

**Bu kitaba sığmayan  
daha neler var!**

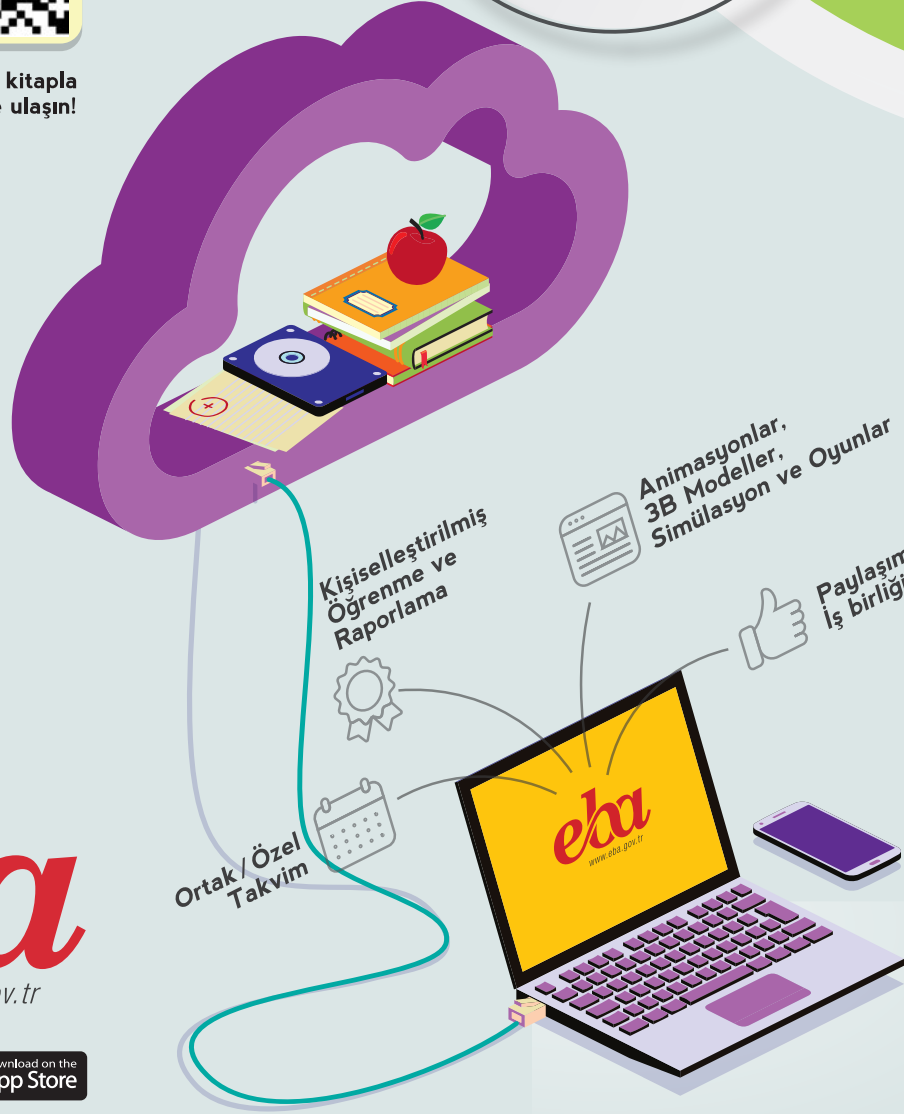


Karekodu okutun, bu kitapla ilgili EBA içeriklerine ulaşın!

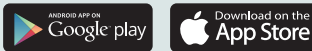
**ÖDS**  
ÖĞRENCİ/ÖĞRETMEN  
DESTEK SİSTEMİ

<https://ods.eba.gov.tr>

- Konu Anlatımlı Ders Videoları
- Soru Çözüm Videoları
- Ders Anlatım Videoları
- Çoktan Seçmeli Sorular



**eba**  
[www.eba.gov.tr](http://www.eba.gov.tr)



**BU DERS KİTABI MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞINCA  
ÜCRETSİZ OLARAK VERİLMİŞTİR.  
PARA İLE SATILAMAZ.**

ISBN: 978-975-11-7830-5

Bandrol Uygulamasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik'in 5'inci Maddesinin İkinci Fıkrası Çerçevesinde Bandrol Taşınması Zorunlu Değildir.

KİMYA TEKNOLOJİSİ ALANI

BOYA

KALİTE KONTROL

11-12

DERS MATERYALİ

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

KİMYA TEKNOLOJİSİ ALANI

# BOYA KALİTE KONTROL

## 11-12

DERS MATERYALİ





**MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ**

KİMYA TEKNOLOJİSİ ALANI

# BOYA KALİTE KONTROL

11-12

DERS MATERYALİ

## Yazarlar

Mehmet GÜRBÜZ

Mustafa YILDIRIM

Orhan YILMAZ



MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI .....	9443
YARDIMCI VE KAYNAK KİTAPLARI DİZİSİ .....	3103

Her hakkı saklıdır ve Millî Eğitim Bakanlığına aittir.  
Ders materyalinin metin, soru ve şekilleri kısmen de olsa hiçbir surette alınıp yayımlanamaz.

### **HAZIRLAYANLAR**

<b>Dil Uzmanı</b>	Nurdagül TÜRKAN
<b>Program Geliştirme Uzmanı</b>	Dr. Eda ÖZ
<b>Rehberlik Uzmanı</b>	Esen YILDIRIM USTA
<b>Ölçme ve Değerlendirme Uzmanı</b>	Fatma YILMAZ
<b>Görsel Tasarım Uzmanı</b>	Penbegül DEMİR

**ISBN: 978-975-11-7830-5**

Millî Eğitim Bakanlığınının 24/12/2020 gün ve 18433886 sayılı  
oluru ile Meslekî ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğünce ders materyali olarak  
hazırlanmıştır.



## İSTİKLÂL MARŞI

Korkma, sönmez bu şafaklarda yüzen al sancak;  
Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.  
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak;  
O benimdir, o benim milletimindir ancak.

Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilâl!  
Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl?  
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl.  
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl.

Ben ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.  
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım!  
Kükremiş sel gibiyim, bendimi çiğner, aşarım.  
Yırtarım dağları, enginlere sığmam, taşarım.

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,  
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.  
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,  
Medeniyet dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş, yurduma alçakları uğratma sakın;  
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.  
Doğacaktır sana va'dettiği günler Hakk'ın;  
Kim bilir, belki yarın, belki yarından da yakın.

Bastığın yerleri toprak diyerek geçme, tanı:  
Düşün altındaki binlerce kefensiz yatanı.  
Sen şehit oğlusun, incitme, yazıktır, atanı:  
Verme, dünyaları alsan da bu cennet vatanı.

Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki feda?  
Şüheda fışkıracak toprağı sıksan, şüheda!  
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,  
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüda.

Ruhumun senden İlahî, şudur ancak emeli:  
Değmesin mabedimin göğsüne nâmahrem eli.  
Bu ezanlar -ki şehadetleri dinin temeli-  
Ebedî yurdumun üstünde benim inlemeli.

O zaman vecd ile bin secde eder -varsa- taşım,  
Her cerîhamdan İlahî, boşanıp kanlı yaşım,  
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'sım;  
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalan sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl!  
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.  
Ebediyyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl;  
Hakkıdır hür yaşamış bayrağımın hürriyyet;  
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl!

