

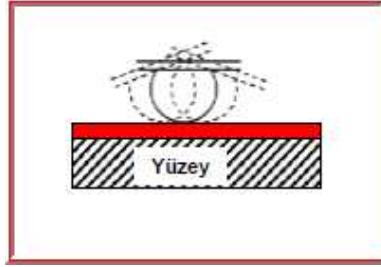
1.2.2. Koing Albert Sarkacı

Sarkaç Sertliği Testi’nde, boya örneği sert ve düz bir yüzeye uygulanarak kurutulur. Kurutulan boya cihazın üst kısmında bulunan sert ve düz yüzeye konulur.



Resim 1.9: Boya filminin cihaza konulması

Yarı küre biçimli iki temas noktası aracılığıyla boya filminin üst yüzeyine temas eden bir sarkaç, belli bir genlikten başlayarak salınmaya başlar. Yarı küre biçimli çelik toplar, herhangi bir anda, temas ettikleri boya filminde minik bir çöküntüye yol açarlar. Sarkacın hareketine bağlı olarak konum değiştiren toplar, sarkacın salınım periyodu dolunca tekrar aynı basma noktasına dönerler (Şekil 1.6).



Şekil 1.6: Salınım boyunca boya filminin değişimi

Bu arada, boya filmindeki minik çöküntü, filmin esnekliği ölçüsünde kaybolur. Diğer bir deyişle, boya filmi, esnekliği ölçüsünde çelik topu iter. Boya filminin, çelik topun etkisini aynı ölçüde esnek bir tepkiyle karşılayamamasına bağlı olarak sarkacın salınım genliği giderek sönümlenir. Boya ne kadar sert ise sarkacın üzerinde döndüğü küresel bilyeler boyaya o kadar az batar. Yani sarkacın enerjisi o kadar az yutulur. Ve sarkaç daha uzun süre sallanır. Köning sarkacının başlangıç açısı 6° olarak ayarlanmıştır. Salınım açısı 3° 'ye düşünce cihaz kaydı durdurur ve sonra sarkaç durur. Durma süresinin saniye cinsinden karşılığı, filmin, sertliği olarak kaydedilir.

Sarkaç geometrisi, sarkaç kütlesi ve topların büyüklükleri açısından farklılıklar içeren iki ayrı sarkaç testi yaygın olarak kullanılır. Sarkaç sistemi ile yapılan sertlik testleri genellikle Köning-Albert sarkacı (Resim 1.10) veya Persoz sarkacı kullanılarak iki değişik yöntemle ölçülmektedir.



Resim 1.10: König-Albert sarkacı

König sarkacıyla ve Persoz sarkacıyla yapılan bu iki test net olarak paralel sonuçlar verirler. Aynı malzemenin Persoz sarkacıyla saniye cinsinden ölçülen sertliği, König sarkacıyla ölçülen sertliğinin 1,4 katıdır. (Resim 1.11)



Resim 1.11: König ve persoz sarkaçları

1.3. Boyada Esneklik

- **Esneklik** bir fizik terimi olarak, bir cismin üzerine kuvvet uygulandığında, cismin şeklinin değişmesi, kuvvet kaldırıldığında, cismin ilk hâline gelmesidir. Esneklik terimi boya endüstrisi tarafından sık kullanılmasına rağmen, kesin bir tanımı yapılamamıştır. Boya endüstrisinde esneklik, uygulandığı taban malzemenin deformasyona uğraması hâlinde bir boya kuru filminin zarar görmeksizin bu deformasyona uyum gösterme kabiliyeti olarak tanımlanır.

Esneklik testleri, sertleşmiş boya filminin esnekliğini ve sağlamlığını belirlemek amacıyla kullanılan mekanik testler olup boya kalitesinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Sağlamlık veya İngilizcedeki deyimle “toughness”, kırılğan olmayan esnek sağlamlığı ifade etmekte kullanılan bir yapısal özellik olarak tanımlanabilir. Çok sayıdaki esneklik ve sağlamlık testleri arasında ülkemizde en yaygın kullanılanları aşağıda belirtilmektedir.

- Çelik çubuklar (mandreller) etrafında bükme testleri,

- Derin çekme testi (Erichsen deformasyon testi),
- Darbe testleri,
- Taş çarpma direnci testleri,
- T-bükme testi

Sertlik testlerinde olduğu gibi, esneklik testlerinde de test sıcaklığının belirtilmesi çok önemlidir.

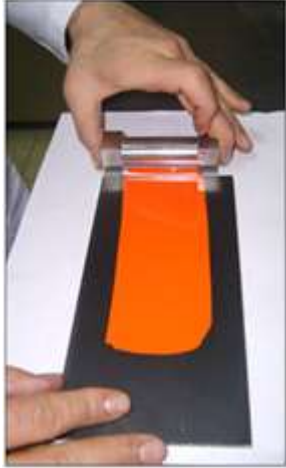
Boyada uygulanan esneklik testlerinden çelik çubuklar (mandreller) etrafında bükme testleri ve derin çekme testi (Erichsen deformasyon testi) diğer öğrenme faaliyetlerinde detaylıca anlatılacak ve uygulamaları yaptırılacaktır.

UYGULAMA FAALİYETİ

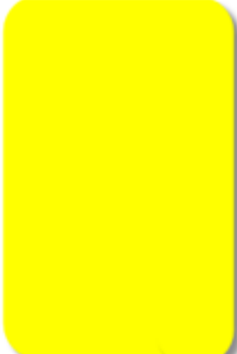

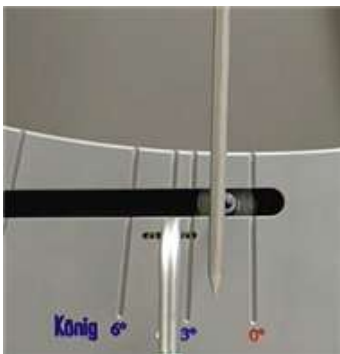
Parlaklık, sertlik ve esneklik testlerini yapınız.




Kullanılacak araç ve gereçler:

- Numune boya,
- Glossmetre,
- Test plakası,
- Koing Albert Sarkacı,
- 100- 200 mm' lik panel,
- Kronometre,
- Aplikatör,

İşlem Basamakları	Öneriler
Glossmetre kullanarak parlaklık testi yapınız.	
<p>➤ Test plakasını gerektiği şekilde hazırlayınız.</p> 	<ul style="list-style-type: none">➤ Laboratuvar önlüğünüzü giyerek çalışma ortamınızı hazırlayınız.➤ Kullanacağımız malzemeleri belirleyiniz.➤ Kullanacağımız malzemeleri hazırlayınız ve kontrol ediniz.➤ Kullandığımız araç ve gereçlerin temizliğine dikkat ediniz.➤ Uygulama ile ilgili güvenlik tedbirlerini alınız.➤ Uygulama başlamadan önce boyada hava kabarcıklarının kalmamasına özen gösteriniz.
<p>➤ Parlaklığı ölçecek plaka üzerine düşecek ışığın açısını glossmetre üzerindeki dijital göstergeden ayarlayınız.</p>	<ul style="list-style-type: none">➤ Dikkatli ve titiz çalışınız.➤ Glossmetrenin kalibrasyonunu yapmayı unutmayınız.

	
<p>➤ Glosmetreyi test plakasının üzerine yerleştiriniz ve hafifçe bastırarak dijital göstergeden boya filminin parlaklığını okuyunuz.</p>	<p>➤ Boya için belirlenmiş açılara tabii tutularak ölçüm yapınız.</p>
	<p>➤ İşlemi plaka üzerinde 3 değişik bölgede tekrarlayıp ortalama değeri bulunuz.</p> <p>➤ Rapor sonucu ışığın test plakasına düşüş açısı/test plakasının cinsi/film kalınlığı/ölçülen parlaklık değeri olarak veriniz.</p>
<p>König – Albert sarkacı ile sertlik testi yapınız.</p>	
<p>➤ 100 x 200 mm ebadında bir panele astarsız olarak 30-35 mikron boya tatbik ediniz.</p>	<p>➤ Laboratuvar önlüğünüzü giyerek çalışma ortamınızı hazırlayınız.</p> <p>➤ Kullanacağınız malzemeleri belirleyiniz.</p> <p>➤ Kullanacağınız malzemeleri hazırlayınız ve kontrol ediniz.</p> <p>➤ Kullandığımız araç ve gereçlerin temizliğine dikkat ediniz.</p> <p>➤ Uygulama ile ilgili güvenlik tedbirlerini alınız.</p>

	
<p>➤ Tatbik edilen boyalı yüzeyi kurutunuz.</p>	<p>➤ İyice kurutmayı unutmayınız. ➤ Parmak izi, toz ve diğer maddeler deneyin doğruluğunu azaltır. Bu nedenle kurutma esnasında dikkatli olunuz.</p>
<p>➤ neli 24 saat ortam şartlarında bekletiniz.</p>	<p>➤ Belirtilen ortam şartlarına uyunuz. (23 ± 2 °C sıcaklık ve bağıl nem % 50 ± 5)</p>
<p>➤ Paneli sarkacın ayakları altına yerleştiriniz.</p> 	<p>➤ Tam olarak yerleşip yerleşmediğini kontrol ediniz.</p>
<p>➤ Sarkacı 6° dereceye getiriniz.</p> 	<p>➤ König derecesi olarak 6° olarak ayarlamayı unutmayınız.</p>
<p>➤ Sarkacı bırakarak salınımını başlatınız.</p>	<p>➤ Otomatik cihaz ile çalışıyorsanız salınım kendiliğinden başlayacaktır.</p>

	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Aynı anda kronometreyi çalıştırınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Eğer otomatik cihaz ile çalışmıyorsanız kronometre ile sarkacın bırakılmasını aynı anda yapmaya özen gösteriniz.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sarkacın derecesi 6'dan 3'e gelmeye başladığı ilk anda kronometreyi durdurunuz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Kronometre durdurma anında ölçüme dikkat ediniz. ➤ Otomatik cihazlarda sönümlenme zamanı otomatik olarak verilmektedir. 
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sertlik derecesini yazarak değerlendiriniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sertlik derecesini saniye cinsinden yazarak değerlendirmenizi yapınız. ➤ Örneğin 98±5 König salınımı 60 mic kuru cam plakada
<p>Esneklik testi yapınız.</p>	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Panelin üzerine 30-35 mikronluk boya uygulayınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Laboratuvar önlüğünüzü giyerek çalışma ortamınızı hazırlayınız. ➤ Kullanacağınız malzemeleri belirleyiniz. ➤ Kullanacağınız malzemeleri hazırlayınız ve kontrol ediniz. ➤ Kullandığınız araç ve gereçlerin temizliğine dikkat ediniz. ➤ Uygulama ile ilgili güvenlik tedbirlerini alınız.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ 24 saat bekleyiniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Belirtilen ortam şartlarına uyunuz.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Paneli eğip bükünüz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Eğip bükerken dikkatli olunuz. ➤ Dikkatli çalışınız.



- Boya filminde kırılma, çatlama, kopma olup olmadığını gözleyiniz.



- Eğilip bükülen test plakasına bant yapıştırarak boyadaki kırılma, çatlamalar ile kopmaları gözlemleyiniz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına (X) işareti koyarak kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
Glossmetre kullanarak parlaklık testi yapınız		
1. Test plakasını gerektiği şekilde hazırladınız mı?		
2. Parlaklığı ölçecek plaka üzerine düşecek ışığın açısını glosmetre üzerindeki dijital göstergeden ayarladınız mı?		
3. Glosmetreyi test plakasının üzerine yerleştirip hafifçe bastırarak dijital göstergeden boya filminin parlaklığını okudunuz mu?		
4. İşlemi plaka üzerinde 3 değişik bölgede tekrarlayıp ortalama değeri buldunuz mu?		
König – Albert sarkacı ile sertlik testi yapınız		
5. 100 x 200 mm ebadında bir panele astarsız olarak 30-35 mikron boya tatbik ettiniz mi?		
6. Tatbik edilen boyalı yüzeyi kuruttunuz mu?		
7. Paneli 24 saat ortam şartlarında beklettiniz mi?		
8. Paneli sarkacın ayakları altına yerleştirdiniz mi?		
9. Sarkacı 6 dereceye getirdiniz mi?		
10. Sarkacı bırakarak salınımını başlattınız mı?		
11. Aynı anda kronometreyi çalıştırdınız mı?		
12. Sarkacın derecesi 6'dan 3'e gelmeye başladığı ilk anda kronometreyi durdurdunuz mu?		
13. Sertlik derecesini yazarak değerlendirdiniz mi?		
Esneklik testi yapınız		
14. Panelin üzerine 30-35 mikronluk boya uyguladınız mı?		
15. 24 saat beklediniz mi?		
16. Paneli eğip büktünüz mü?		
17. Boya filminde kırılma, çatlama, kopma olup olmadığını gözlediniz mi?		

DEĞERLENDİRME

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

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdaki hangisi sertleşmiş boya filminin görsel özelliklerinden biri değildir?
A) Yayılma
B) Yüzey sertliği
C) Parlaklık
D) Pusululuk
2. Yüzeyin, aynamsı yansıtmayı ne oranda yaptığını belirlemek için kullanılan cihaz aşağıdakilerden hangisidir?
A) Koing Albert Sarkacı
B) Aplikatör
C) Glossmetre
D) Erichsen deformasyon cihazı
3. Parlaklık ile ilgili eşleştirmelerden aşağıdaki seçeneklerin hangisinde yanlış olarak verilmiştir?
A) Mat : 0-20
B) Yarimat: 25-30
C) Parlak: 40-50
D) Çok parlak 80 ve üzeri
4. Aşağıdakilerden hangisi pusluluğun muhtemel nedenlerinden biri değildir?
A) Reçine ve solvent uyumsuzluğu
B) Yüksek nemli ortamda, hızlı soğuma ile su buharının lokal kondenzasyonu
C) Direk ısıtılmalı fırınlarda bazı parçalanma ürünlerinin yüzende kondenzasyonu
D) Yüksek molekül ağırlıklı formül girdilerinin yüzeye göçü
5. Persoz sarkacıyla saniye cinsinden ölçülen sertlik, König sarkacıyla ölçülen sertliğinin kaç katıdır?
A) 1,4
B) 2,7
C) 2,1
D) 2,8
6. Aşağıdaki testlerden hangisi boyanın esneklik özelliği için kullanılmaz?
A) T-bükme testi
B) Taş çarpma direnci testleri
C) Darbe testleri
D) Sertlik testi

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 öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Gerekli ortam sağlandığında, standartlara uygun olarak kafes çizgisi(yapışma), kazıma ve derin çekme testi yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Çevrenizdeki boya üretim tesislerine veya boya analiz yapan laboratuvarlara giderek kuru boya testlerinden kafes çizgisi (yapışma), kazıma ve derin çekme testlerinin nasıl yapıldığını araştırınız.
- Kafes çizgisi (yapışma), kazıma ve derin çekme testlerinin yapılışını yerinde gözlemleyerek arkadaşlarınızla paylaşınız.