**Mehmet Âkif Ersoy**

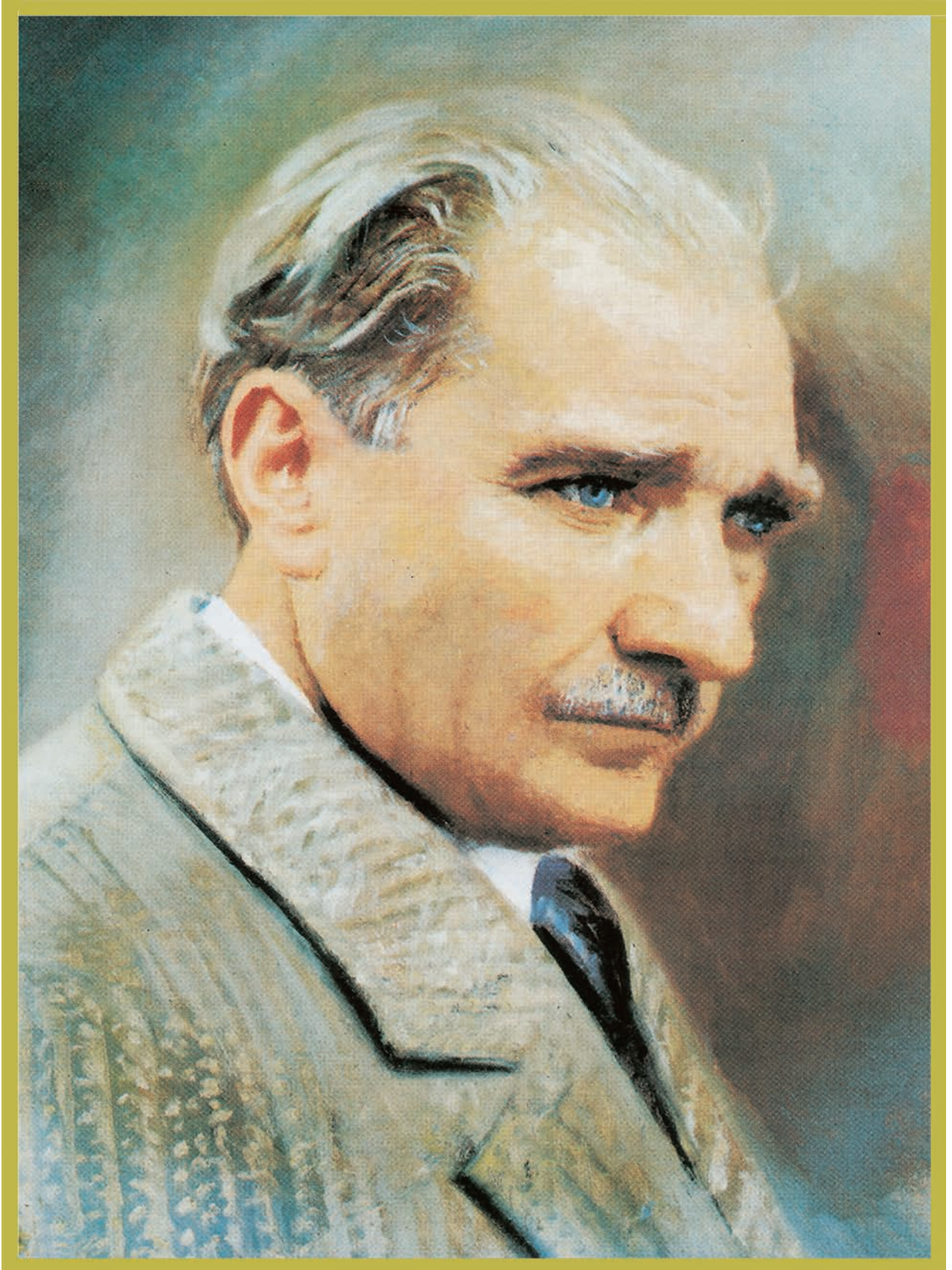
## GENÇLİĞE HİTABE

Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklâlini, Türk Cumhuriyetini, ilelebet muhafaza ve müdafaa etmektir.

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin en kıymetli hazinendir. İstikbalde dahi, seni bu hazineden mahrum etmek isteyecek dâhilî ve hâricî bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şeraitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerait, çok namüsaît bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şeraitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dâhilinde iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlîlerin siyasî emelleriyle tevhit edebilirler. Millet, fakr u zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

Ey Türk istikbalinin evlâdı! İşte, bu ahval ve şerait içinde dahi vazifen, Türk istiklâl ve cumhuriyetini kurtarmaktır. Muhtaç olduğun kudret, damarlarındaki asil kanda mevcuttur.

Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK





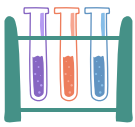


DERS MATERYALİNİN TANITIMI.....	12
---------------------------------	----

## 1. ÖĞRENME BİRİMİ

# YAŞ BOYA ÖZELLİKLERİ VE TESTLERİ

<b>1.1. YAŞ BOYANIN ÖZELLİKLERİ .....</b>	<b>18</b>
1.1.1. Kalite .....	18
1.1.1.1. Kalite Kavramının Tarihsel Gelişimi .....	18
1.1.2. Kalite Yönetim Sistemi .....	19
1.1.3. Kalite Güvence Standartları.....	19
1.1.4. Kalite Kontrolün Boya İmalatındaki Önemi .....	20
1.1.5. Boya Kalite Kontrol Ekipmanları .....	20
1.1.6. Uçucu Organik Bileşikler.....	26
1.1.7. SEA Yönetmeliği .....	27
1.1.8. Risk ve Güvenlik Etiketleri .....	27
1.1.9. Tehlike (H) ve Önlem (P) Kodları.....	28
1.1.10. Yaş Boya Özelliklerini Gözle İnceleme .....	29
<b>1.2. VİSKOZİTE VE TANECİK BÜYÜKLÜĞÜ .....</b>	<b>31</b>
1.2.1. Boyada Viskozite Ölçümü .....	31
1.2.2. Boyada Tanecik Boyutu Ölçümü .....	32
<b>1.3. YAŞ BOYADA KATI MADDE TESTİ .....</b>	<b>35</b>
1.3.1. Westphal (Westfal) Terazisi İle Özgül Ağırlık Ölçümü .....	35
<b>1.4. YAŞ BOYADA KURUMA, AKMA-YAYILMA, ÖRTME, KÜL VE ÇÖKME TESTİ .....</b>	<b>39</b>
1.4.1. Fiziksel Kuruma .....	39
1.4.2. Kimyasal Kuruma .....	39
1.4.3. Kuruma Zamanının Ölçülmesi.....	40
1.4.4. Dona Dayanıklılık Testi .....	40
1.4.5. Yaş Boyada Akma ve Yayılma Testi.....	43
1.4.6. Boyanın Örtme Gücü Testi .....	45
1.4.7. Çökme Miktarı Testi .....	47
1.4.8. Kül Miktarı Testi .....	47
<b>1.5. DEPOLAMA STABİLİTESİ .....</b>	<b>49</b>
<b>ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....</b>	<b>52</b>

**2. ÖĞRENME BİRİMİ****KURU BOYA ÖZELLİKLERİ VE TESTLERİ**

<b>2.1. PARLAKLIK, SERTLİK VE ESNEKLİK TESTLERİ.....</b>	<b>56</b>
2.1.1. Parlaklık Testi.....	56
2.1.2. Boyada Sertlik Testi.....	59
2.1.3. Boyada Esneklik Testleri.....	61
<b>2.2. KAFES ÇİZGİSİ, KAZIMA VE DERİN ÇEKME TESTİ.....</b>	<b>63</b>
<b>2.3. BÜKME, KABARCIKLANMA VE PAS İLERLEMESİ TESTİ.....</b>	<b>66</b>
2.3.1. Bükme Testi.....	66
2.3.2. Kabarcıklanma Testi.....	67
2.3.3. Pas İlerlemesi Testi.....	68
<b>2.4. OVALAMA VE SUYA DAYANIKLILIK TESTİ.....</b>	<b>70</b>
2.4.1. Ovalama Testi.....	70
2.4.2. Suya Dayanıklılık Testi.....	71
<b>2.5. RENK SOLMASI, TAŞ ÇARPMA DİRENCİ VE POR TESTİ.....</b>	<b>74</b>
2.5.1. Renk Solması (Boyada Yaşlanma).....	75
2.5.2. Taş Çarpma Direnci.....	77
2.5.3. Por (Osmoz) Testi.....	79
<b>2.6. KİMYASALLARA DAYANIM VE KANAMAYA DAYANIKLILIK.....</b>	<b>81</b>
2.6.1. Kimyasal Direnç.....	81
2.6.2. Kanamaya Dayanıklılık Testi.....	83
<b>2.7. ASETON, CONTA VE POLİETİLEN YAPIŞMA TESTİ.....</b>	<b>85</b>
2.7.1. Aseton Testi.....	85
2.7.2. Conta Yapışma Testi.....	85
2.7.3. Polietilen Yapışma Testi.....	85
<b>2.8. ISI DEĞİŞİMİ, T-BEND VE KAPLAMA MİKTARINI ÖLÇME.....</b>	<b>89</b>
2.8.1. Isı Değişimi Testi.....	89
2.8.2. T-Bend Testi.....	89
2.8.3. Kaplama Miktarı.....	89
<b>ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....</b>	<b>94</b>



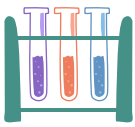
### 3. ÖĞRENME BİRİMİ

## BOYA KUSURLARI VE KUSURLARIN GİDERİLMESİ

BOYA KUSURLARI VE KUSURKARIN GİDERİLMESİ .....	98
3.1. AKMA, SARKMA, PORTAKALLANMA VE KABARCIKLANMA .....	98
3.2. ZIMPARA İZLERİ, SİLİKONLANMA VE YÜZEY MATLAŞMASI .....	101
3.3. KIRIŞMA, TEBEŞİRLENME VE BEYAZLANMA .....	104
3.4. YAPIŞMA ZAYIFLIKLARI VE ÇÖKÜNTÜLER.....	107
3.5. RENK SAPMALAR, PİSTOLE İZLERİ VE BULUTLANMA .....	110
3.6. KUSMA VE KURU PÜSKÜRTME HATALARI.....	114
3.7. ÇATLAMALAR, BOYANIN BATMASI VE KÜFLENME .....	116
3.8. DÜŞÜK MAR DİRENCİNİ GİDERMEK VE ÖRTÜCÜLÜĞÜ SAĞLAMAK.....	119
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	121

CEVAP ANAHTARI .....	123
----------------------	-----

KAYNAKÇA .....	124
----------------	-----



Öğrenme biriminde yer alan temel kavramları gösterir.