2. KAFES ÇİZGİSİ, KAZIMA VE DERİN ÇEKME TESTİ

2.1. Kafes Çizgisi (Yapışma) Testi

Boya ile boyanan yüzey arasındaki çekme kuvveti ve yüzeyin pürüzlülüğü sayesinde oluşan film tabakasının yüzeyde tutunmasına yapışma denmektedir. Yapışmanın başka bir tanımı ise bir katı ile bir sıvı, ya da bir katı ile bir başka katı yüzeyin, aralarındaki çekim kuvvetlerinin etkisiyle birbirlerine bağlanmasıdır. İyi bir yapışma için boya uygulanacak yüzeyin yağsız, passız, toz ve kirlilerden iyice temizlenmiş olması gerekmektedir.

Boyada yapışma olayı bir dizi karmaşık olayların sonucunda oluşmaktadır. Yapışmaya neden olan fiziksel nedenler mekanik, elektrostatik ve yayınmadır. Mekanik neden birbirine yapışan iki maddenin anahtar kilit modeli ile birbirleri içine girip kenetlenmeleridir.

Elektrostatik neden her iki maddenin zıt polar yükleri ne sahip olmaları ve zıt yüklerin birbirlerinin etkilerini yok etmek üzere birlikte bir arda bulunmalarıdır.

Yayınmada ise bir madde diğeri içinde yayınarak düzgün bir karışım oluşturmalarıdır. Yayınmış hâlin serbest enerjisi yayınmamış maddelerinkinden daha düşük olduğu sürece yayınma gerçekleşir.

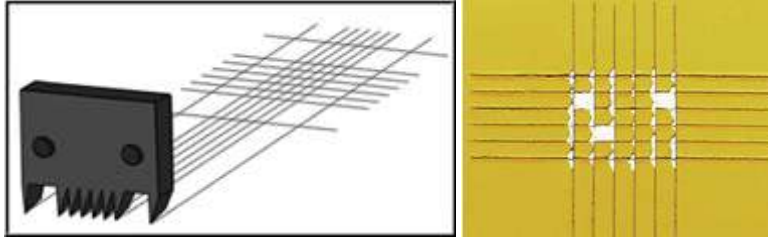
Metalik bağ enerjisi 110 - 350 kJ/mol, kovalent bağ enerjisi 65-700 kJ/mol ve iyonik bağ enerjisi 600-1050 kJ/mol arasında olmasına rağmen yapışmaya neden olan dipol ve hidrojen bağlarının enerjisi 50 kJ/mol değerinin altındadır.

Boyalarda yapışmanın ölçülmesi için, yapışmayı sağlayan bütün güçlerin toplamının ölçülmesi esasına dayanan yöntemler kullanılır ve ölçüleri boya filmini kaldırmak için gerekli olan kuvvettir. Kuru boya filminin yüzeyden kalkması farklı şekillerde olduğundan, yapışmanın ölçülmesinde boyanın kaldırılması için farklı yöntemler uygulanır. Boyanın yapışma özelliği basit olarak dörtlü bıçak veya keski takımı kullanılarak yapılabilir. Bu metotta keskiiler arasındaki mesafe 1-2 mm arasında olup, bu keskiiler ile boya üzerine paralel çizgiler çizilir. Bunlara dik olacak şekilde tekrar çizgiler çizilir. Çizgilerin kesim noktasında boyada pullanma görülüyorsa boya iyi yapışmamıştır. Hiç pullanma yok ise boya çok iyi yapışmıştır şeklinde yorumlanır.

Ancak son yıllarda “Yapışma Mukavemeti Testleri” geliştirilmiş ve bu testler kullanılmaya başlanılmıştır. Bu testlerden ülkemizde en yaygın kullanılanı teyp veya yapışkan bant testidir. Bu test ile ilgili tüm detaylar aşağıdaki konu başlıklarında açıklanmaktadır.

2.1.1. Prensibi

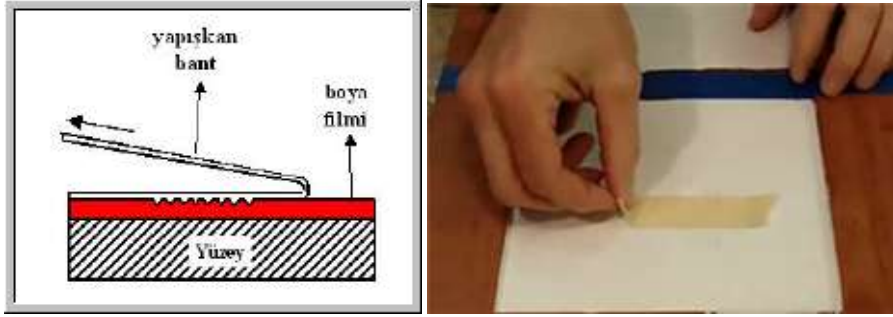
Yapışkan bant testinde (kafes çizgisi testi) uygulanıp tam kurumasını yapmış olan organik kaplamanın yüzeyi Şekilde gösterildiği gibi kafes biçiminde, yüzeye incek derinlikte kesilir. Boya filmi üzerinde kuru film kalınlığı 60 mikrondan küçük ise 1 mm, 60-120 mikron ise 2 mm ve 120 mikrondan büyük ise 3 mm ara ile birbirini dik olarak kesen 11 yatay, 11 düşey çizgi çizilir. Böylece 1 cm²'lik alan 100 eşit parçaya bölünür.



Şekil 2.1: Kafes biçiminde boyanın çizilmesi

Daha sonra, bu yüzeye yapışkan bant yapıştırılır ve yüzeye 180 °C açılı yapacak biçimde hızla çekilir. Başta oluşturulan kafeslerin içinde kalan boyaların, ne ölçüde yüzeyden ayrıldığı değerlendirilerek yapışma kalitesi belirlenir.

“Bant Yapışma Testi” de çeşitli ulusal ve uluslararası standartlarda tanımlanmıştır. Test ayrıntıları standarttan standarta değişmektedir. “Bant Yapışma Testi” çok yaygın uygulanmasına karşın pek çok belirsizliğin olduğu, tekrarlanabilirliğin çok iyi olmadığı bir testtir ancak gerek çok kolay ve pratik gerekse de masrafsız olması nedeniyle yaygınlığı azalmamaktadır.



Şekil 2.2: Kafeslenen yüzeye yapıştırılan bandın hızla çekilmesi

Sınıf	Boya Dökülmüş Alan	Kopmanın Gerçekleştiği Kafeslenmiş Yüzey Alanı
5B	% 0	
4 B	% 5 den az	
3 B	% 5 - 15	
2 B	%15 - 35	
1 B	% 35- 65	
0 B	% 65 'den büyük	

Tablo 2.1: Değerlendirme ölçütleri

Öte yandan, organik kaplama filmiyle uygulama yüzeyi arasındaki yapışma kuvvetinin nicel (kantitatif) olarak belirlendiği “Çekme Testleri” de uygulanmaktadır. Ayrıca boya kullanan farklı sektörlerin gereksinimleri doğrultusunda geliştirilen testler de mevcuttur. Bunlar arasında, otomotiv sektörü ürünlerinde kullanılan boyalara uygulanan “Taş Çarpma Direnci Testi” örnek olarak verilebilir. Bu testle, tane büyüklüğü, miktarı ve yapısı tanımlanmış metalik veya taş parçacıkların tanımlı basınçlarla yüzeye püskürtülmesi sonucunda boya filminin kendisinin ve boya-yüzey yapışmasının direnci belirlenmeye çalışılır. “Derin Çekme Testi ve Kazıma Testleri” de yapışma mukavemetini ölçen testlerdir.

2.1.2. Cross- Cut Cihazı

Cross-cut cihazı kurumuş vernik ya da boya kaplamalarının yapışma mukavemetini ölçmek için dizayn edilmiş cihazlardır. Boya ve kaplamayı kare ya da eşkenar dörtgen parçalar kafes şablonu şeklinde alt malzemeye kadar kesim yapar. Cihaz kesici yüzü aşağı bakacak şekilde cihazı sıkıca tutulur. Aleti test edilecek boyalı yüzey üzerinde kaplamayı kesecek şekilde çekilir. 45 veya 90 derecelik açılı ikinci çapraz kesik ile (+) artı veya çarpı (X) şekli oluşacaktır.



Resim 2.1: Cross-cut cihazı ile kesim

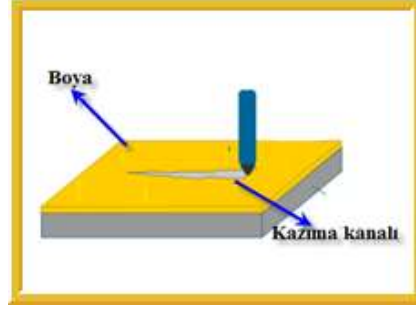
Cihaz kullanıldıktan sonra test edilen bölgeye yapışkan bant yapıştırılıp kaldırılır. Test bölgesinin görünüşü, test sonuçlarını sınıflandırmak amacıyla incelenir. Bu nedenle cihaz ile birlikte temizleme fırçası, yapışma bandı ve ışıklı büyüteç kullanılmaktadır.



Resim 2.2: Cros-cut cihazı ve ekipmanları

2.2. Kazıma Testi

Bant yapışma testini “yumuşak” bulan kimi boya kullanıcıları, boyanın yapışma kuvvetini, özel bıçaklarla uygulanan “Kazıma Testleri” ile ölçmeyi tercih eder. Aynı zamanda kazıma testi sürtünme ile ilgili parametreleri bulmak içinde kullanılmaktadır.



Resim 2.3: Kazıma testi

➤ **Kazıma testinin işlem basamakları**

- Boya filmi üzerine kazıma bıçağının keskin yüzünü dikey olarak batırınız.
- Bastırılan kazıma bıçağını çekerek boyayı yüzeyden 1-3 cm boyunda kazıyınız.
- Kazıma için uygulanan kuvvet ve kazıma yüzeylerinin durumuna göre değerlendirme yapınız.

➤ **Kazıma testinin değerlendirilmesi**

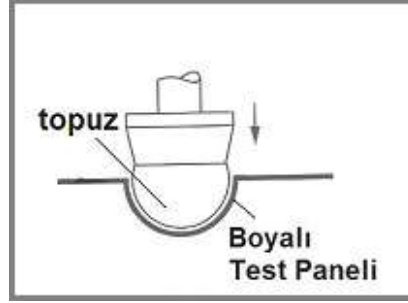
- K0: Boya yüzeye çok iyi yapışmış olmalıdır ve kazınan kısımların kenarları tamamen düzgün olmalıdır.
- K1: Boya yüzeye çok iyi yapışmış olmalıdır. Kenarlar testere ağzı görünümünde olmalıdır.
- K2: Boya yüzeye iyi yapışmış olmalıdır ve kazınan kısımların kenarları tamamen düzgün olmalıdır.
- K3: Boya yüzeye iyi yapışmış olmalıdır. Kenarlar testere ağzı görünümünde olmalıdır.
- K4: K3'den daha kötü ve yerinden kopmalar
- K5: Yetersiz yapışma ve boyanın yüzeyden kopması

2.3. Derin Çekme Testi

Boyalı panelin arka yüzüne temas eden bir topuzun, sabit hızla itilerek paneli deforme etmesi biçiminde yapılan teste **Erichsen Deformasyon Testi** (derin çekme testi-Deep cupping) denir. Boya, vernik veya ilgili mamul kaplamanın, standart şartlar altında, kademeli batma işlemine maruz bırakılmasıyla çatlamaya ve/veya taban malzemeden ayrılmaya karşı mukavemetini değerlendirmek için yapılan ampirik bir deney metodudur. Boya 48 saat 80 °C'de yaşlandırıldıktan sonra deney bir daha tekrarlanır.

Bu testte, sabit bir hızla boyalı panelin arka yüzüne doğru itilen 20 mm 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 belirildiğinde cihaz durdurulur. Deformasyon derinliği mm cinsinden ölçülerek boyanın derin çekme direnci olarak ifade edilir. Topuzun, paneli ne derinlikte deforme ettiği kaydedilir (örneğin: 6 mm 20 °C'de).



Şekil 2.3: Topuz ve deformasyon

2.3.1. Çukurlama Aleti

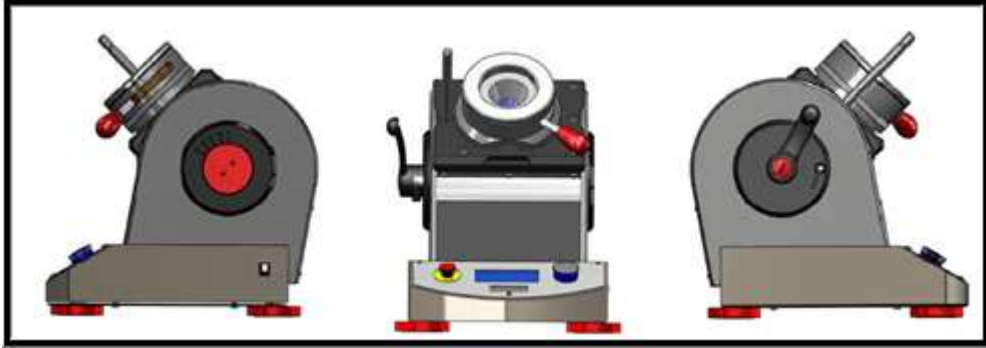
Derin çekme veya Erichsen Deformasyon Testi için Erichsen deformasyon cihazları (Çukurlama aleti) kullanılır.