Öğrenme biriminin <http://kitap.eba.gov.tr/> karekodunu gösterir.



KOD = 26288



**KONULAR**

- 1.1. YAŞ BOYANIN ÖZELLİKLERİ
- 1.2. VİSKOZİTE VE TANECİK BÜYÜKLÜĞÜ
- 1.3. YAŞ BOYADA KATI MADDE TESTİ
- 1.4. YAŞ BOYADA KURUMA, AKMA-YAYILMA, ÖRTME, KÜL VE ÇÖKME TESTİ
- 1.5. DEPOLAMA STABİLİTESİ TESTİ

**TEMEL KAVRAMLAR**

- Depolama
- Kalite kontrol
- Katı madde
- Stabilité
- Viskozite
- Westphal terazisi

**HAZIRLIK ÇALIŞMALARI**

1. Bir yüzeyi boyamak için kullanılacak boyanın hangi özelliklere sahip olmasını istersiniz? Sınıfta arkadaşlarınızla tartışınız.
2. Kalite kontrol testlerinin yapılmasının avantajları sizce nelerdir?

**1. YAŞ BOYA ÖZELLİKLERİ VE TESTLERİ**

ÖĞRENME BİRİMİ

16

17

Öğrenme biriminin numarasını gösterir.

Öğrenme biriminin adını gösterir.

Hazırlık çalışmalarını gösterir.

Öğrenme biriminde yer alan konuları gösterir.

1. Öğrenme Birimi

Yaş Boya Özellikleri ve Testleri

**1.1. UYGULAMA**

**YAŞ BOYANIN GÖZLEMLENMESİ**

**Amaç:** Yaş boyanın özelliklerini gözlemlemek.

**Araç Gereç:** Cam çubuk, ambalajlanmış boya, kullanılmış ve bekletilmiş boya.

**Sağlık, Çevre ve Güvenlik Önlemleri**

Bu çalışmayı kesinlikle solvent bazlı boyalarla **yapmayınız**. Çalışma koşullarına uygun kişisel koruyucu ekipmanlar kullanınız. Ortaya çıkan kontamine atıkları, ilgili yönetmeliklere uygun şekilde ortamdaki uzaklaştırınız.

- Laboratuvar çalışmaları süresince işlem basamaklarına, güvenliğe ve temizliğe dikkat ediniz.

**Değerlendirme**

Performansınız, uygulama sonunda verilen kontrol listesine göre öğretmenin tarafından değerlendirilecektir.

**Görev**

Bu uygulamada sizden yaş boyanın gözlenmesi testlerini aşağıda verilen işlem basamakları doğrultusunda yapmanız beklenmektedir.

**İşlem Basamakları**

1. Boya ambalajında boş hacmin olup olmadığını inceleyiniz.
2. Yaş boyada kaymama olup olmadığını kontrol ediniz.
3. Yaş boyada jelleşme olup olmadığını kontrol ediniz.
4. Yaş boyada faz ayrışması olup olmadığını kontrol ediniz.
5. Yaş boyada çökme olup olmadığını kontrol ediniz.
6. Yaş boyada yabancı madde olup olmadığını kontrol ediniz.
7. Boya ambalajındaki etiket bilgilerini kontrol ediniz.
8. İşlem basamaklarında elde ettiğiniz bulguları ve gözlemlerinizi neden-sonuç ilişkisi çerçevesinde rapor haline getiriniz.

**YAŞ BOYANIN GÖZLEMLENMESİ UYGULAMASI KONTROL LİSTESİ**

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	Evet	Hayır
1. Laboratuvar güvenlik kurallarına uygun koruyucu kıyafetler giydi.		
2. Boya ambalajında boş hacmin olup olmadığını inceledi.		
3. Yaş boyada kaymama olup olmadığını kontrol etti.		
4. Yaş boyada jelleşme olup olmadığını kontrol etti.		
5. Yaş boyada faz ayrışması olup olmadığını kontrol etti.		
6. Yaş boyada çökme olup olmadığını kontrol etti.		
7. Yaş boyada yabancı madde olup olmadığını kontrol etti.		
8. Boya ambalajındaki etiket bilgilerini kontrol etti.		
9. Çalışma ortamını temizledi.		
10. Rapor hazırladı.		

\*Hayır olarak işaretlenen ölçütler için ilgili kısımları tekrar ediniz.

30

Uygulama alanını gösterir.

Uygulamanın değerlendirme bölümünü gösterir

Konu içeriğini gösterir.

Görselleri gösterir.

Yaş Boya Özellikleri ve Testleri

1. Öğrenme Birimi

**Tuz Testi Makinesi**

Tuz testi makinesi, kaplama ve boyaların korozyon performanslarının belirlenmesinde en çok kullanılan cihazdır (Görsel 1.4). Test süresi, boya kaplamasının cinsine bağlı olarak 8 ila 3.000 saat arasında değişir. Korozyon testinde %5'lik sodyum klorür (NaCl) çözeltisi, kaplama ve boya yüzeyine püskürtülerek deniz atmosferi benzeri bir korozyon ortamı oluşturulur.

**X-ışınları Floresans Spektrofotometresi**

X-ışınları floresans (XRF) spektroskopisi cihazı numunelerde bulunan element içeriğini belirlemeye kullanılan cihazdır (Görsel 1.5). Atom numarası 9 ile 92 arasında olan elementlerin kalitatif ve kantitatif analizini yapar.

**Görsel 1.4: Tuz testi makinesi**

**Görsel 1.5: X-ışınları floresans spektrofotometresi**

**Yüzey Pürüzlülük Ölçüm Cihazı**

Yüzey pürüzlülük ölçüm cihazı, kumlama vb. yöntemlerle temizlenen yüzeylerin pürüzlülüğünü ölçen elektronik cihazdır (Görsel 1.6). Bu cihaz, yüzeydeki pürüzlerin yükseklik ve derinlik değerlerini ölçer.

**Boya Kalınlığı Ölçüm Cihazı**

Boya kalınlığı ölçüm cihazı; manyetik, iletkenlik ve ultrasonik yöntemlerle malzeme üzerinde bulunan kaplama ve boya kalınlığını ölçmek için kullanılır (Görsel 1.7).

**Görsel 1.6: Yüzey pürüzlülük ölçüm cihazı**

**Görsel 1.7: Kaplama ve boya kalınlığı ölçüm cihazı**

21



**Kuru Boya Özellikleri ve Testleri**

Boyanın bantla çekilmesinden sonra malzeme yüzeyi bir büyüteç ve ışık yardımı ile incelenir, değerlendirme ölçüğü ile karşılaştırılır (Tablo 2.1).

Tablo 2.1: Kafes Çizgi Yönteminde Değerlendirme Ölçeği

SINIFLAR	AÇIKLAMA	TEST ALAN GÖRÜNTÜSÜ
5A	Kesim kenarı düzgün kafes şeklinde ve kesişim noktalarında kopma yok.	
4A	Kesim kenarında düşük miktarda kopmalar olabilir. Kesişim noktalarında kopma %5'ten düşük.	
3A	Kesim kenarında ve kesişim noktalarında kopmalar olabilir. Kopma oranı %5 ile %15 arasındadır.	
2A	Kesim kenarında ve kesişim noktalarında kopmalar olabilir. Kopma oranı %15 ile %35 arasındadır.	
1A	Kesim kenarında ve kesişim noktalarında büyük kopmalar olabilir. Kopma oranı %35 ile %65 arasındadır.	
0A	Kenar ve kare kesişim noktalarında kopma oranı %65'ten fazladır.	

**Kazıma Testi:** Boya yapışma testi için kullanılan diğer bir yöntem ise özel bıçaklarla yapılan kazıma işlemidir. Bu yöntem boya yüzeyinde sürtünme ile ilgili parametreleri bulmak için de uygulanır. Kazıma bıçağı, boya filmi üzerine dikey olarak bastırılır ve boya tabakası 2 cm ile 5 cm arası uzunlukta kazılır. Kazıma işlemi esnasında uygulanan kuvvet, değerlendirme amacıyla kullanılır. Bu testin uygulama sıcaklığı kuvvet değerleriyle birlikte belirtilir.

**Derin Çekme Testi:** Bu yöntem hem boya esnekliği hem de boya yapışma testinde kullanılır. Boyalı panelin arka yüzüne temas ettirilen topuz, sabit hızla hareket ettirilerek panele bastırılır (Görsel 2.13). Panelin boyalı yüzeyinde deformasyon oluşması sağlanır. Bu yöntemde **Ericksen (Ericksen) deformasyon testi** de denir. Ericksen deformasyon testinde çukurlatma aleti kullanılır. Kademeli kuvvet uygulanması sonucunda boyanın yüzeyinde çatlama veya taban malzemeden ayrılma gerçekleştiğinde test sonlandırılır (Görsel 2.14). Topuzun oluşturduğu deformasyon derinliği mm cinsinden ifade edilir (Görsel 2.15). İşlemin gerçekleşme sıcaklığı da belirtilir. Bu deney 80 °C'ta 48 saat bekletilen boyalı yüzey için de tekrarlanır.