Resim 2.4: Çukurlatma aleti

Öte yandan, levha hâlindeyken vernik kaplanıp sonradan şekillendirilen metal içecek kutularının vernikleriyle ilgili testlerde kullanılmak üzere, topuzu yarı küre biçimi yerine silindir biçimine sahip olan Erichsen deformasyon cihazları kullanılır.

Günümüzde yeni teknoloji ile üretilen otomatik cihazlar kullanılmaktadır. Bu cihazlar standart koşullar altında kademeli deformasyona maruz bırakılan metal yüzeydeki boya, vernik veya ilgili ürünlerin çatlamaya ve deforme olmaya karşı direncini tanımlamak için kullanılır.



Resim 2.5:Otomatik Erichsen deformasyon cihazı (Çukurlama aleti)

Deney standardına göre test panelleri yavaş yavaş kesinti olmaksızın 0,1 mm/s ve 0,3 mm/s arasında sabit bir oranda deforme olması gerekir. Özellikle manüel yapılan testlerde kalın çelik paneller ile yapılan test her zaman kesintisiz bir deformasyona izin vermemektedir ancak bu otomatik test cihazları tekrarlanabilirlik garantidir ve kalın test panelleri sorun yaratmaz. Dijital ekranından 0,01 mm'lik adımlarla kesin ve hassas sonuç okuması yapmak mümkündür. Aydınlatmalı büyüteci test sırasında panelin çok hassas optik muayenesini mümkün kılar.

➤ **Derin Çekme veya Erichsen Deformasyon Testi için işlem basamakları:**


- Plakayı boyalı yüzeyi aynada görülecek şekilde cihaza yerleştirerek sabitleyin
- Dümeni yavaş yavaş sıkıştırın
- Boyalı yüzeyde oluşan ilk çatlama sıkıştırmayı durdurun
- Cihaz üzerindeki skaladan yapılan sıkıştırmayı mm olarak ifade edin





UYGULAMA FAALİYETİ

Kafes çizgisi(yapışma), kazıma ve derin çekme testlerini yapınız.

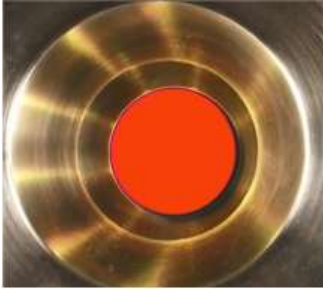
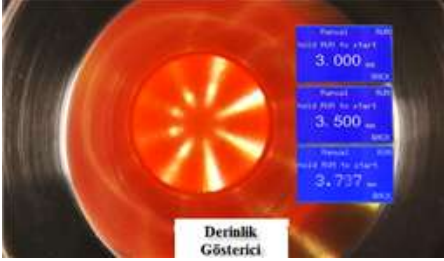
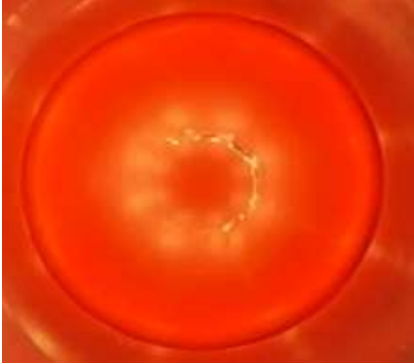

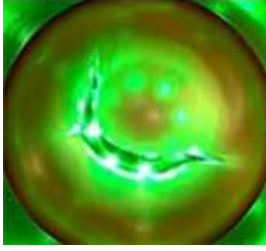


Kullanılacak araç ve gereçler:

- Cross-cut cihazı
- Kazıma bıçağı
- Panel
- Çukurlama aleti
- 48 saat 80 °C yaşlandırılmış boya
- 100 x 200 mm ebadında plaka

İşlem Basamakları	Öneriler
Kafes çizgisi (Yapışma) testi yapınız	
<p>➤ Boya filmi kalınlığına göre boya filmi üzerinde, kafes çizgisi aleti veya uygun bir bıçak kullanarak eşit aralıklarla birbirine dik olarak kesen ve panele kadar inen yatay düşey çizgileri eşit miktarda çiziniz.</p> 	<ul style="list-style-type: none">➤ Laboratuvar önlüğünüzü giyerek çalışma ortamınızı hazırlayınız.➤ Kullanacağınız malzemeleri belirleyiniz.➤ Kullanacağınız malzemeleri hazırlayınız ve kontrol ediniz.➤ Kullandığınız araç ve gereçlerin temizliğine dikkat ediniz.➤ Uygulama ile ilgili güvenlik tedbirlerini alınız.
<p>➤ Çizilen yatay düşey çizgiler üzerine yapışkan bandı iyice yapıştırınız.</p>	<p>➤ Bandın iyice yapışıp yapışmadığını kontrol ediniz.</p>

	
<p>➤ Bu bandı ani bir hareketle yüzeye dik olarak çekiniz.</p> 	<p>➤ Bandı ani olarak ve dikkatli bir şekilde çekiniz.</p>
<p>➤ Değerlendirme yapınız.</p> 	<p>➤ Değerlendirme şablonuna bakınız ve boyanın sınıfını belirleyiniz.</p>
<p>Kazıma Testi yapınız</p>	
<p>➤ Boya filmi üzerine kazıma bıçağının keskin yüzünü dikey olarak bastırınız.</p> 	<p>➤ Kullanacağınız malzemeleri belirleyiniz.</p> <p>➤ Kullanacağınız malzemeleri hazırlayınız ve kontrol ediniz.</p> <p>➤ Uygulama ile ilgili güvenlik tedbirlerini alınız.</p>
<p>➤ Bastırılan kazıma bıçağını çekerek boyayı yüzeyden 1-3 cm boyunda kazıyınız.</p>	<p>➤ Kazıma işlemi için dikkatli olunuz.</p>

	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Kazıma için uygulanan kuvvet ve kazıma yüzeylerinin durumuna göre değerlendirme yapınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Değerlendirme kriterlerine göre değerlendirmeyi unutmayınız.
<p>Derin Çekme Testi yapınız</p>	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Plakayı boyalı yüzeyi aynaya gelecek şekilde sabitleyiniz.  	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Kullanacağınız malzemeleri belirleyiniz. ➤ Kullanacağınız malzemeleri hazırlayınız ve kontrol ediniz. ➤ Kullandığınız araç ve gereçlerin temizliğine dikkat ediniz. ➤ Uygulama ile ilgili güvenlik tedbirlerini alınız.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Dümeni yavaş yavaş sıkıştırırken gözle aynayı kontrol ediniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Dikkatli olunuz.

	
<p>➤ Boyalı yüzeyde oluşan ilk çatlamada sıkıştırmayı durdurunuz.</p>  	<p>➤ Çatlamanın başladığı anı kaçırmayınız.</p>   
<p>➤ Cihaz üzerindeki skaladan yapılan sıkıştırmayı mm olarak not ediniz.</p> 	<p>➤ Sıkıştırmayı mm olarak ifade ederek değerlendirme yapınız.</p>

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına (X) işareti koyarak kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
Kafes Çizgisi (Yapışma) Testi yapınız		
1. Boya filmi kalınlığına göre boya filmi üzerinde, kafes çizgisi aleti veya uygun bir bıçak kullanarak eşit aralıklarla birbirine dik olarak kesen ve panele kadar inen yatay düşey çizgileri eşit miktarda çizdiniz mi?		
2. Çizilen yatay düşey çizgiler üzerine yapışkan bantı iyice yapıştırdınız mı?		
3. Bu bantı ani bir hareketle yüzeye dik olarak çektiniz mi?		
4. Değerlendirme yaptınız mı?		
Kazıma Testi yapınız		
5. Boya filmi üzerine kazıma bıçağının keskin yüzünü dikey olarak bastırdınız mı?		
6. Bastırılan kazıma bıçağını çekerek boyayı yüzeyden 1-3 cm boyunda kazıdınız mı?		
7. Kazıma için uygulanan kuvvet ve kazıma yüzeylerinin durumuna göre değerlendirme yaptınız mı?		
Derin Çekme Testi yapınız		
8. Plakayı boyalı yüzeyi aynaya gelecek şekilde sabitlediniz mi?		
9. Dümeni yavaş yavaş sıkıştırırken gözle aynayı kontrol ettiniz mi?		
10. Boyalı yüzeyde oluşan ilk çatlama sıkıştırmayı durdurdunuz mu?		
11. Cihaz üzerindeki skaladan yapılan sıkıştırmayı mm olarak not ettiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

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

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Kafes çizgisi olarak bilinen test aşağıdakilerden hangisidir?
A) Kazıma Testi
B) Yapışma Testi
C) Derin Çekme Testi
D) Deformasyon Testi
2. Aşağıdakilerden hangisi boya ile boyanan yüzey arasındaki çekme kuvveti ve yüzeyin pürüzlülüğü sayesinde oluşan film tabakasının yüzeyde tutunmasıdır?
A) Sertlik
B) Parlaklık
C) Yapışma
D) Deformasyon
3. Yapışma olayına aşağıdaki bağlardan hangileri neden olmaktadır?
A) Metalik Bağ
B) İyonik Bağ
C) Kovalent Bağ
D) Dipol ve Hidrojen Bağları
4. Cross-cut cihazı aşağıdaki testlerden hangisinde kullanılmak için dizayn edilmiştir?
A) Yapışma Testi
B) Kazıma Testi
C) Derin Çekme Testi
D) Deformasyon Testi
5. Çukurlama Aleti aşağıdaki testlerden hangisinde kullanılmak için dizayn edilmiştir?
A) Kazıma Testi
B) Derin Çekme Testi
C) Yapışma Testi
D) Yapışkan Bant Testi
6. Derin Çekme Testi olarak bilinen test aşağıdakilerden hangisidir?
A) Kazıma Testi
B) Kafes Çizgisi Testi
C) Erichsen Deformasyon Testi
D) Yapışkan Bant Testi

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 öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-3

AMAÇ

Gerekli ortam sağlandığında, bükme, kabarcıklaşma ve pas ilerlemesi testini standartlara uygun olarak yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Çevrenizdeki boya üretim tesislerine veya boya analiz yapan laboratuvarlara giderek kuru boya testlerinden bükme, kabarcıklaşma ve pas ilerlemesi testlerinin nasıl yapıldığını araştırınız.
- Bükme, kabarcıklaşma ve pas ilerlemesi testlerinin yapılışını yerinde gözlemleyerek arkadaşlarınızla paylaşınız.

3. BÜKME, KABARCIKLAŞMA VE PAS İLERLEMESİ TESTİ

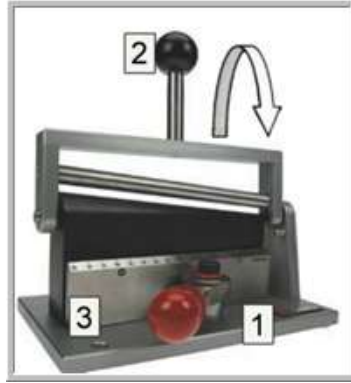
3.1. Bükme Testi

Bükme direnci boya filminin, üzerine uygulandığı metal panelle birlikte büküldüğünde çatlama, kırılma, yüzeyden ayrılma kusurlarının oluşmasına karşı gösterdiği dirençtir. Bükme direnci, panelin silindirik ya da konik yapılı silindirlerin çevresinde bükülmesi ya da doğrudan katlanmak suretiyle bükülmesi gibi testler yapılarak ölçülür. Bu testler Mandrellerle Bükme Testleri (Konik ve Silindir) ve T bükme testidir.

3.1.1. Prensibi

“Mandrellerle Bükme Testleri”nde üzerlerine uygulanmış olan boya filmi sertleşmiş olan test panelleri, sabit bir kuvvet uygulamak suretiyle, yaklaşık 1 saniye süre içinde, bir çelik mandrel etrafında bükülürler. Testlerin sonrasında, boya filminde oluşan çatlakların koninin tepesinden ne uzaklığa kadar devam ettiği veya çatlakların sıklıkları ve boyları ölçülerek mm olarak verilir.

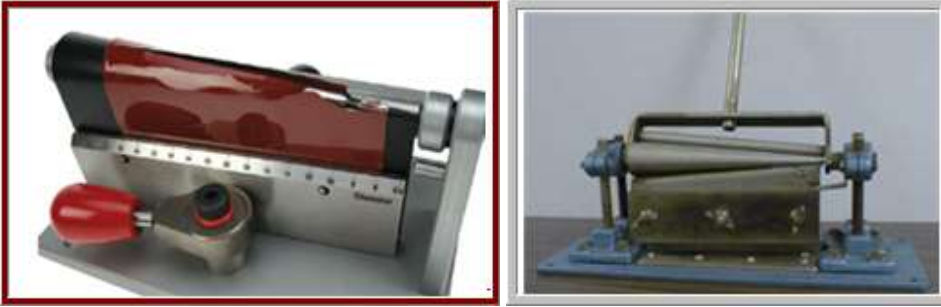
Ayrıca” T-Bükme Testi”nde boyalı metal şerit bir ucundan 180° bükülüp katlanarak boyada çatlama olup olmadığı büyüteç yardımıyla incelenir.



**Resim 3.1: Mandrel ve (1) Sabitleci kelepçe (2)Mandrel-Bükme kolu
(3) Sıkma sistemi**

3.1.2. Bükme Aleti

- **Konik bükme aleti:** Sanayi boyaları için uygulanan en yaygın elastikiyet testidir. “Konik Bükme Testi”nde; panel sertleştirilmiş çelikten yapılan konik bir mandrel etrafında 180o bükülür. “Konik Bükme Testleri”nin sonrasında, boya filminde oluşan çatlakların koninin tepesinden ne uzaklığa kadar devam ettiği ölçülerek mm olarak verilir. Hesaplama yapılarak filmin uzama yüzdesi bulunur.



Resim 3.2: Konik Mandrel Aleti

Ölçülen mesafe milimetre cinsinden konik bükmenin ifadesidir ve x mm’ye kadar kılcal çatlama veya y mm’ye kadar yüzeyden kopma veya komple ayrılma/ Kuru Film Kalınlığı:µ / Test plakasının cinsi olarak belirtilir.

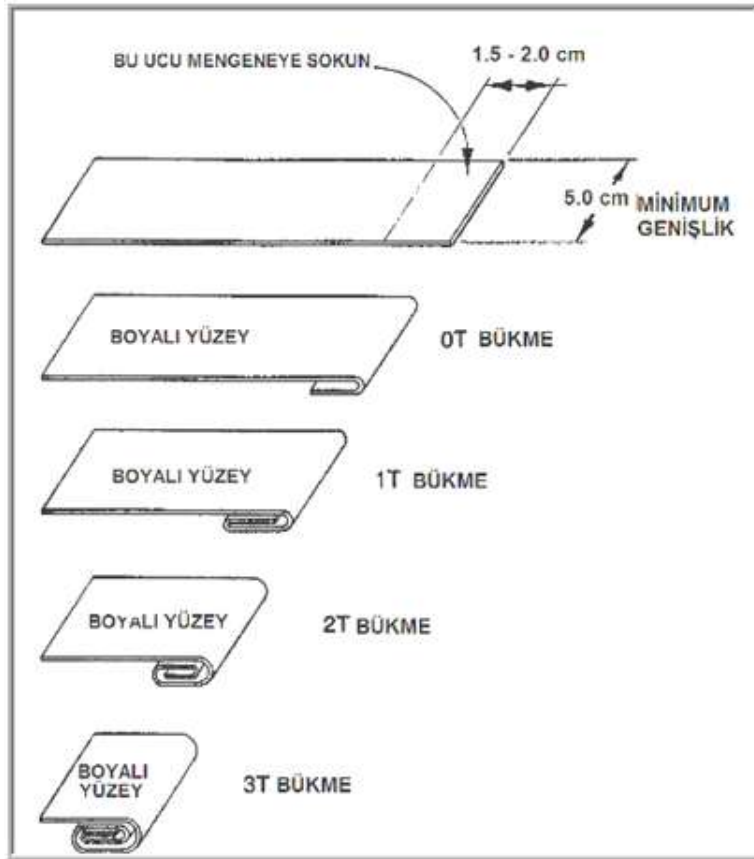
Örneğin 0 mm çatlama yok /konik mandrel/35 mikron kuru film/çıplak sac panelde

- **Silindirik bükme aleti:** Sertleştirilmiş çelikten yapılan mandreller çeşitli çaplarda ve silindriktir. Silindirik yapılı mandrellerin daha küçük çaplı olanlarının etrafında yapılan bükme testleri, boya filminde daha fazla kırılma, çatlama, kalkma kusurlarına yol açarlar. Yaklaşık 180°’lik bir kıvrılmanın ardından, boya filminde oluşan çatlakların sıklıkları ve boyları belirtilir.



Resim 3.3: Silindirik aükme aleti

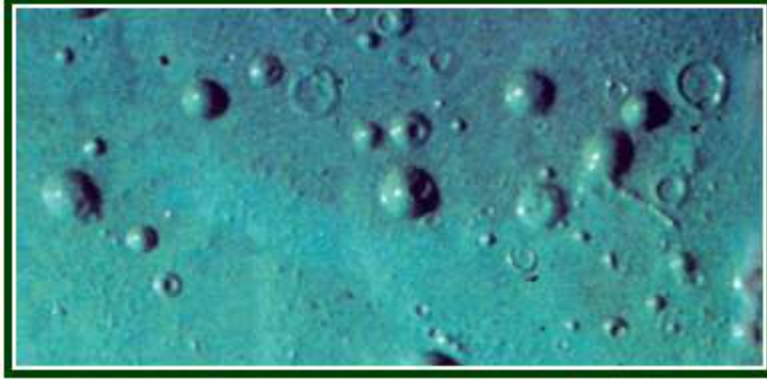
- **T-bükme aleti:** Boyalı metal levhalara kullanım ömürleri sırasında uygulanacak biçim verme işlemleri sırasında oluşabilecek boya çatlama ve kırılmalarını öngörebilmek amacıyla yapılan bir testtir. Boyalı metal şeridi bir ucundan 180° bükülüp katlanarak boyada çatlama olup olmadığı büyüteç yardımıyla incelenir (0 T testi), çatlama gözleniyorsa şekilde görüldüğü gibi aynı uçtan bükme işlemine 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 (20 °C’de 2T gibi).



Şekil 3.1: Bükme işlemi

3.2. Boyada Kabarcıklaşma

Nemli havalarda bir miktar nem boya filmi içine girer. Havadaki nem azaldığında da boya filmini terk ederek dışarı çıkar. Bu olay normal uygulama ve kuruma işlemi geçirmiş boya katlarında herhangi bir soruna neden olmaz ancak astar katlarında özellikle sulu zımpara sırasında boya filmi içine hapsolan nem tutucu yabancı maddeler (tuzlar) nemin sürekli olarak boya filmi içinde kalmasına neden olur. Nem kabarcıkları çeşitli büyüklük ve şekillerde olabilir. Boya katları arasında bulunabileceği gibi tüm boya katlarının altında da yer alabilir.



Resim 3.4: Kabarcıklaşma

➤ Kabarcıklaşma nedenleri:

- Boyanacak yüzeylerde yeterli temizliğin yapılmaması, zımpara suyundan, vücut veya el terinden gelen tuzların metal yüzeylere ve boya katları arasına yerleşmesi,
- Yanlış yüzey temizleme veya hazırlanma (Yüzey üzerinde kalan küçük kirli lekeler bir sünger gibi hareket edebilir ve nemi tutabilir. Boya güneşe maruz kaldığında, nem genişler ve basınç artar. Basınç yeterince büyük olması durumunda kabarcıklar oluşur.)
- Yanlış tiner kullanımı (Hızlı ve kuru inceltici çok kuru ya da çok yüksek bir basınç da püskürtülebilir. Bu da filmdeki hava ve su sıkıştırılabilir ve kabarcıklar oluşur.)



Resim 3.5: Kabarcıklaşma örnekleri

- Özellikle polyester esaslı macun ve astarlarda sulu zımparadan sonra yeterli kurutmanın yapılmaması,

- Boyama sırasında kabin içindeki nemin fazlalığı nem kabarcıkları oluşmasına neden olabilir.



Resim 3.6: Kabarcıklaşma kesiti

➤ **Kabarcıklaşmanın Önlenmesi:**

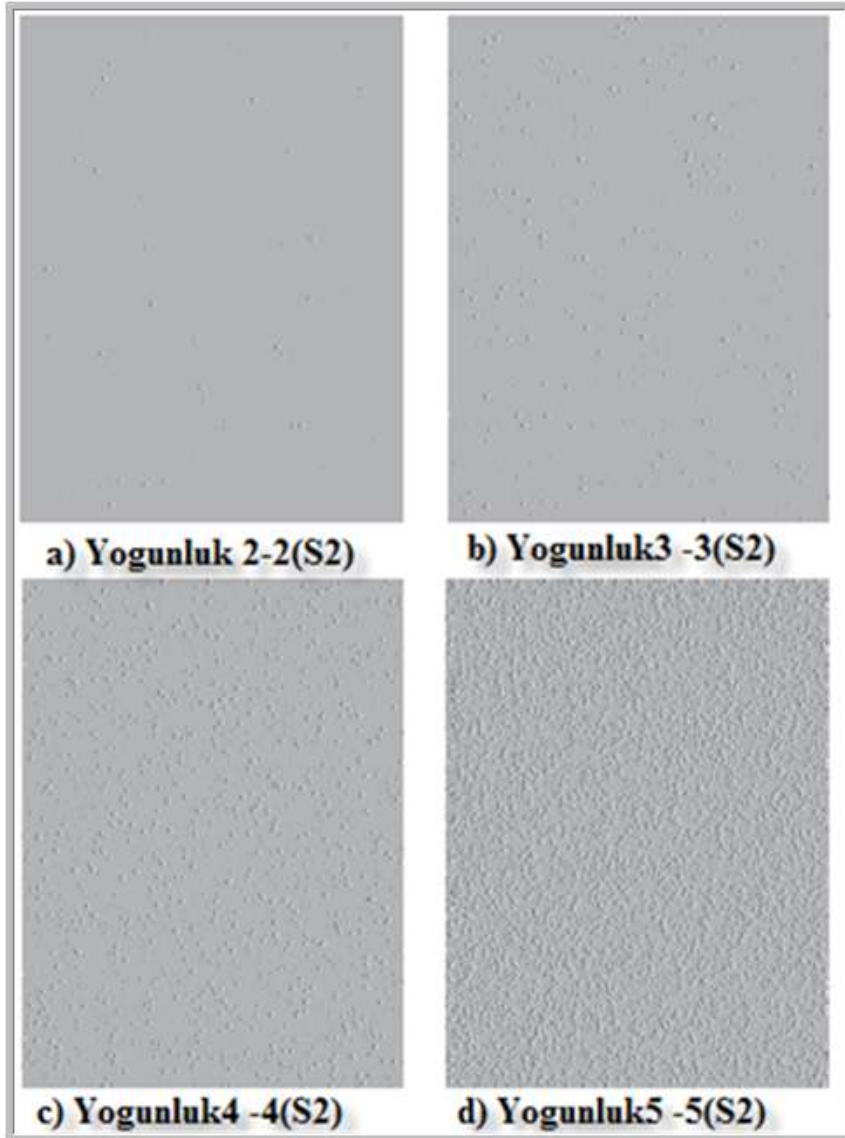
- Boyanacak yüzeyler temiz su ile yıkanmalıdır.
- Zımpara ve temizlik için kullanılan sular sık sık değiştirilmelidir.
- Kuru zımpara tercih edilmelidir.
- Yıkamadan sonra yüzeyin çeşidine göre yüzey temizleme tinerleri ile yıkanmalıdır. Bu şekilde sudan arda kalan zararlı maddeler uzaklaştırılmış olacaktır. Sulu zımparadan sonra suyun buharlaştırılması için yeterince beklenmelidir (20 OC'de 2 saat).
- Polyester ürünlerde kuru zımpara tercih edilmelidir.
- Uygulama öncesinde kabin içinde nem bulunmadığından emin olunmalıdır.
- Soğuk ve nemli havalarda uygulama kabini bir süre ısıtılarak nemin dışarıya çıkması sağlanmalıdır.

Kabarcıklaşma testi boyanın korozyon mukavemetini kontrol etmek amacı ile uygulanan bir test metodudur. Bu testte sadece boya filminin direncinin görülebilmesi için test plakalarının yan kenarları ve çıplak arka yüzleri dayanıklı bir boya ile kaplanarak içinde yapay olarak % 90 nem ve ortalama 40 °C sıcaklık yaratılmış bir kabine yerleştirilir. 48 saat de bir paneller kontrol edilir. Test süresi boyadan beklenen özelliklere göre belirlenir. Boya üzerinde sıcaklığın etkisi ile su buharının meydana getirmiş olduğu değişiklikler incelenir. Boya filminin yüzeyinde yoğunlaşan su buharının film içinde yol alarak boya filmini tahrip etmesi çoğunlukla boya filminde kabarcık oluşmasına neden olur. Buhar banyosu cihazına asılan boyalı plakalar belirli bir süre sonra çıkarılarak kabarcıklaşma değerlendirilmesi yapılır. ARGE laboratuvarınca belirlenmiş red/kabul sınırı gözetilerek kaplamaların performansı kaydedilir. Kabarcıkların sıklığı standartlara göre tespit edilerek sonuç nem direnci olarak verilir.

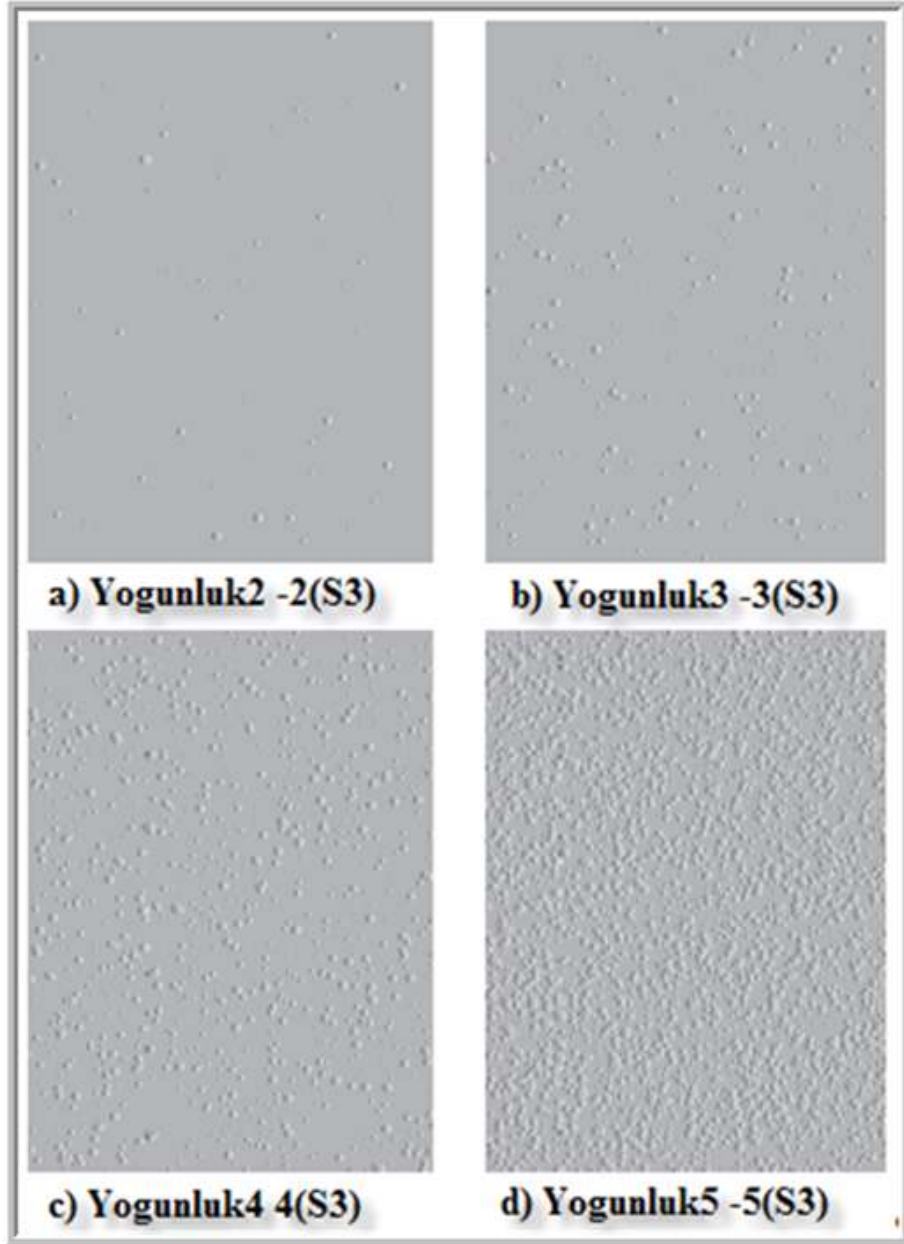
➤ **Kabarcıklaşma testi aşağıda verilen işlem basamakları takip edilerek yapılmaktadır.**

- Test edilecek boyanmış test plakası buhar banyosu cihazındaki raf üzerine yerleştirilir. Eğer test edilecek numune birden fazla ise parçalar birbirine temas etmeyecek şekilde rafa konulmalıdır.