**Görsel 2.13:** Panelin cihaza yerleştirilmesi

**Görsel 2.14:** Panele kademeli kuvvet uygulanması

**Görsel 2.15:** Deformasyon derinliğinin belirlenmesi

64

Tablo alanını gösterir.

Örnekleri gösterir.

Örneklerle ilgili çözümleri gösterir.

**Kuru Boya Özellikleri ve Testleri**

**Yaş boya kalınlığı = (Kuru boya kalınlığı / Hacimsel katı yüzdesi) x 100**

**1. ÖRNEK** Formülde kalınlık birimi olarak mikrometre kullanılır. Hacimsel katı yüzdesi 35 olan bir boya ile 70 mikrometre kalınlığında kuru film elde etmek için uygulanması gereken yaş boya filminin kalınlığı kaç mikron olmalıdır?

**ÇÖZÜM** Yaş boya kalınlığı = (70 / 35) x 100 = 200 mikron  
Yaş boya kalınlığı hesaplandıktan sonra 1 m<sup>2</sup> alan için gerekli boya miktarı L, mL, kg veya g cinsinden bulunur.  
mL cinsinden 1 m<sup>2</sup> alan için gerekli boya hacmi mikrometre cinsinden yaş boya kalınlığına eşittir. Bulunan değer 1.000'e bölünerek L cinsinden 1 m<sup>2</sup> alan için gerekli boya hacmi bulunur.  
1. Örnekte bulunan 200 mikrometre yaş boya kalınlığı 1 m<sup>2</sup> alan boyamak için 200 mL boya gerektiğini gösterir.  
Boyanın özgül kütle değeri kullanılarak 1 m<sup>2</sup> alan için gerekli boya kütlesi şu formülle bulunur:

**1 m<sup>2</sup> alan için gerekli teorik boya kütlesi = d x (1 m<sup>2</sup> alan için gerekli teorik boya hacmi)**

1. Örnekte kullanılan boyanın özgül kütle 2 g/mL olarak kabul edilirse bu durumda 1 m<sup>2</sup> alan için gerekli boya kütlesi  
1 m<sup>2</sup> alan için gerekli boya kütlesi = 2 x 200 = 400 g bulunur. Sonuç 1.000'e bölünerek kg cinsinden 1 m<sup>2</sup> alan için gerekli boya kütlesi bulunur.  
Yapılan hesaplardan bulunan sonuçlar zayıtın hiç olmadığı durumlardaki değerlerdir. Bu değerlere **teorik tüketim miktarı** denir. Zayıt oranı da hesaba katılarak bulunan değere ise **pratik tüketim miktarı** denir. Pratik tüketim miktarı her zaman teorik tüketim miktarından büyüktür. Pratik tüketim miktarı şu formül ile hesaplanır:

**Pratik tüketim miktarı = (Teorik tüketim miktarı) / (1 - zayıt yüzdesi)**

1. Örnekte %30 zayıt olduğu düşünülürse g ve mL cinsinden pratik tüketim miktarı  
g cinsinden pratik tüketim miktar = 400 / (1 - 0,30) = 400 / 0,70 = 571,4 g  
mL cinsinden pratik tüketim miktar = 200 / (1 - 0,30) = 200 / 0,70 = 285,7 mL bulunur.  
Bulunan sonuçlar 1.000'e bölünerek kg veya L birimine çevrilir ve sipariş edilmesi gereken boya miktarı, pratik tüketim miktarının m<sup>2</sup> cinsinden boyanacak toplam yüzey alanı ile çarpılmasıyla bulunur.

90

## 1.4.5. Yaş Boyada Akma ve Yayılma Testi

Yüzeylere estetik bir görünüm sağlamak ve koruyucu bir tabaka oluşturmak amacıyla boya uygulanır. Uygulama esnasında boyanın istenmeyen bir şekilde akması (Görsel 1.30), yayılması gibi sorunlar ortaya çıkabilir. Boyanın akması ve yayılması sonucu yüzeydeki boya deseni bozulma meydana gelir. Boya yüzeyde homojen biçimde dağılmaz. Boyanın akması, iş gücü ve zaman kaybına yol açar.



Görsel 1.30: Yaş boyada akma

Boyanın akma ve yayılma nedenleri şunlardır:

- Boyanın doğru oranda seyreltilmemesi
- Düşük kaliteli olması
- Doğru şekilde uygulanmaması
- Yüzeyin yeterince düzgün hazırlanmaması
- Kurumamış boyanın hava akımına maruz kalması

Boyanın akma ve yayılmasını önlemek için boyayı doğru oranda seyreltmek gerekir. Bu amaçla boya akışkanlığı kontrol edilmelidir. Uygulama için yüksek veya düşük viskozite değerlerine sahip boya kullanmak uygun değildir. Geç buharlaşan çözücülerle akışkanlığı ayarlamak, akma ve yayılma problemlerine neden olacağı için bu çözücüler kullanılmamalıdır.

Boyanın uygulanacağı yüzeyin doğru şekilde hazırlanması ve doğru ekipmanların doğru şekilde kullanılması gerekir. Boya tabancası ile yapılan uygulamalarda hava basıncının doğru ayarlanması ve tabanca uygulama mesafesinin doğru biçimde belirlenmesi gerekir. Kurumaya bırakılmış yaş boyanın kuvvetli hava akımına maruz kalması akma ve yayılma kusuruna neden olur. Akma ve yayılma kusurları hem gözle hem de aletsel olarak değerlendirilir.

45

Madde imi kullanılan bölümü gösterir.

Ölçme ve değerlendirilmeyi gösterir.

## 1. ÖĞRENME BİRİMİ ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki sorularda doğru cevabı işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi kalitenin tanımlarından biri **değildir**?

- A) Kusursuz ürünün yaratılmasıdır.
- B) Bütün üretim hatalarının ortadan kaldırılmasıdır.
- C) İstenen özelliklere uygunluktur.
- D) Standartlara uygunluktur.
- E) Satış miktarının artırılmasıdır.

2. Bir kuruluşun üst düzey yetkilileri tarafından kalite konusunda belirlenen amaç aşağıdakilerden hangisi ile adlandırılır?

- A) Kalite politikası
- B) Kalite hedefleri
- C) Kalite kontrol
- D) Kalite güvence
- E) Kalite yönetimi

3. Ekonomik yönden etkinlik sağlayabilmek ve üretimin çeşitli aşamalarındaki olumsuzlukları gidermek için yapılan işlem ve uygulama denetimlerine ne ad verilir?

- A) Kalite hedefleri
- B) Kalite yönetimi
- C) Kalite kontrol
- D) Kalite sistemi
- E) Toplam kalite yönetimi

4. Belirli bir hizmeti veya işlemi yapabilecek bir acente, şirket veya kişinin yetkili kılınmış bir kurum ile belgelendirilmesine ne ad verilir?

- A) Akreditasyon
- B) Kurumsallaşma
- C) Ölçeklendirme
- D) Projelendirme
- E) Standardizasyon

52



# 1

ÖĞRENME  
BİRİMİ

## YAŞ BOYA ÖZELLİKLERİ VE TESTLERİ





## KONULAR

### 1.1. YAŞ BOYANIN ÖZELLİKLERİ

### 1.2. VİSKOZİTE VE TANECİK BÜYÜKLÜĞÜ

### 1.3. YAŞ BOYADA KATI MADDE TESTİ

### 1.4. YAŞ BOYADA KURUMA, AKMA-YAYILMA, ÖRTME, KÜL VE ÇÖKME TESTİ

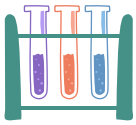
### 1.5. DEPOLAMA STABİLİTESİ TESTİ

## TEMEL KAVRAMLAR

- Depolama
- Kalite kontrol
- Katı madde
- Stabilite
- Viskozite
- Westphal terazisi

## HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Bir yüzeyi boyamak için kullanılacak boyanın hangi özelliklere sahip olmasını istersiniz? Sınıfta arkadaşlarınızla tartışınız.
2. Kalite kontrol testlerinin yapılmasının avantajları sizce nelerdir?



## 1.1. YAŞ BOYANIN ÖZELLİKLERİ

Üretilen boya, uygulanacağı yüzeye ve bulunduğu ortama göre belirli kalite ölçütlerine sahip olmalıdır. Boyanın istenen ölçütleri sağlaması, kalite kavramı ile doğrudan ilgilidir.

### 1.1.1. Kalite

Dünya ekonomisinin küreselleşmesi, hızlı teknolojik gelişmeler ve toplumsal değer yargılarında meydana gelen gelişmeler kalitenin farklı şekillerde tanımlanmasına neden olmuştur. Verimlilik kavramının tanımlanmasında olduğu gibi kalite kavramının tanımlanmasında da hâlâ bir birlik sağlanabilmiş değildir.

Genel olarak **kalite**; müşteri isteklerinin tatmini, operasyon performansının iyileştirilmesi, maliyetlerin düşürülmesi vb. amaçlar için kullanılan stratejik bir yönetim aracı şeklinde tanımlanabilir.