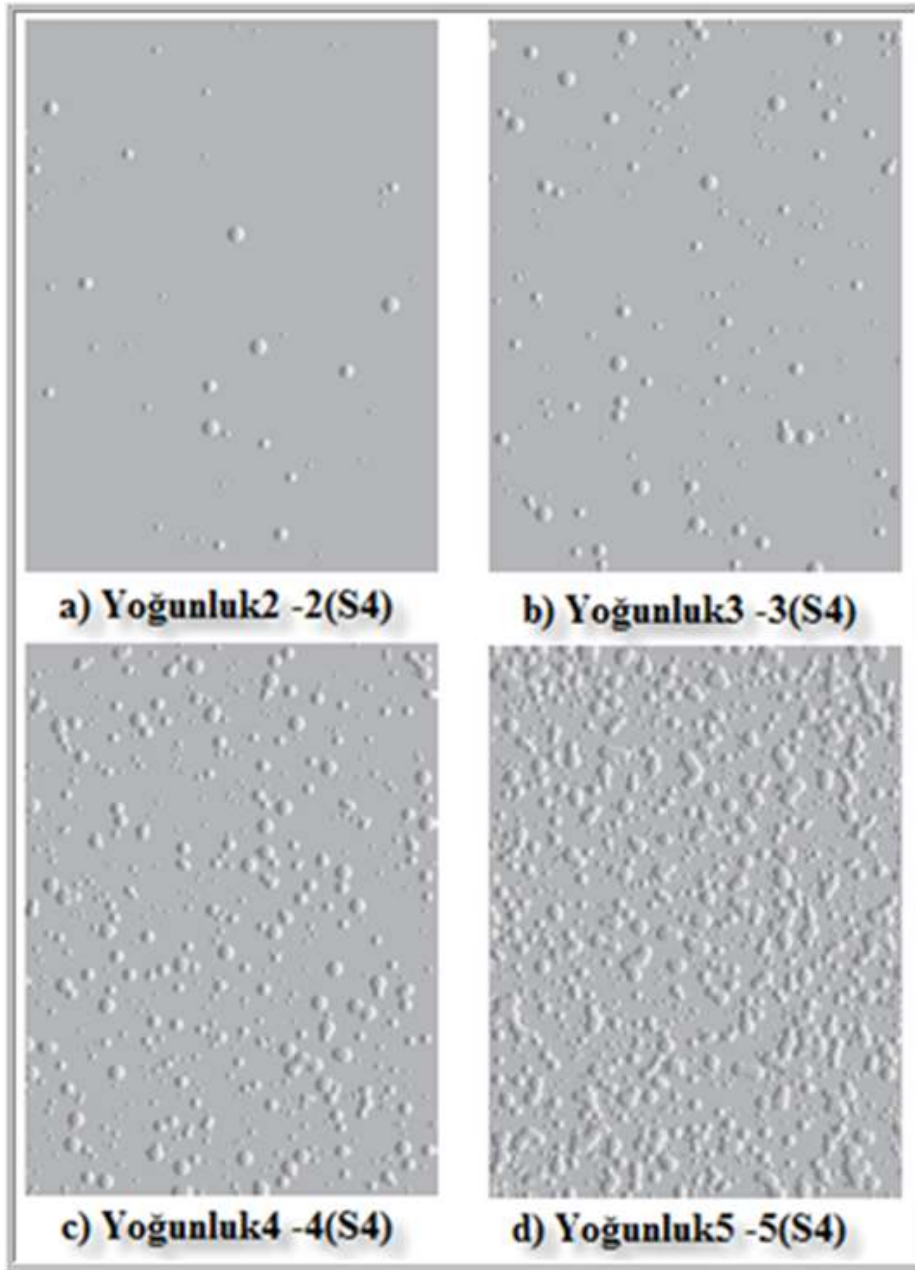
- Boyalı plaka öngörülen süre kadar bekletilir.
- Test süresini tamamlayan boyalı parça aletten çıkartılır.
- Boyalı plaka bir süre kâğıt havlu üzerinde kurumaya bırakılır.
- Boyalı plakanın ilk değerlendirilmesi aşağıdaki belirtilen ölçülere göre 60 dakika sonra yapılır.
- Gerekli olursa kabarcıklaşma (blister) oluşumu 24 saat sonra tekrar değerlendirilir.



Figür 3.1: Kabarcıklaşma ölçüsü 2



Figür 3.2: Kabarcıklaşma ölçüsü 3



Figür 3.3: Kabarcıklaşma ölçüsü 4



a) Yogunluk2-2(S5)



b) Yogunluk3-3(S5)



c) Yogunluk4-4(S5)



d) Yogunluk5-5(S5)

Figür 3.4: Kabarcıklaşma ölçüsü 5

3.2.1. Buhar Banyosu

Kabarcıklaşma testi için buhar banyoları (nem kabinleri) kullanılır (Resim 3.7). Buhar banyolarında testin yapılabilmesi için % 90 nem ve ortalama 40 °C sıcaklık sağlanmalıdır.

Buhar banyolarının yapısı özel olarak imal edilen maddeler yapılmış olup kimyasal maddelere ve yüksek sıcaklıklara dayanmaktadır. Kabinin her tarafı korozyona dayanıklı olmalıdır. Nem ünitesi paslanmaz çelikten yapılmıştır. Testin takibi ve test plakaları cihaz ekranından gözle takip edilebilmeye olanak sağlanmıştır. Bu cihazlarda % 95-100 arasında sabit nem sağlanabilmektedir.

Bazı cihazlarda ise otomatik sıvı seviye kontrolü bulunmakta olup sıcaklık kontrolü dijital display ve dokunmatik mikroişlemcili kontrol sistemi ile sağlanmaktadır ve aşırı ısınma emniyet alarmı vardır. Aynı zamanda otomatik tamamen korunmuş aşırı sıcaklık emniyet devresi, uniform test şartları ve hızlı soğuma sağlayan fan veya fanlar ve düşük su seviyesi alarmı da bulunabilmektedir.



Resim 3.7: Buhar banyosu veya nem kabini

3.3. Pas İlerleme Testi

Metallerin, elektrokimyasal süreçlerin etkisiyle aşınarak yenmesi metalik korozyon olarak tanımlanır. Metallerin, elektrokimyasal süreçler sonucunda yükseltgenmeleriyle, hava oksijeni ve nem ile reaksiyonlarından suda çözünmeyen metal oksitler veya metal tuzları oluşur. Bu olaya paslanma denir. Paslanma, genel olarak maddelerin, özel olarak metal alaşımlarının çevrenin çeşitli etkileri ile kimyasal veya elektrokimyasal değişime ya da fiziksel çözünme sonucu tahrip olması olarak tanımlanan korozyon'un bir çeşidi ve halk arasında kullanılan adıdır. Korozyon ürünleri olarak adlandırılan bu bileşiklerden metal oksitlerine "pas" adı verilir.



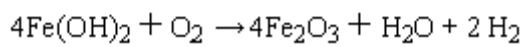
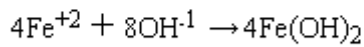
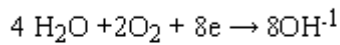
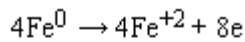
Resim 3.8: Pas

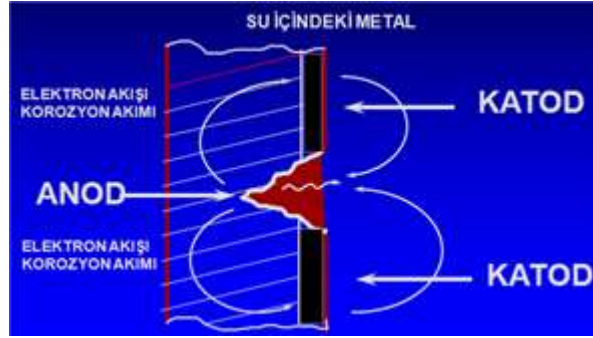
Sanayi tesislerini ve ürünlerini boyamanın esas amacının, dekoratif görünüm yanında, koruma olduğunu kabul edecek olursak korozyonu, korozyonu olayını oluşturan sebepleri ve mekanizmasını bilmemiz gerekir. Kullandığımız her türlü malzeme dış etkenlerden ve kullanımdan dolayı zarar görek yıpranır ve bir süre sonra kullanılmayacak duruma gelir.

Metalden yapılmış herhangi bir malzemenin kendisinden beklenen özellikleri uzun bir süre muhafaza etmesi beklenir. Hâlbuki malzeme korozyona uğradığı zaman dayanımı azalacağı, görünüşü ve genel olarak özellikleri bozulacağı için kullanılmayacak hâle gelir.

Korozyon, kırk elli yıl öncesine kadar denetlenemeyen, nedeni anlaşılamayan, insanların çözümsüz kaldıkları kaçınılmaz bir sonuç olarak kabul edilirdi. Zamanımızda da, teknolojideki gelişmeye rağmen, tamamen çözülememiş büyük bir sorun olarak önemini korumaktadır.

Korozyon demirin dış ortamdan etkilenerek yapısını değiştirip kullanılmaz hâle gelmesidir. Demirin üretilmesi anında oluşan pas ile demirin yapısında bulunan safsızlıklarla temas olan su ve demir arasında elektrik pili oluşur. Böylece elektroliz sonucunda pas ilerler ve demir aşınmaya başlar. Bu elektrokimyasal reaksiyon sırasında demir anot, pas yabancı madde katot olur. Atmosferik koşullarda demirin korozyonu demirin pas olarak bilinen demir oksit'idir. Bu dönüşüm bazı kimyasal olaylar sonucunda oluşur. Bu reaksiyonlar:





Şekil 3.2: Korozyon

Metallerin paslanmasını tamamen önlemek mümkün olmasa bile yavaşlatmak ve geciktirmek mümkündür. Bunun için değişik yöntemler uygulanmaktadır.

- Kolay paslanan metallerin yüzeylerini krom, nikel, çinko gibi pasaya dayanıklı metallerle kaplamak
- Plastik maddeler ile kaplamak
- Metal yüzeyleri boyamak

Boyama bu yöntemler içinde en kolay ve ucuz olan koruma yöntemidir.

Metal bir yüzey üzerine uygulanan boyalara yapılan su ve nem direnç testleri de, boyanın, su ve nem ortamlarında metali ne ölçüde paslanmadan koruyacağı hakkında bilgi verirler.

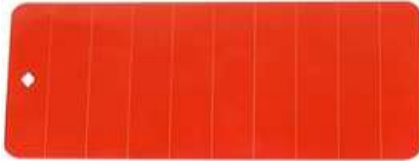
Boyalı veya boyasız malzemeleri, şiddetlendirilmiş korozyon yapıcı ortamlara maruz bırakarak, korozyon dirençlerini, gerçek ortamlardaki korozyona uğrama sürelerinden onlarca kez daha kısa sürelerde belirlemeyi hedefleyen laboratuvar testleri uygulanmaktadır.



UYGULAMA FAALİYETİ



Bükme, kabarcıklaşma ve pas ilerlemesi testlerini yapınız.


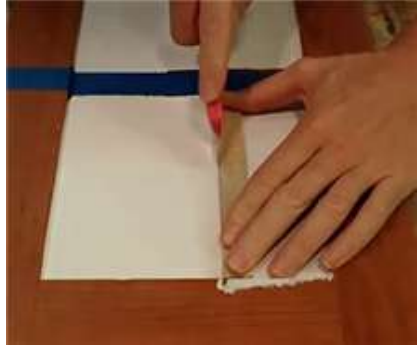
Kullanılacak araç ve gereçler:

- 100x150 mm ebadında galvaniz ya da sac plaka
- Silindir bükme aleti
- Buhar banyosu boyalı plakalar
- Keskin bıçak
- Tuzlu su püskürtme cihazı
- Etüv
- Mercek
- Aplikatör,

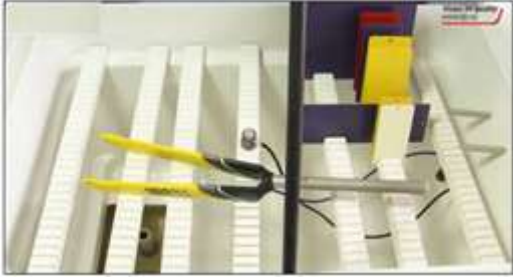
İşlem Basamakları	Öneriler
Bükme testi yapınız.	
<ul style="list-style-type: none">➤ Plakaya 80-100 mikron arası astar tatbik ediniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Laboratuvar önlüğünüzü giyerek çalışma ortamınızı hazırlayınız.➤ Kullanacağımız malzemeleri belirleyiniz.➤ Kullanacağımız malzemeleri hazırlayınız ve kontrol ediniz.➤ Kullandığınız araç ve gereçlerin temizliğine dikkat ediniz.➤ Uygulama ile ilgili güvenlik tedbirlerini alınız.➤ Deney plaksının 100x150 mm büyüklüğünde ve şekil bozukluğu olmamasına dikkat ediniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Düz renk boyalar için 45-55 mikron boya metalik renkler için 15-20 mikron boya üzerine 40-45 mikron vernik tatbik ediniz. 	<ul style="list-style-type: none">➤ İstenilen kalınlıkta boya ve vernik uygulayınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Boya tatbikatları arası bekleme süresi veriniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Bekleme süresine uyunuz.➤ Katmanlar arası kurutma sürelerine uyunuz.