Kalitenin içerdiği kavramlar şunlardır:

**Kalite Politikası:** Bir kuruluşun en üst yetkilileri tarafından kalite konusunda belirlenmiş amaç ve idaredir.

**Kalite Hedefleri:** Firma yönetimi tarafından belirlenen, kalite politikasıyla tutarlı olarak ortaya konulan ve rakamsal olarak ulaşılabilir bir beyandır.

**Kalite Kontrol:** Ekonomik yönden etkinlik sağlayabilmek ve üretimin çeşitli aşamalarındaki olumsuzlukları gidermek için yapılan işlem ve uygulama denetimleridir.

**Kalite Güvencesi:** Müşteri memnuniyetini sağlamak için yapılan planlı ve sistematik faaliyetlerin tümüdür.

**Kalite Yönetimi:** Kalite politikasının uygulanması amacıyla gerekli faaliyetlerin gerçekleştirilmesidir.

**Kalite Sistemi:** Kalite yönetiminin gerçekleşmesi için gerekli araç, yöntem, akış, sorumluluk ve yapısal organizasyondur.

**Toplam Kalite Yönetimi:** Çalışanların bilgilendirilip yetkilendirildiği ve takım çalışmalarıyla tüm süreçlerin sürekli iyileştirilmesini hedef alan yönetim felsefesidir.

**Standart:** Bir fikir birliği sonucunda oluşturulmuş ürün, hizmet veya yönetime ilişkin gereklilikleri tanımlayan ve yetkili bir organ tarafından belirlenen dokümandır.

**Akreditasyon:** Belirli bir hizmeti veya işlemi yapabilecek bir acente, şirket veya kişinin yetkili bir kurum tarafından belgelendirilmesidir.

**Belge Veren Kuruluş:** Bir kuruluşun kalite sisteminin ilgili standartlara uygunluğunu ve uyumunu saptayan, akredite olmuş kuruluştur.

#### 1.1.1.1. Kalite Kavramının Tarihsel Gelişimi

Kalitenin tarihsel gelişimini dört başlık altında incelemek mümkündür.

##### Birinci Aşama: Muayene

- Ürün imalatının ilk döneminde kalite anlayışı açısından ilk basamaktır.
- Ürünlerin kontrolü yapılarak hatalar tespit edilir.
- Tüketicie hatalı ürünlerin ulaşması engellenir.
- Düşük kalitenin nedenlerinin araştırılmaması maliyet artışına neden olur.

## İkinci Aşama: Kalite Kontrol

- Sanayileşme sonrasında artan seri üretim ve ürün çeşitliliği, kalite kontrole geçişi ve sayısal verilerin kullanılmasını zorunlu hâle getirmiştir.
- Muayene, son kontrolden ara kontrole ve giriş kontrolüne kadar genişletilir.
- Kalite kontrolü sürecinde elde edilen veriler, istatistiksel metotlar ile değerlendirilerek yorumlanır.
- İstatistiksel verilerle kalite kontrol standartları oluşturulur ve kalite kontrol daha bilimsel olarak yapılır.

## Üçüncü Aşama: Kalite Güvencesi

- Mal ve hizmetlerin kalite standartlarına uygun üretilerek müşteri beklentilerini karşılaması için yapılan sistematik çalışmalar bütünüdür.
- Karmaşık ve hassas olan ürünler kaliteye verilmesi gereken önemi artırmıştır.
- Artan önem, kalite ile ilgili standartların oluşumunu sağlar.

## Dördüncü Aşama: Toplam Kalite

- Kalite çalışmalarına üst yönetim ile tüm çalışanların katılımı sağlar.
- Tüm süreçlerde kalite göz önünde bulundurulur.

### 1.1.2. Kalite Yönetim Sistemi

Üretim yapan firmaların ulusal ve uluslararası ölçekte dünya ülkeleri ile aynı seviyede olması gerekir. Bunun için de piyasa ekonomisine ve şartlarına ayak uydurmak ve gelişen teknolojiyi takip ederek üretimde belirli standartlaşmayı sağlamak zorunludur. Türkiye’de gerekli standartlara uygunluk gösteren ürünler şu sembolleri taşır:

**CE Markası:** Ürünün hayvan, çevre ve insan sağlığına zararlı olmadığını gösteren semboldür.

**TSE Markası:** Ürünün ilgili Türk standardına uygun olarak imal edildiğini gösteren semboldür.

**TSEK Markası:** Türk standartlarında bulunmayan konularda diğer ülkelerin millî standartları ve teknik literatürleri esas alınarak ürünün Türk Standartları Enstitüsü tarafından kabul edildiğini gösteren semboldür.

### 1.1.3. Kalite Güvence Standartları

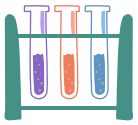
ISO, dünya çapında standartları geliştirmek, uluslararası iletişimi ve iş birliğini artırmak ve uluslararası ticaretin adil büyümesini teşvik etmek amacıyla kurulmuştur.

TS-ISO 9000 standartları; beş kalite kavramı olan kalite politikasını, kalite yönelimini, kalite sistemini, kalite kontrolünü ve kalite güvencesini tanımlar. TS-ISO 9000; verilen 3 modelin 9001, 9002, 9003’ün kullanım kurallarını içerir.

**TS-ISO 9001:** Ürünün geliştirilmesi, tasarımı, üretimi, kurulumu, çalıştırılması ve servis işlemlerine kadar imalatın tüm noktaları ile ilgili kalite güvence standardıdır.

**TS-ISO 9002:** Ürünün üretimi ve kurulması ile ilgili ve özellikle uzun tek bir prosesi veya çok sayıda prosesi olan firmaların kalite güvence standardıdır.

**TS-ISO 9003:** Basit imalat işlemleri yapan veya müşterilerine üretim süreçlerine ilişkin kalite güvencesi vermek isteyen firmalar için sadece test aşamalarını içeren bir kalite güvence standardıdır.



**TS-ISO 9004:** Bu standart; diğer standartlardan farklı olarak TS-ISO 9000 başvurusunda temel olması gereken, kalite yönetim felsefesi ve politikaları için rehberlik yapacak olan noktaları açık bir şekilde ifade eder.

### 1.1.4. Kalite Kontrolün Boya İmalatındaki Önemi

**Kontrol**, önceden belirlenmiş kurallar çerçevesinde bir faaliyetin hedeflenen amaçlarını sağlama mekanizması olarak tanımlanır. **Kalite kontrol** ise üretim sürecinin gözlenmesini ve yetersiz performansa yol açan nedenlerin ortadan kaldırılmasını amaçlayan işlemlerin ve uygulama tekniklerinin bütünüdür.

Boya kullanıcılarının boyayla ilgili beklentileri; renk, görünüm, yapışma, sertlik, dayanıklılık, direnç vb. özellikleriyle ilgilidir. Boya sektöründe kalite yönetiminden söz ederken sadece boya üretim tesisini hedef alan bir kalite sağlama yaklaşımı doğru değildir. Boyanın uygulanması sırasında da kalite güvenilirliğini sağlayacak biçimde kalite yönetim sisteminin oluşturulması gerekir.

### 1.1.5. Boya Kalite Kontrol Ekipmanları

Boyanın üretim aşaması, uygulama ve uygulama sonrası çeşitli özellikleri kalite kontrol ekipmanları ile ölçülür.

#### Etüv

Etüv; ısıtma, kurutma ve sterilizasyonda kullanılan laboratuvar cihazıdır (Görsel 1.1). Farklı hacimlerde çeşitleri olan etüvün sıcaklığı, 60 °C ile 250 °C arasında ayarlanabilir. Etüv, yaş boyada bulunan katı madde analizinde ve numunelerin kurutulmasında kullanılır.

#### Refraktometre

Refraktometre; gıda, eczacılık ve boya sektörü alanında kullanılan bir cihazdır. Katı veya sıvı maddelerin kırılma indisini ölçer. Refraktometrenin Abbe refraktometresi (Görsel 1.2) ve el refraktometresi (Görsel 1.3) olmak üzere iki çeşidi vardır. Refraktometre, boya sektöründe solventlerin kalite kontrolünde kullanılır.