<ul style="list-style-type: none"> ➤ Fırınlanmadan önce 10-15 dakika ön buharlaşma zamanı veriniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Buharlaşma zamanına dikkat ediniz.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Plakayı etüvde kurutunuz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Önerilen süre kadar kurutunuz.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Klimatik ortamda 24 saat bekletiniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 23 ± 5 °C sıcaklıkta ve % 50 ± 5 bağıl nem olan ortamda bekletiniz.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Uygun çaptaki silindiri alete yerleştiriniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Doğru çaptaki silindiri seçiniz. ➤ Basınç kolunu saat yönünün tersine çeviriniz.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Test plakasının boyasız yüzeyini öne gelecek şekilde vidalayınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Deney plakasının klampa iyice vidalayınız ve kontrol ediniz. ➤ Boya ve kaplama yapılmış kısım yüzeyinin bükme yapacak kol ile aynı yönde olmasına dikkat ediniz.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Aletin bükme kolunu 1-2 sn kadar kendine çekiniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Kolu kuvvetli bir şekilde çekiniz. ➤ Bükmenin 180 °olacak şekilde olmasına dikkat ediniz.

	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Plakayı çıkarınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Plakayı çıkarırken dikkatli olunuz.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Çatlamanın olup olmadığını ve ince kılcak çatlama olarak değerlendirme yapınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Değerlendirmeyi anında yapınız. ➤ Değerlendirme için uzun süre beklemeyiniz. ➤ Değerlendirme için 10 x büyütme lensi kullanabilirsiniz. ➤ Tüm işlemleri bir kez daha başka bir plakada yaparak sonucu doğrulayınız.
<p>Kabarcıklaşma Testi yapınız.</p>	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Test edilecek boyalı parçayı buhar banyosu cihazındaki formika raf üzerine yerleştiriniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Kullanacağımız malzemeleri hazırlayınız ve kontrol ediniz. ➤ Kullandığınız araç ve gereçlerin temizliğine dikkat ediniz. ➤ Uygulama ile ilgili güvenlik tedbirlerini alınız. ➤ Test edilecek numune birden fazla ise parçalar birbirine temas etmeyecek şekilde rafa koyunuz.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Boyalı plakayı öngörülen süre kadar bekletiniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Buhar banyolarında testin yapılabilmesi için nemi % 90 ve ortalama sıcaklık 40 °C olacak cihazı ayarlayınız. ➤ Test plakaları cihaz ekranından gözle takip ediniz.

<ul style="list-style-type: none"> ➤ Test süresini tamamlayan boyalı parçayı aletten çıkartınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Test süresini boyadan beklenen özelliklere göre belirleyiniz.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Boyalı parçayı bir süre kağıt havlu üzerinde kurumaya bırakınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Kuruma ortamını hazırlayınız.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Boyalı parçada ilk değerlendirmeyi 60 dakika sonra yapınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Değerlendirmeyi kabarcıklaşma ölçüsü olarak figür 3.1, 3.2, 3.3 ve 3.4 göre yapınız.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Gerekli olursa ikinci değerlendirmeyi 24 saat sonra yapınız. 	
<p>Pas İlerleme Testi (Tuz Püskürme Testi) yapınız.</p>	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Boyalı parçaya 45 derecede birbirini kesen 1 mm genişliğinde iki çapraz alt yüzeye kadar inen çizgi çiziniz. <div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;">   </div>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Kullanacağınız malzemeleri belirleyiniz. ➤ Kullandığınız araç ve gereçlerin temizliğine dikkat ediniz. ➤ Uygulama ile ilgili güvenlik tedbirlerini alınız. ➤ Boyalı parçaya 45 derecede birbirini kesen 1 mm genişliğinde çizmeye dikkat ediniz. ➤ Kesilen çizginin alt yüzeye kadar inmesine dikkat ediniz.

- Parçayı tuzlu su püskürtme cihazına yerleştiriniz.



- Panelleri tuzlu su püskürtme cihazına yerleştirirken dikkatli ve titiz olunuz.

- Testin yapıldığı ortamın sıcaklığını 35 ± 5 oC 'ye ayarlayınız.



- Bu testte sabit bir sıcaklık 35°C 'dir. Sıcaklığı ayarlamayı unutmayınız.

- Cihaza yerleştirilen parçanın üzerine % 5 'lik tuzlu su sisini püskürtmek için aleti çalıştırınız.



- % 5 'lik tuz çözeltini 1 litre suda 50 ± 5 g tuz çözerek $25 \pm 2^{\circ}$ de hazırlayınız.
➤ % 5 'lik tuz çözeltinin elektrik iletkenliğinin $20 \mu\text{s/s}$ den fazla olmamasına özen gösteriniz.

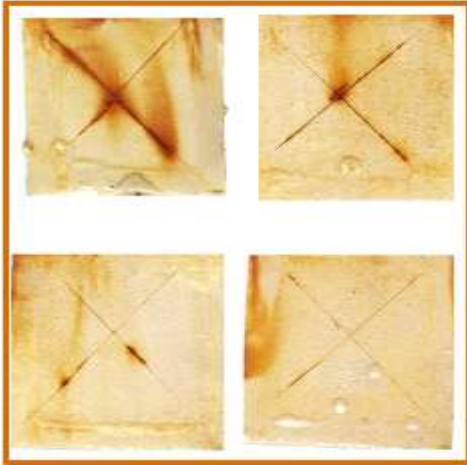


- Ön görülen süre kadar cihazı çalıştırınız.



- Test süresini önerilen süre kadar sürdürmeye dikkat ediniz.

- Süre sonunda çizikten pas ilerlemesi, yüzey - kenar pası ve kabarcıklaşmayı kontrol ediniz.



- Süre sonunda çizikten pas ilerlemesi ve yüzey - kenar pası kontrolünü dikkatlice yapınız.
- Sonucu Çizelge 3.1 ve Figür 3.5, 3.6, 3.7, 3.8 ve 3.9 verilen paslanma derecelerine göre değerlendiriniz.
- Cihazın parçalarını temizlemeyi unutmayınız.



KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına (X) işareti koyarak kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Plakaya 80-100 mikron arası astar tatbik ettiniz mi?		
2. Düz renk boyalar için 45-55 mikron boya metalik renkler için 15-20 mikron boya üzerine 40-45 mikron vernik tatbik ettiniz mi?		
3. Boya tatbikatları arası bekleme süresi verdiniz mi?		
4. Fırınlanmadan önce 10-15 dakika ön buharlaşma zamanı verdiniz mi?		
5. Plakayı etüvde kuruttunuz mu?		
6. Klimatik ortamda 24 saat beklettiniz mi?		
7. Uygun çaptaki silindiri alete yerleştirdiniz mi?		
8. Test plakasının boyasız yüzeyini öne gelecek şekilde vidaladınız mı?		
9. Aletin bükme kolunu 1-2 sn. kadar kendine çektiniz mi?		
10. Plakayı çıkardınız mı?		
11. Çatlamanın olup olmadığını ve ince kılcal çatlama olarak değerlendirme yaptınız mı?		
12. Test edilecek boyalı parçayı buhar banyosu cihazındaki formika raf üzerine yerleştirdiniz mi?		
13. Boyalı plakayı öngörülen süre kadar beklettiniz mi?		
14. Test süresini tamamlayan boyalı parçayı aletten çıkarttınız mı?		
15. Boyalı parçayı bir süre kâğıt havlu üzerinde kurumaya bıraktınız mı?		
16. Boyalı parçada ilk değerlendirmeyi 60 dakika sonra yaptınız mı?		
17. Gerekli olursa ikinci değerlendirmeyi 24 saat sonra yaptınız mı?		

18. Boyalı parçaya 45 derecede birbirini kesen 1 mm genişliğinde iki çapraz alt yüzeye kadar inen çizgi çizdiniz mi?		
19. Parçayı tuzlu su püskürtme cihazına yerleştirdiniz mi?		
20. Testin yapıldığı ortamın sıcaklığını 35 ± 5 °C'ye ayarladınız mı?		
21. Cihaza yerleştirilen parçanın üzerine % 5'lik tuzlu su sisini püskürtmek için aleti çalıştırdınız mı?		
22. Ön görülen süre kadar cihazı çalıştırdınız mı?		
23. Süre sonunda çizikten pas ilerlemesi, yüzey - kenar pası ve kabarcıklaşmayı kontrol ettiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınızı “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Boyalı metal şeridin bir ucundan bükülüp katlanarak boyada çatlama olup olmadığı büyüteç yardımıyla incelendiği test aşağıdakilerden hangisidir?
A) T Bükme Testi
B) El Bükme Testi
C) Silindirik Bükme Testi
D) Konik Bükme Testi
2. Bükme testlerinde bükülüp katlanarak boyada çatlama olup olmadığı anlamak için boyalı metal şerit kaç derecelik açı ile bükülmektedir?
A) 45
B) 90
C) 180
D) 360
3. Aşağıdakilerden hangisi boyada kabarcıklaşmayı önlemek için yapılan işlemlerden biri değildir?
A) Boyanacak yüzeyler temiz su ile yıkanmalıdır.
B) Polyester ürünlerde yaş zımpara uygulaması tercih edilmelidir.
C) Zımpara ve temizlik için kullanılan sular sık sık değiştirilmelidir.
D) Soğuk ve nemli havalarda uygulama kabini bir süre ısıtılarak nemin dışarıya çıkması sağlanmalıdır.
4. Kabarcıklaşma testi yapılacak kabinin nem ve sıcaklık değerleri aşağıdaki seçeneklerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?
A) % 90 nem ve ortalama 20 °C sıcaklık
B) % 20 nem ve ortalama 90 °C sıcaklık
C) % 40 nem ve ortalama 90 °C sıcaklık
D) % 90 nem ve ortalama 40 °C sıcaklık
5. Metallerin, elektrokimyasal süreçler sonucunda yükseltgenmeleriyle, hava oksijeni ve nem ile reaksiyonlarından suda çözünmeyen metal oksitler veya metal tuzları oluşur. Bu olay aşağıdaki seçeneklerin hangisinde verilmiştir?
A) Nötürleşme
B) Küflenme
C) Paslanma
D) Asitlenme

6. Metallerin paslanmasını tamamen önlemek mümkün olmasa bile yavaşlatmak ve geciktirmek mümkündür. Bunun için aşağıdakilerden hangisi uygulanmaz?
- A) Kolay paslanan metallerin yüzeylerini krom, nikel, çinko gibi pasa dayanıklı metallerle kaplamak
 - B) Plastik maddeler ile kaplamak
 - C) Metal yüzeyleri boyamak
 - D) Yüzeyleri sık sık su temizlemek
7. Tuz Püskürtme Testinde kabinde korozyon oluşturması için kullanılan madde aşağıdakilerden hangisidir?
- A) % 5 KCl çözeltisi
 - B) % 5 NaCl çözeltisi
 - C) % 5 HCl çözeltisi
 - D) % 5 CuCl çözeltisi

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 öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-4

AMAÇ

Gerekli ortam sağlandığında, ovalama testi ve suya dayanıklılık ölçümünü standartlara uygun olarak yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Çevrenizdeki boya üretim tesislerine veya boya analiz yapan laboratuvarlara giderek kuru boya testlerinden ovalama testinin ve suya dayanıklılık ölçümünün nasıl yapıldığını araştırınız.
- Ovalama testinin ve suya dayanıklılık ölçümünün yapılışını yerinde gözlemleyerek arkadaşlarınızla paylaşınız.

4. OVALAMA TESTİ VE SUYA DAYANIKLILIK ÖLÇÜMÜ

4.1. Ovalama Testi

Renkli boyalarda dispersantlar, formülasyonun en önemli elemanlarından biridir. Her ne kadar formülasyonda küçük bir yer tutsalar da boyanın performansına çok büyük bir etkileri vardır. Kullanılan dispersantın stabilizasyon performansını değerlendirebileceğiniz farklı test metotları mevcuttur. En yaygın ve hızlı olanı deney kartlarına çekilerek renk şiddetinin ve transparanlığın gözlemlenmesidir. İnorganik pigmentler için, opak; organik pigmentler ve karbon siyahı için yüksek transparanlık önemlidir. Daha sonra bu dispersiyonlar 50-60 °C’de hızlandırılmış çevre koşullarında saklanarak uzun vadede stabiliteleri gözlenir.

Bu metotla dispersantların performansları kontrol edilebilir ve diğer dispersantlarla karşılaştırmalar yapılabilir ancak uzun vadede dispersiyonun stabilitesi konusunda hemen bir sonuç vermez. Uzun süreli stabilite, dispersantın performans kabiliyetini yansıtacağı için en önemli faktörlerden biridir. Tüm pigment dispersiyonlarının, sonucu görebilmek için birkaç hafta süreyle bekletilmesi iyi bir boya formüle etmek için çok fazla zaman kaybedileceği anlamına gelir. Bu yüzden doğru pigment dispersiyonunu seçmek için ovalama testi kullanılmaktadır. Boyalarda topaklaşma (flocculation) ve taşma (flooding) sorunlarının mevcut olup olmadığını belirlemek için basit ve güvenilir bir test olan ovalama veya sürtme (ingilizce karşılığı rub-out) testidir.

➤ Ovalama Testi (Rub Out Testi) İşlem Basamakları

Cam ve plastik levhaların alt ve üst yüzeyleri kir ve lekelerden arındırılmaya kadar temizlenir. Plastik panel cam plakaların üzerine yerleştirilip bir ucundan plakaya bant ile tutturulur. Test edilecek boya 180 mikron yaş film ovalama paneline (plastik) çekilir. Kısa süreli bir ön kurutmadan sonra, hâlâ kurumamış fakat kurumaya çok yakın olan boya tek bir noktada dairesel şekilde parmak ile 20-30 saniye ovuşturulur. Ovalama işlemi, yüksek kesme kuvvetlerinin uygulandığı etkin bir dispersiyon işlemidir. Boyanın kuruma süresi uzunsa, birkaç dakikada bir ovalama tekrarlanır. Bulunabilecek pigment yumakları bu ovuşturma sırasında ezilerek etkin pigment yüzeyi artırılır. Bu olay yumakları ezilen pigmentin renk şiddetinin artmasına yol açar. Dolayısıyla, boyada yukarıdaki sorunlar mevcutsa, ovalanan kısımla, ovalanmayan kısım arasında renk farkı oluşur. Ovalanan bölgeyle dokunulmamış bölge karşılaştırılır. Rengin koyulaştığı gözlenirse, bu renkli pigment pasta veya boyanın iyi stabilize olmadığını gösterir; rengin açık kaldığı gözlenirse beyaz bazın iyi stabilize olmadığı anlaşılır.