Görsel 1.1: Etüv



Görsel 1.2: Abbe refraktometresi



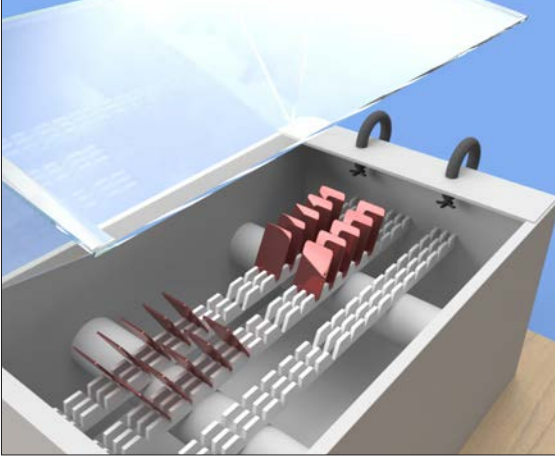
Görsel 1.3: El refraktometresi

**Tuz Testi Makinesi**

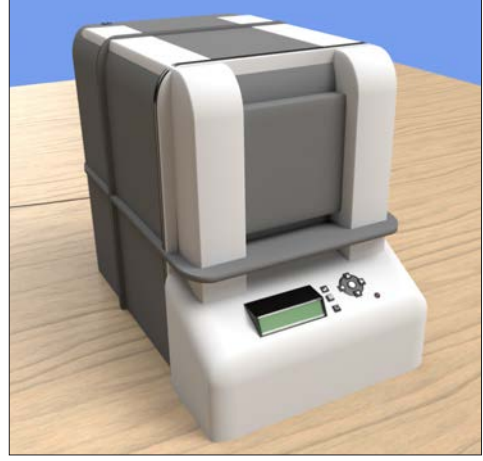
Tuz testi makinesi, kaplama ve boya ların korozyon performanslarının belirlenmesinde en çok kullanılan cihazdır (Görsel 1.4). Test süresi, boya kaplamasının cinsine bağlı olarak 8 ila 3.000 saat arasında değişir. Korozyon testinde %5'lik sodyum klorür (NaCl) çözeltisi, kaplama ve boya yüzeyine püskürtülerek deniz atmosferi benzeri bir korozif ortam oluşturulur.

**X-Işınları Floresans Spektrofotometresi**

X-ışınları floresans (XRF) spektroskopi cihazı numunelerde bulunan element içeriğini belirlemede kullanılan cihazdır (Görsel 1.5). Atom numarası 9 ile 92 arasında olan elementlerin kalitatif ve kantitatif analizini yapar.



Görsel 1.4: Tuz testi makinesi



Görsel 1.5: X-ışınları floresans spektrofotometresi

**Yüzey Pürüzlülük Ölçüm Cihazı**

Yüzey pürüzlülük ölçüm cihazı, kumlama vb. yöntemlerle temizlenen yüzeylerin pürüzlülüğünü ölçen elektronik cihazdır (Görsel 1.6). Bu cihaz, yüzeydeki pürüzlerin yükseklik ve derinlik değerlerini ölçer.

**Boya Kalınlığı Ölçüm Cihazı**

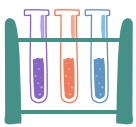
Boya kalınlığı ölçüm cihazı; manyetik, iletkenlik ve ultrasonik yöntemlerle malzeme üzerinde bulunan kaplama ve boya kalınlığını ölçmek için kullanılır (Görsel 1.7).



Görsel 1.6: Yüzey pürüzlülük ölçüm cihazı



Görsel 1.7: Kaplama ve kalınlık ölçüm cihazı



### Parlaklık Ölçüm Cihazı (Glossmetre)

Parlaklık ölçüm cihazı, yüzey parlaklığını ölçmek için kullanılan cihazdır (Görsel 1.8). Büyük boyuta sahip renkli ürünlerde renk ve parlaklığın homojen olduğunu doğrulamak için kullanılır. Yüzeğe çarpan bir ışık demetinin yansımaları glossmetre ile ölçülür ve çıkan sonuç sayısal veri ile ifade edilir.

### Parçacık Boyutu Ölçüm Cihazı

Kimyasal maddelerin dayanıklılık, kimyasal reaktiflik, opaklık, akışkanlık vb. özellikleri malzemelerin içindeki katı parçacık boyutlarına bağlıdır. Parçacık boyutu ölçüm cihazı, ışığın ortam içerisinde kırılmasını ve geçirgenliğini kullanarak küçük katı taneciklerin boyutlarını ölçen cihazdır (Görsel 1.9).



Görsel 1.8: Parlaklık ölçüm cihazı



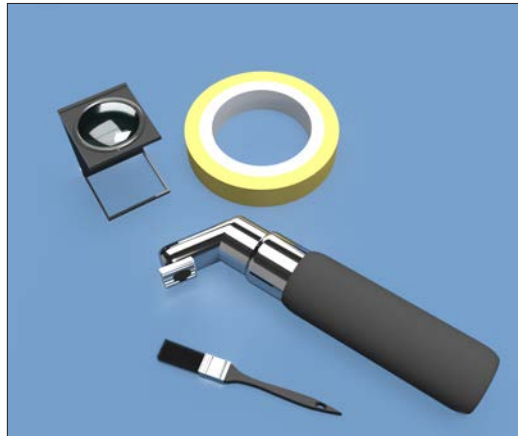
Görsel 1.9: Parçacık boyutu ölçüm cihazı

### Boya Yapışma Test Ekipmanları

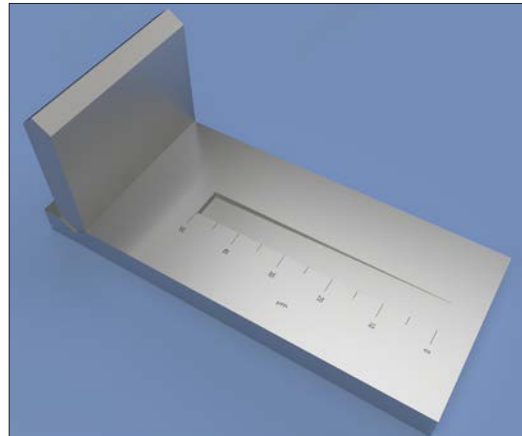
Boya yapışma test ekipmanları, yüzeye uygulanan boyanın yapışma (adhezyon) gücünü test etmek için kullanılan kalite kontrol ekipmanlarıdır (Görsel 1.10). Bu test kitinin içeriğinde kesme bıçağı, bıçak tutucu, temizleme fırçası, ışıklı büyüteç ve rulo bant bulunur.

### Grindometre

Grindometre, boya üretim sürecinde pigment taneciklerinin istenen mikron büyüklüğünde olup olmadığını belirlemek için kullanılan ölçüm ekipmanıdır (Görsel 1.11).



Görsel 1.10: Boya yapışma test ekipmanları



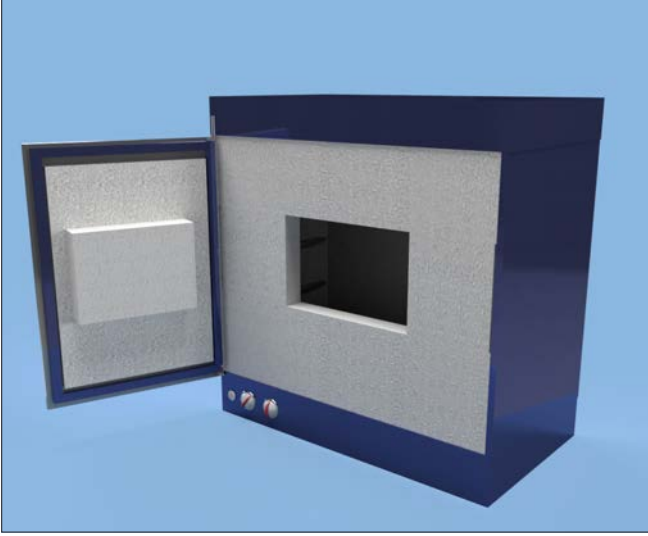
Görsel 1.11: Grindometre

### Kül Fırını

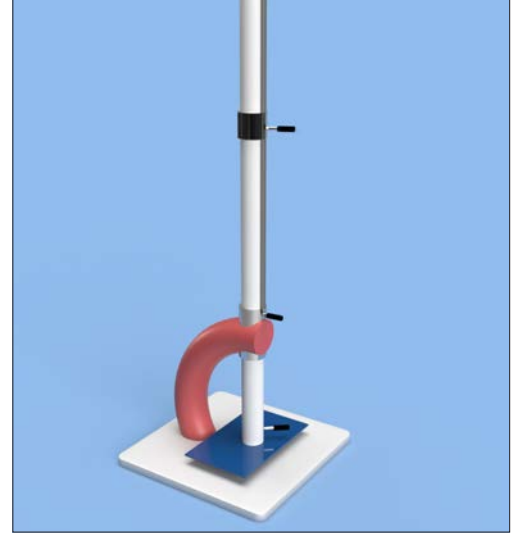
Kül fırını, tüm kalite kontrol laboratuvarlarında gravimetrik analiz için kullanılan ve yüksek sıcaklıklarda çalışan bir cihazdır (Görsel 1.12). Bu cihaz, boya içinde yanmayan inorganik maddelerin tayininde kullanılır.

### Boya Darbe Testi Cihazı

Boya darbe testi cihazı, boya ve kaplamaların dış kuvvete karşı direncini ölçmek için kullanılan ekipmandır (Görsel 1.13). Boyanın dış kuvvete karşı direncini kontrol etmek amacıyla belirli bir kütlenin artan yüksekliklerden numune üzerine düşürülmesiyle test gerçekleştirilir.



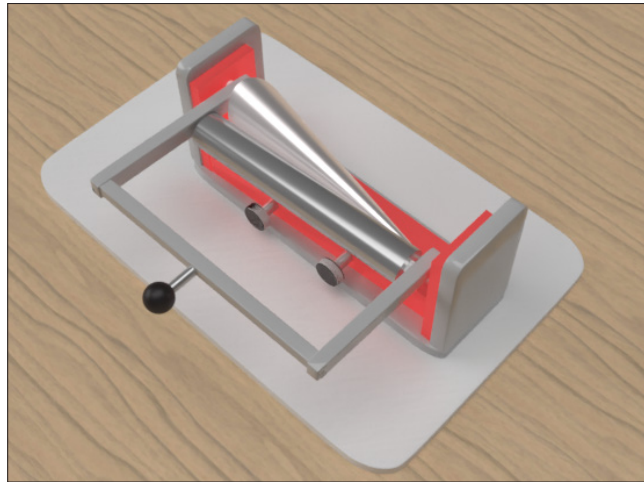
Görsel 1.12: Kül fırını



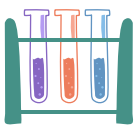
Görsel 1.13: Boya darbe testi cihazı

### Boya Bükme Testi Cihazı

Boya bükme test cihazı; boya ve kaplamaların elastikiyetini, kırılma direncini, uzamasını ve yüzeyden ayrılma direncini belirlemek için kullanılan ekipmandır (Görsel 1.14). Test panelleri, konik şeklindeki mandrel etrafında bükülerek test gerçekleştirilir.



Görsel 1.14: Boya bükme test cihazı



### Katı Parçacık Konsantrasyonu Ölçüm Cihazı

Katı parçacık konsantrasyonu ölçüm cihazı, herhangi bir çözeltinin içinde dispers hâldeki iyonize katı parçacıklarının konsantrasyonunu gösteren cihazdır (Görsel 1.15). Bu cihazla özellikle ortamda dağılmış iyonize katıların elektriksel iletkenliği bulunur. Bu doğrultuda ortaya çıkan elektriksel iletkenlik ölçülerek iletken katı derişimi belirlenir.



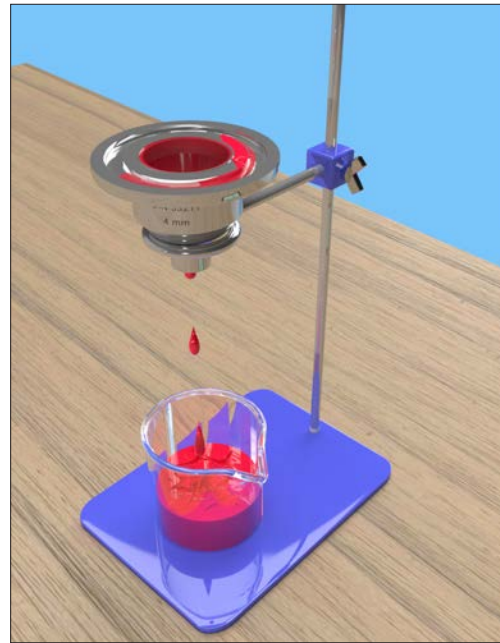
Görsel 1.15: Katı parçacık konsantrasyonu ölçüm cihazı

### Viskozite Test Cihazları

Boya üretim ve uygulamalarında viskozite ölçümleri yapılır. Bu ölçümleri otomatik yapan cihazlar ve manuel sistemler vardır (Görsel 1.16 ve 1.17). Viskozitesi düşük olan sıvıların akış hızı kısadır. Akış hızı ölçüm sonuçları tablolar yardımı ile viskozite değerine dönüştürülür. Boya gibi viskozitesi yüksek sıvılarda viskozite ölçümü rotasyonel ölçüm cihazları ile yapılır.



Görsel 1.16: Otomatik viskozite ölçüm cihazı

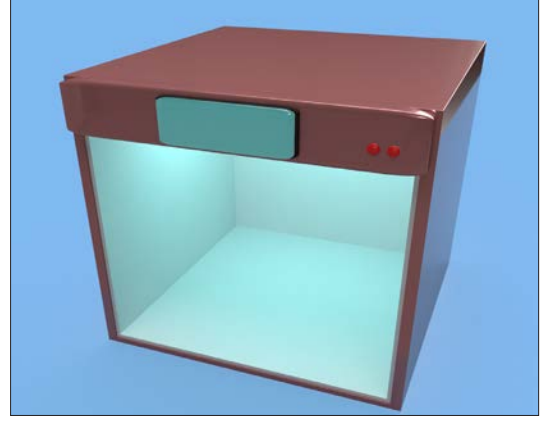


Görsel 1.17: Akış hızı test cihazı



**Işık Kabini**

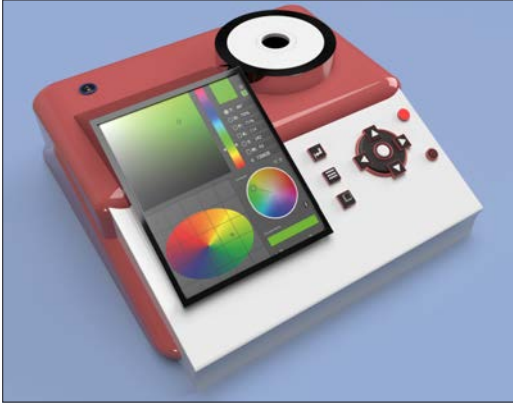
Belirli bir ışık kaynağı altında farklı renklerin aynı görünmesine **metamerizma** denir. Renk bileşenlerinin uygun oranda olması durumunda aynı renk birkaç farklı şekilde oluşturulabilir ancak farklı bir ışık kaynağında bu bileşenlerin etkileri farklı olacağından renkler farklı görünebilir. Örneğin güneş ışığı altında aynı görünen iki renk, floresan ışığı altında farklı görünebilir. Işık kabini, ürünler üzerinde doğrudan görsel renk karşılaştırmaları yapılmasını sağlayan cihazdır (Görsel 1.18).



Görsel 1.18: Işık kabini

**Renk Ölçüm Cihazları**

Boya üretiminde renk ölçümü için spektrofotometre (Görsel 1.19) ve kolorimetre (Görsel 1.20) kullanılır. Spektrofotometre çözelti içinden geçirilen ışığın absorbansını ölçer. Kolorimetre ile yüzeyden yansıyan ışık ölçülür. Ölçülen değerler sayısal olarak renk tanımında kullanılır.



Görsel 1.19: Spektrofotometre



Görsel 1.20: Kolorimetre

**Pendulum Cihazı**

Boyanın sertlik ölçümünde pendulum (sarkaç) cihazı kullanılır (Görsel 1.21). Cihazın içinde bulunan sarkaç, boya numunesi üzerinde salınım hareketi yapar. Boyanın sertliği, sarkacın sönümlenme süresine bağlıdır.

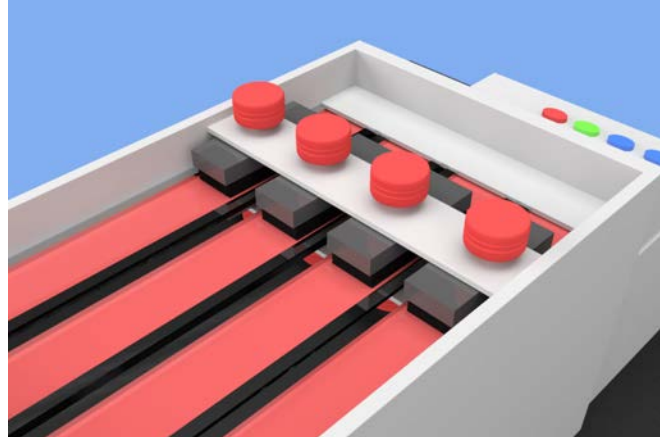


Görsel 1.21: Pendulum cihazı



### Yaş Ovalama Test Cihazı

Yaş ovalama test cihazı; boya veya kaplamaların üzerinde kuru ya da yağ ovalamaya bağlı olarak oluşan çizilme, aşınma, renk değişimi ya da parlaklık kaybını belirlemek için kullanılan cihazdır (Görsel 1.22). Bu cihaz, genel kullanıma ya da temizleme işlemlerine bağlı gündelik aşınmaları canlandırır.



Görsel 1.22: Yaş ovalama test cihazı

### 1.1.6. Uçucu Organik Bileşikler

Boya üretiminde kullanılan reçine ve pigmentler boyanın buharlaşmayan kısmını oluşturur. Boyanın içinde bulunan su, tiner vb. solvent ve bazı katkı maddeleri uçucu özelliklere sahiptir. Boyanın karıştırılması, uygulanması ve kuruması sırasında uçucu bileşenler buharlaşarak bulunduğu ortama dağılır.

Uçucu organik bileşikler [VOC (Volatile Organic Compounds-Volatil Organik Kampaunds)], karbon ve hidrojen içerikli olan ve kaynama noktaları 50 °C ile 260 °C arasında değişen kimyasal maddelerdir. Boya, cila, temizlik malzemeleri, böcek ilaçları, boya sökücü, inşaat malzemeleri, mobilya, ofis ekipmanları (fotokopi, yazıcı vb.), düzeltme sıvıları, karbonsuz kopya kâğıdı, tutkal, yapıştırıcı, kalıcı tahta kalemleri, fotoğraf solüsyonları vb. birçok ürün uçucu organik bileşik içerir. Bu kimyasallar buharlaşma ile yayılarak canlıların sağlığını olumsuz şekilde etkiler.