Bazı ovalama deneylerinde ise ovalama paneli 23 ± 5 °C sıcaklıkta ve % 50 \pm 5 rutubetli açık bir odada yatay pozisyonda 7 gün bekletilerek ovalama cihazlarında test edilmektedir. Ovalama cihazları su bazlı boyaların ıslak ovmaya dayanımını ölçmeye yarayan cihazdır (Resim 4.1). Deney paneli takozlu plakanın üzerine deney alanı yatay konuma gelecek şekilde yerleştirilir. Contalı çerçeve boyalı panelin üzerine konulur. Deneye başlamadan önce deney fırçası deterjan içinde 1 gece bekletilir. Fırça kullanılmadan önce silkelenerek deterjanın akmasını sağlanır. 10 gr ovma çözeltilisini fırça kıllarının üzerine dökülür. Fırçanın gidiş geliş yolu 5 ml su ile ıslatılır. Savaş sıfırlanarak ovalama işlemine başlanır. Boya ovalama işlemi sırasında belirli bir açıklığa ulaştığı zaman ovalama panelinin üzerindeki göstergeden devir okunur. Her 400 gidiş gelişten sonra 10 gr ovma çözeltilisi ilave edilir. İç cephe boyalarında en az 250 devir, dış cephe boyalarında en az 300 devir olmalıdır.



Resim4.1: Ovalama cihazı

Deneyde, 12,7 mm genişliğindeki takoz üzerine karşılık gelen boya filminin tamamen aşınması için gerekli gidiş-geliş sayısı kaydedilir. Cihaz durdurularak çalışılan alan silinerek en son aşınma durumu belirlenir.

Ovalamanın teorigine bakmak gerekirse belirli pigmentlerde oluşan flokülasyon daha büyük tanecik büyüklüğüne sahip olduklarını gösterir. Bilindiđi gibi daha büyük tanecikler pigmentin renk şiddetini azaltır ancak bu floküle olmuş tanecikler arasındaki bağ zayıftır; parmakla ovalama gibi küçük bir kesme kuvvetiyle flokülasyon kırılır ve normal disperse boyutuna ulaşılır; bu da renk farkı gözlenmesine neden olur.

➤ **Zayıf ovalama dayanımının nedenleri**

- Yanlış parlaklık sınıfında boya seçimi
- Düşük kaliteli boya kullanımı
- Aşırı agresif ovalama ortamı kullanımı (aşındırıcı gücü yüksek deterjanlar gibi)
- Boya uygulamasından sonra, silmeden önce uygun kuruma süresine izin verilmemesi



Resim 4.2: Zayıf ovalama

➤ **Zayıf ovalama dayanımının giderilmesi için:**

- Çok sık temizlenmesi gereken yüzeyler bu özelliğe uygun yüksek kaliteli boyalar ile boyanmalıdır.
- Boya tamamen kuruması için uygun kuruma süresi beklenmelidir.
- Temizleme işleri için gereğinden daha güçlü temizlik malzemeleri kullanılmamalıdır. Boyalı yüzey en az aşındırıcı özellikteki ılık sabunlu su ve yumuşak bez ile silinmelidir.
- İnsan nüfusunun yoğun olduğu ortamlarda, ovalama dayanımları yüksek olduğundan yarı mat veya parlak boyalar seçilmelidir.

4.2. Suya Dayanıklılık Ölçümü

Yüzeye uygulanmış ve sertleşmiş olan organik kaplama filminin su ve nem direncini belirlemeye yönelik testler, üzerinde kaplama bulunan yüzey teste alınarak gerçekleştirilir. Bu amaçla en fazla uygulanan test çeşitleri:

➤ **Suya Daldırma Testleri:**

Son derece basit olan bu testlerde, tüm yüzeylerine organik kaplama uygulanmış olan panel veya boyalı eşya, belli bir sıcaklıktaki suya daldırılır ve yine belli süreyle su içinde tutulur. Metal yüzeylere uygulanan sanayi boyalarında tipik olarak seçilen sıcaklık ve süreler 60 °C’de 24 saat, 40 °C’de 10 gün veya 40 °C’de 21 gün gibidir. Suya daldırma testleri sonucunda, film yüzeyi, içi su dolu kabarcıkların oluşumu, sütünlenme, renk değişimi, matlaşma, yapışma zayıflaması ve metalik yüzeylerde pas oluşumu gibi etkilenmeler açısından değerlendirilir. Test ayrıntılarını tanımlayan pek çok uluslararası ve ulusal standardın yanı sıra, çeşitli kullanıcı standartları da mevcuttur.

Sütünlenme, donuklaşma (matlaşma) veya çiçeklenme olarak da bilinmekte olup suya daldırma testleri ile tespit edilebilmektedir (Resim 4.3). Boyanın içinde çok hızlı buharlaşan çözücü bulunursa, buharlaşma sürecinde gereken buharlaşma enerjisi boyadan alınacağı için boyanın sıcaklığı düşer. Genel olarak bütün buharlaşma işlemlerinde gereken ısıнын önemli bir kısmı yüzeyden alınır. Hızlı buharlaşan çözücüler yüzeyi çok fazla soğuttuğu için ortamdaki nem soğuk yüzey üzerinde yoğunlaşır.



Resim 4.3: Sütünlenme

Hidrofilik sudan uzaklaşma çabasında olan hidrofobik bağlayıcı molekülleri birbirleri ile daha sıkı kenetlenmeye girer. Ortamın molekül yapısındaki değişiklik su moleküllerinin ortama tercihen pigment üzerine yapışabilme olasılığını artırır. Suyun varlığı ışığın kırınım indisini önemli ölçüde değiştirir. Saydamlıktan beyazlığa bir dönüşüm olur. Bu olay sütünlenme olarak bilinir.

Sütünlenme en çok boyanın püskürtülmesi durumunda gözlemlenir. Uygulama sırasında, çözücülerin boya içinden buharlaşması, filmin sıcaklığının, nemli havanın çiğlenme noktasının altına düşmesine yol açar.

Filmin içinde ya da yüzeyinde oluşan su yoğunlaşması, reçine ve pigmentin çökmesine veya film içinde mikro boşlukların ortaya çıkmasına neden olur. Etkilenen bölgeler beyaz veya rengi kaçmış, parlaklığı düşük lekeler biçiminde görünür. Yüzey görünümünü düzeltmek için, genellikle orijinal boya katını yüzeyden uzaklaştırarak yapılacak bir yeniden boyama gereklidir. Sütünlenme, bağıl nem düşürülerek ve/veya çözücü buharlaşma hızı azaltılarak önlenir. Yüksek “gizli buharlaşma ısı”na sahip hızlı çözücüler formülden çıkarılmalıdır. Sütünlenme, özellikle buharlaşmayla kuruyan boyalarda

(lacquers) kritiktir, ancak fırın boyalarda da oluşabilir. Çözgen buharlaşmasıyla kuruyan boyalarda, uygun çözgen dengesinin, maliyetinin, viskozitenin ve çözgen karışımının buharlaşma hızının ayarlanması için çözgen karışımının bilgisayar destekli formülasyonu genellikle gereklidir.

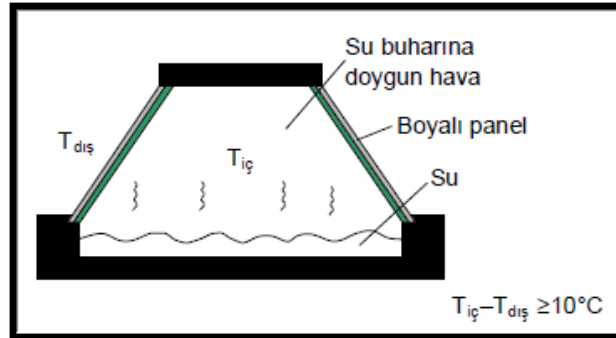
➤ **Kataplazma (Lâpa) testleri:**

Suya daldırma testlerinin yanı sıra, boya uygulanmış test panelinin bir bölümünün üzerine suya doyurulmuş pamuk vb. emici bir malzeme yerleştirilerek de, suya direnç belirlenebilir. Bir lâpa görünümündeki suya doyurulmuş pamuğun üzeri, suyun buharlaşmasını önlemek amacıyla bir alüminyum folyo ile örtülür ve test paneli test sıcaklığına ayarlanmış bir laboratuvar fırınına yerleştirilir. Daha çok otomotiv sektöründe uygulanan ve üzeri kılıfla örtülü hâldeyken önce yoğun yağmura, ardından da yüksek sıcaklığa maruz kalacak olan araçların boyalarının direncini ölçmek amacıyla yapılır. Test koşulları 60 °C'de 8 saat, 16 saat ve 24 saat olarak ta uygulanabilmektedir. Test sonucunda kataplazma uygulanmış yüzey bölümü kabarcıklanma, renk değişimi, matlaşma, sütlenme ve pamuğun temas ettiği kısmın sınırlarını belli eden film şişmesi açısından kontrol edilir.

➤ **Yoğuşmalı nem testi (Condensing Humidity Test)**

Organik kaplamaların su direncini ölçmekte kullanılan hızlandırılmış testlerden biri de yoğuşmalı nem testidir. Bu test yan duvarları test panellerinden oluşan ve içinde, test sıcaklığında ve neme doymuş durumda hava bulunan test kabinlerinde yapılmaktadır.

Kabin içi sıcaklığın, kabin dışı sıcaklığa göre en az 10 °C daha yüksek olması sağlanarak, kabindeki hava içinde doymuşluk derişiminde bulunan su buharının, boyalı kısım içe bakan panelin yüzeylerinde yoğuşması sağlanır. Böylelikle, panellerin boyalı yüzeyleri, tüm test süresince ince bir nem tabakasıyla kaplı hâlde kalır. 40 °C, 50 °C, 60 °C gibi sıcaklıklarda yürütülen yoğuşmalı nem testleri, organik kaplamadan beklenen nem direncine göre değişmek üzere 5 gün, 10 gün, 15 gün ve 20 gün gibi sürelerle yapılır. Test süresi sonunda yine kabarcık oluşumu, sütlenme, renk değişimi, yapışma ve metalik yüzeylerde paslanma gibi kusurlar incelenir.



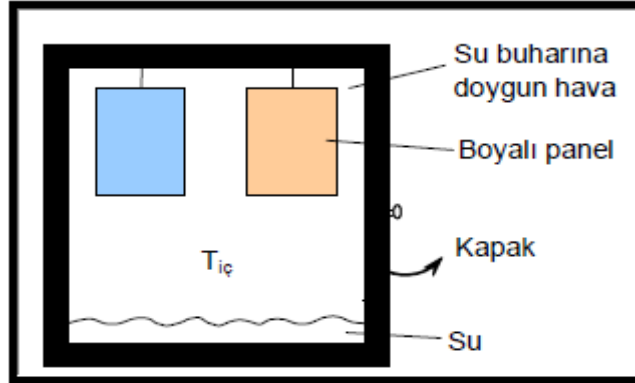
Şekil 4.1: (a) Yoğuşmalı nem kabini şematik gösterimi



Resim 4.4: Yoğuşmalı nem kabini

➤ **Yoğuşmasız nem testi (Non-condensing Humidity Test)**

Bu test için, sabit sıcaklık kabinleri kullanılır ve paneller kabın içinde asılı tutulur (Şekil 4.2). Kabin içindeki hava yine test sıcaklığında neme doymuş durumdadır. Bu durumda kabin içindeki havayla aynı sıcaklıkta olan panellerin yüzeylerinin bazı kısımlarında yoğuşma sonucu gerçekleşen su filmleri oluşur. Dolayısıyla testin “yoğuşmasız” nem testi olarak bilinmesi yanıltıcı olmamalıdır. Yoğuşmalı ve yoğuşmasız testler arasındaki fark, panellerin, birincisinde sürekli, ikincisinde yer yer ve zaman zaman su filmiyle kaplı olmasıdır.



Şekil 4.2: Yoğuşmasız nem kabininin şematik gösterimi

Yoğuşmasız nem testinin de süre ve sıcaklıkları, yoğuşmalı nem testinde belirtilen değerler civarında tutulabilir. Bu testlerde, denenen boyanın, performansı bilinen referans bir boyayla birlikte test edilmesi doğru olur. Gerek yoğuşmalı gerekse yoğuşmasız nem testlerinde, organik kaplama filminin yüzeyi testten önce yüzeye erişilecek derinlikte çizilir. Test sonrasında çizgi civarındaki film ve yüzey etkilenmesini gözlemlenir.




UYGULAMA FAALİYETİ



Ovalama testi ve suya dayanıklılık ölçümü yapınız.


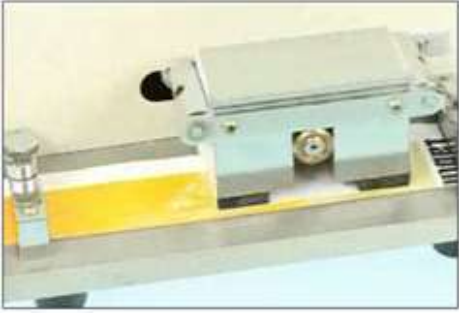

Kullanılacak araç ve gereçler:




- Yıkama makinesi
- Fırça
- Cam plaka
- Takoz
- Contalı çerçeve
- Aplikatör
- Deney paneli
- Yapışkan kâğıt bant
- Flanel kumaş
- Zımpara
- Deterjan
- Ovma çözeltisi (standardized scrup medium)
- Sac panel (150 mm x 70 mm x 0,8 mm)
- Otomatik film çekme aplikatörü
- Su banyosu


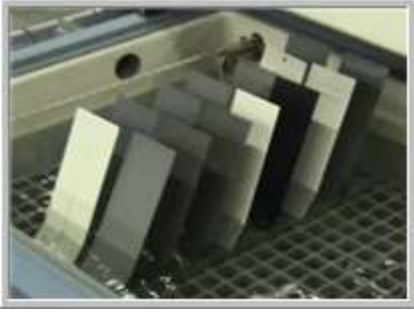
İşlem Basamakları	Öneriler
Ovalama testi yapmak için:	
➤ Boyanan plastik paneli cam plakanın üzerine yerleştiriniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Laboratuvar önlüğünüzü giyerek çalışma ortamınızı hazırlayınız.➤ Kullanacağınız malzemeleri belirleyiniz.➤ Uygulama ile ilgili güvenlik tedbirlerini alınız.➤ Plastik ve cam panellerin temiz olup olmadığını kontrol ediniz. Gerekirse temizleyiniz.
➤ Bir ucundan plakaya bant ile yapıştırınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Plastik panelin cama iyice yapışmasını sağlayınız.
➤ 0,18 mm'lik plastik panel 23 ± 2 °C 'de yatay pozisyonda 7 gün bekleterek kurutunuz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Paneli 23 ± 2 °C 'de ve % 50 ± 5 rutubetli bir odada bekletiniz.



	
<p>➤ Deney panelini, takozlu plakanın üzerine deney alanı yatay konuma gelecek şekilde yerleştiriniz.</p> 	<p>➤ Boyalı tarafı yukarı gelecek şekilde yerleştiriniz.</p>
<p>➤ Contalı çerçeveyi boyalı panelin üzerine yerleştiriniz.</p> 	<p>➤ Contalı çerçevenin temizliğine dikkat ediniz. Gerekirse temizleyip kurutunuz.</p>

<p>➤ Deneye başlamadan önce deney fırçasını deterjan içinde1 gece bekletiniz.</p> 	<p>➤ % 1'lik deterjan çözeltisi kullanınız.</p>
<p>➤ Kullanmadan önce deterjanı silkeleyerek akmasını sağlayınız.</p>	<p>➤ Deterjanı akmadan fırçayı kullanmayınız.</p>
<p>➤ Contasıyla birlikte tutucuya yerleştiriniz.</p> 	<p>➤ Deney sırasında fırçanın aynı pozisyonda kalmasına dikkat ediniz.</p>
<p>➤ 10 gr ovma çözeltisini fırça kıllarının üzerine dökünüz.</p>	<p>➤ Ovma çözeltisini standardına göre hazırlayınız.</p>
<p>➤ Fırçanın gidiş geliş yolunu 5 ml su ile ıslatınız.</p>	<p>➤ Fırçanın bir önceki gidiş-geliş yolu üzerine gelecek şekilde olmasına dikkat ediniz.</p>
<p>➤ Sayacı sıfırlamak ve deneye başlayınız.</p>	<p>➤ Sayacı sıfırlamayı unutmayınız.</p>

	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Her 400 gidiş gelişten sonra 10 gr ovma çözeltisi ilave ediniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Çözeltiliyi zamanında ilave etmeyi unutmayınız.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Panel yüzeyinin ilk görüldüğü anda cihazı durdurunuz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Panel yüzeyin ilk görüldüğü anı kaçırmamaya dikkat ediniz.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sonucu sayaçtan okuyunuz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sonuca göre değerlendirme yapınız.
<p>Suya dayanıklılık ölçümü yapmak için:</p>	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sac panellerin bir bezle yağ ve pas lekeleri var ise temizleyiniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Laboratuvar önlüğünüzü giyerek çalışma ortamınızı hazırlayınız. ➤ Kullanacağınız malzemeleri belirleyiniz. ➤ Kullanacağınız malzemeleri hazırlayınız ve kontrol ediniz. ➤ Kullandığınız araç ve gereçlerin temizliğine dikkat ediniz. ➤ Uygulama ile ilgili güvenlik tedbirlerini alınız.

<p>➤ Panele, kuru film kalınlığı $60 \pm$ mikron olacak şekilde otomatik film çekme aplikatörü ile boya uygulayınız.</p> 	<p>➤ Aplikatör ile boya uygulama kurallarına uyunuz.</p>
<p>➤ $25 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$'de $\% 50 \pm 5$ bağıl nemde 72 saat kurutunuz.</p> 	<p>➤ Verilen kurutma koşullarına uyunuz.</p>
<p>➤ Su banyosuna panellerin $\frac{3}{4}$ ünü kaplayacak şekilde saf su koyarak $40 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de sabitleyiniz.</p> 	<p>➤ Yeterli miktarda su ekleyiniz.</p>

<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tanktaki suyun havalandırma ve sirkülasyonunu başlatınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Suyun iyi sirkülasyon olup olmadığını kontrol ediniz.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Paneller birbirine ve tabana 30 mm mesafede olması için gözle kontrol ediniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Paneller arası mesafeyi ayarlamayı unutmayınız.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Deney panelleri 3 günü geçmeyecek düzenli aralıklarla yeniden düzenleyiniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Paneller arası mesafelere dikkat ediniz. Uygun değilse ayarlama yapınız.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Belirtilen süre kadar tankta tutunuz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Süreye uymaya özen gösteriniz.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Deney suyundaki bulanmanın 2 mS/m geçmesi durumunda suyu değiştiriniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Su iletkenliği 2mS/m olduysa, suda renklenme olduysa veya oksijen miktarı 5 g/l altına düştü ise suyu değiştirmeyi unutmayınız.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Her panelin bütün deney yüzeyi kabarcıklanma ve kaplamadaki bozulmanın belirtileri açısından hemen inceleyiniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Son değerlendirme olarak kuruma ile birlikte 1 dakika içerisinde paneller üzerindeki kabarcıklanma ve bozunmayı inceleyiniz.

	
<p>➤ Paneli oda sıcaklığında bekletiniz.</p>	<p>➤ Oda koşullarında 24 saat bıraktıktan sonra panellerin yapışma kaybını, renk değişikliğini, yumuşamasını ve diğer özellikleri inceleyiniz.</p>
<p>➤ Korozif olmayan bir boya sökücü ile yüzeyin bir bölümünü temizleyiniz.</p> 	<p>➤ Korozyon oluşup oluşmadığını değerlendiriniz.</p>

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına (X) işareti koyarak kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Boyanan Plastik paneli cam plakanın üzerine yerleştirdiniz mi?		
2. Bir ucundan plakaya bant ile yapıştırdınız mı?		
3. 0,18 mm' lik plastik panel 23 ± 2 °C 'de yatay pozisyonda 7 gün bekleterek kuruttunuz mu?		
4. Deney panelini, takozlu plakanın üzerine deney alanı yatay konuma gelecek şekilde yerleştirdiniz mi?		
5. Contalı çerçeveyi boyalı panelin üzerine yerleştirdiniz mi?		
6. Deneye başlamadan önce deney fırçasını deterjan içinde 1 gece beklettiniz mi?		
7. Kullanmadan önce deterjanı silkeleyerek akmasını sağladınız mı?		
8. Contasıyla birlikte tutucuya yerleştirdiniz mi?		
9. 10 gr ovma çözeltilisini fırça kıllarının üzerine döktünüz mü?		
10. Fırçanın gidiş geliş yolunu 5 ml su ile ıslattınız mı?		
11. Sayacı sıfırlamak ve deneye başladınız mı?		
12. Her 400 gidiş gelişten sonra 10 gr ovma çözeltilisi ilave ettiniz mi?		
13. Panel yüzeyinin ilk görüldüğü anda cihazı durdurdunuz mu?		
14. Sonucu sayaçtan okudunuz mu?		
15. Sac panellerin bir bezle yağ ve pas lekeleri var ise temizlediniz mi?		
16. Panele, kuru film kalınlığı 60 ± 5 mikron olacak şekilde otomatik film çekme aplikatörü ile boya uyguladınız mı?		
17. 25 ± 2 °C 'de % 50 ± 5 bağıl nemde 72 saat kuruttunuz mu?		
18. Su banyosuna panellerin $\frac{3}{4}$ ünü kaplayacak şekilde saf su koyarak 40 °C 'de sabitlediniz mi?		
19. Tanktaki suyun havalandırma ve sirkülasyonunu başlattınız mı?		
20. Paneller birbirine ve tabana 30 mm mesafede olması için gözle kontrol ettiniz mi?		
21. Deney panelleri 3 günü geçmeyecek düzenli aralıklarla yeniden düzenlediniz mi?		

22. Belirtilen süre kadar tankta tuttunuz mu?		
23. Deney suyundaki bulanmanın 2 ms / m geçmesi durumunda suyu değiştirdiniz mi?		
24. Her panelin bütün deney yüzeyi kabarcıklanma ve kaplamadaki bozulmanın belirtileri açısından hemen incelediniz mi?		
25. Paneli oda sıcaklığında beklettiniz mi?		
26. Korozyon olmayan bir boya sökücü ile yüzeyin bir bölümünü temizlediniz mi?		

DEĞERLENDİRME

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

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Ovalama testi olarak bilinen test aşağıdakilerden hangisidir?
A) Flooding
B) Rub-out
C) Stabilite
D) Flocculation
2. Ovalama testinde fırçaların üzerine kaç gram ovalama çözeltisi ilave edilir?
A) 50
B) 25
C) 15
D) 10
3. Aşağıdakilerden hangileri suya dayanıklılık ölçümü yapılan testlerden biri değildir?
A) Tuz Püskürtme Testi
B) Yoğuşmalı Nem Testi
C) Kataplazma (Lâpa) Testleri
D) Yoğuşmasız Nem Testi
4. Hidrofilik sudan uzaklaşma çabasında olan hidrofobik bağlayıcı molekülleri birbirleri ile daha sıkı kenetlenmeye girer. Ortamın molekül yapısındaki değişiklik su moleküllerinin ortama tercihen pigment üzerine yapışabilme olasılığını artırır. Suyun varlığı ışığın kırınım indisini önemli ölçüde değiştirir. Saydımlıktan beyazlığa bir dönüşüm olur. Bu olay aşağıdaki seçeneklerden hangisinde verilmiştir?
A) Kabarcıklaşma
B) Portakallaşma
C) Sütlenme
D) Tebeşirlenme

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 “Modül Değerlendirme”ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

7. Aşağıdaki hangisi sertleşmiş boya filminin görsel özelliklerinden biri değildir?
- A) Yayılma
 - B) Yüzey sertliği
 - C) Parlaklık
 - D) Pusluluk
8. Yüzeyin, aynamsı yansıtmayı ne oranda yaptığını belirlemek için kullanılan cihaz aşağıdakilerden hangisidir?
- A) Koing Albert Sarkacı
 - B) Aplikatör
 - C) Glossmetre
 - D) Erichsen Deformasyon Cihazı
9. Aşağıdaki testlerden hangisi boyanın esneklik özelliği için kullanılmaz?
- A) T-bükme testi
 - B) Taş çarpma direnci testleri
 - C) Darbe testleri
 - D) Sertlik testi
10. Aşağıdakilerden hangisi boya ile boyanan yüzey arasındaki çekme kuvveti ve yüzeyin pürüzlülüğü sayesinde oluşan film tabakasının yüzeyde tutunmasıdır?
- A) Sertlik
 - B) Parlaklık
 - C) Yapışma
 - D) Deformasyon
11. Cross-cut cihazı aşağıdaki testlerden hangisinde kullanılmak için dizayn edilmiştir?
- A) Yapışma Testi
 - B) Kazıma Testi
 - C) Derin Çekme Testi
 - D) Deformasyon Testi

12. Çukurlama aleti aşağıdaki testlerden hangisinde kullanılmak için dizayn edilmiştir?
A) Kazıma Testi
B) Derin Çekme Testi
C) Yapışma Testi
D) Yapışkan Bant Testi
13. Boyalı metal şeridin bir ucundan bükülüp katlanarak boyada çatlama olup olmadığı büyüteç yardımıyla incelendiği test aşağıdakilerden hangisidir?
A) T Bükme Testi
B) El Bükme Testi
C) Silindirik Bükme Testi
D) Konik Bükme Testi
14. Bükme testlerinde bükülüp katlanarak boyada çatlama olup olmadığı anlamak için boyalı metal şerit kaç derecelik açı ile bükülmektedir?
A) 45
B) 90
C) 180
D) 360
15. Tuz püskürtme testinde kabinde korozyon oluşturması için kullanılan madde aşağıdakilerden hangisidir?
A) % 5 KCl çözeltisi
B) % 5 NaCl çözeltisi
C) % 5 HCl çözeltisi
D) % 5 CuCl çözeltisi
16. Ovalama testi olarak bilinen test aşağıdakilerden hangisidir?
A) Flooding
B) Rub-out
C) Stabilite
D) Flocculation

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 modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	B
2	C
3	C
4	D
5	A
6	D

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	B
2	C
3	D
4	A
5	C
6	B

ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	A
2	C
3	B
4	D
5	C
6	D
7	B

ÖĞRENME FAALİYETİ-4'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	B
2	D
3	A
4	C

MODÜL DEĞERLENDİRME'NİN CEVAP ANAHTARI

1	B
2	C
3	D
4	C
5	A
6	B
7	A
8	C
9	B
10	B

KAYNAKÇA

- ARSLAN Ahmet, **Üst Yüzey İşlemleri**, Türkiye Halk Bankası, Ankara, 2000.
- BİLGİÇ Atilla, **Oto Boyama Tekniđi**, CBS Boya Kimya ve Ticaret, Kocaeli, 1971.
- DÖNMEZ Senayi, Dursun SARI, **Sayısal Görüntü Analizi Tabanlı Bir Yüzey Parlaklık Ölçüm Sistemi**, Mühendislik Bilimleri Dergisi, Denizli, 2005.
- GÜNGÖR Gündüz, **Boya Bilgisi**, Kimya Mühendisleri Odası, Ankara, 2007.
- KARAKAYA Hasan, **Oto Boyama Sistemleri**, Kocaeli, 2007.
- TUNÇGENÇ Mustafa, **Boya Teknolojisine Giriş**, Akzo Nobel Kemipol, İzmir, 2004.
- TUNÇGENÇ Mustafa, **Genel Boya Bilgileri**, Akzo Nobel Kemipol, İzmir, 2004.