Uçucu organik bileşikler, azot oksitlerle güneş ışığı altında reaksiyona girerek ozon (O<sub>3</sub>) oluşumuna neden olur. Yer seviyesinde oluşan ozon; astım, bronşit vb. solunum rahatsızlıklarına neden olur.



Boya sanayisinde uçucu organik bileşen miktarı iç ortamda, dış ortama göre genellikle 10 kata kadar daha yüksek görülmektedir. Hava ortamında en yaygın gözlenen uçucu organik bileşik; benzen, toluen, etil benzen ve ksilendir (BTEX).

**Benzen:** Mum, reçine, yağ, mürekkep, boya yapımında ve plastik çözücü olarak kullanılır. Motor yakıtlarına bileşen olarak ilave edilir. Ayrıca kimya endüstrisinde deterjan, patlayıcı, ilaç ve boya maddelerinin üretiminde kullanılır.

İnsanların benzene solunum yoluyla maruz kalması baş dönmesi, uyuşukluk, baş ağrısı, göz, cilt ve solunum yolu tahrişi ile yüksek seviyelerde bilinç kaybına neden olur. Çalışma ortamında benzene uzun süre maruz kalınması hâlinde çeşitli kan hastalıkları meydana gelir.

**Toluen:** Renksiz, yanıcı, su içinde az çözünen ve çözücü olarak kullanılan organik sıvıdır. Boya, kaplama, sentetik koku, yapıştırıcı, mürekkep yapımında ve temizlik maddelerinde çözücü olarak kullanılır.

Canlıların solumayla toluene maruz kalması, merkezî sinir sistemi hasarlarına neden olur. Toluen solunması sonucu ortaya çıkan belirtiler yorgunluk, uyku hâli, baş ağrısı ve mide bulantısı olarak görülür.

**Etil benzen:** Benzin gibi kokan renksiz bir sıvıdır. Stiren ve asetofenon üretiminde ham madde olarak kullanılır. Ayrıca boya endüstrisinde ve diğer kimyasal maddelerde çözücü olarak kullanılan bir maddedir.

Etil benzene kısa süre maruz kalmak boğaz tahrişine, nefes daralmasına, gözlerin tahrişine, baş dönmesine; uzun süre maruz kalmak kan değerlerinin bozulmasına neden olur.

**Ksilen:** Orto, meta ve para olmak üzere üç izomeri bulunur. Aromatik bir kokuya sahip, suda kısmen çözünen renksiz bir sıvıdır. Etil benzen üretiminde, boya ve kaplama ürünlerinde çözücü olarak kullanılır.

Ksilene solunum yoluyla kısa bir süre maruz kalınması sonucunda göz, burun ve boğazda tahriş; indirim sistemi bozuklukları ve gözlerde yanma meydana gelir. Ksilenin uzun süre solunması hâlinde merkezî sinir sistemini ilgilendiren sorunlar ortaya çıkabilir.

### 1.1.7. SEA Yönetmeliği

Maddelerin ve karışımların (Sınıflandırma, Etiketleme ve Ambalajlama Hakkında Yönetmelik) yazılı talimatlarına **SEA Yönetmeliği** denir. Bu yönetmelik; kimyasalların sınıflandırılma, etiketlenme ve ambalajlanma basamaklarının ülkemizde küresel ölçekte standartlara uygun olarak yapılmasını amaçlar. Böylece insana ve çevreye en az zararı verecek kimyasalların kullanılması veya gerekli önlemlerin alınması, tüm ülkelerde standart kurallar altında sağlanır. Uluslararası kimyasal madde dolaşımı sırasında karşılaşılan ülkeler arası farklı sınıflandırma, etiketleme ve ambalajlamanın önüne geçilmiş olur ve dolaşım sorunsuz olarak gerçekleşir.

### 1.1.8. Risk ve Güvenlik Etiketleri

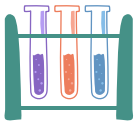
Kimyasal maddeler isimlerini, formüllerini, belirgin fiziksel ve kimyasal özelliklerini, zarar verebilecek niteliklerini, taşınmaları durumunda dikkat edilmesi gereken hususları, içerdikleri safsızlıkları vb. unsurları açıkça belirtecek şekilde etiketlenir. Bu durum uluslararası kurallar ve antlaşmalar çerçevesinde, üretici firmaların uyması gereken yükümlülük hâline getirilmiştir.

Etiket, bir kimyasalın zararlarını ve bu zararlara karşılık alınacak önlemleri öğrenmek için başvurulacak en uygun araçtır. Bu nedenle bir etiket; okuyana mesajını hızlı, açık, sade, anlaşılır bir şekilde sunmalıdır.

Yetersiz bilgi ve yetkiye sahip kişilerce yapılan yanlış veya eksik etiketleme kullanıcıların yetersiz bilgilendirilmesine, iş kazalarına ve mesleki hastalıklara neden olur. Kimyasalla ilgili eksik ya da yanlış bilgi verilmesi, yetersiz önlem alınmasına ve kişilerin zarar görmesine yol açabilir. Aynı zamanda yanlış ambalaj seçimine, uygun olmayan depolama ve taşıma biçimlerine, üretim esnasında yanlış yöntem seçimine de yol açarak hem kaza oluşum potansiyeline hem de planlanandan daha yüksek işletme maliyetlerine neden olabilmektedir.

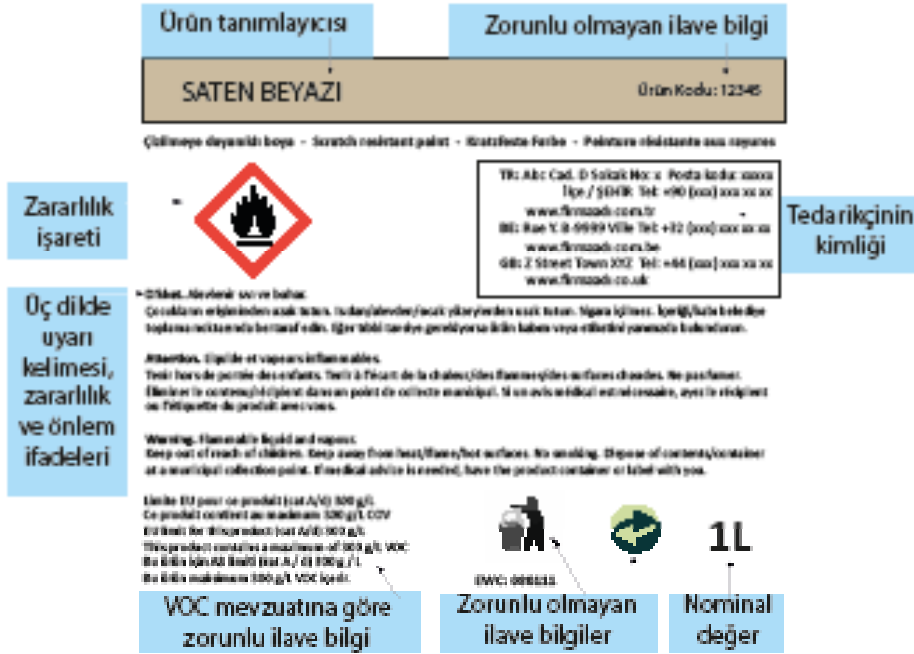
Kimyasal maddelerin etiketinde bulunması gereken bilgiler ve uyarılar şunlardır:

- Kimyasalın adı
- Katalog ve sipariş numarası
- Kalitesinin veya özel kullanım alanının belirtilmesi
- Alternatif ismi
- Ampirik formülü ve yapı formülü
- Özel "CAS" kayıt numarası
- Mol kütlesi ve bir litresinin kütlesi
- Önemli fiziksel ve kimyasal özellikleri
- Zararlılık (H) ve önlem (P) ifadeleri
- Özel uyarı sembol veya işaretleri
- İndeks kod numarası (EC-No)



- Avrupa genelinde envanter kayıt numarası (EINECS-No)
- Ülke içinde ve ülkeler arası taşıma kodları
- Zararlı kimyasalların paketlenme kategorileri
- Depolanma sınıf kodu
- Kimyasalın özelliklerine yönelik standart başvuru kaynakları
- Üretici firma ile bağlantı / iletişim kodu
- Paketlenmiş kimyasalın bulunduğu kabın türü ve miktarı

Örnek bir etiketleme Görsel 1.23'te gösterilmiştir.



Görsel 1.23: Boya etiket örneği

### 1.1.9. Tehlike (H) ve Önlem (P) Kodları

Birleşmiş Milletler tarafından Küresel Uyumlaştırma Sistemi (GHS) geliştirilmiştir. GHS'ye göre tehlike zarar kodları (H) ve önlem kodları (P) kullanılır.

**H Kodları:** Kimyasalların taşıdıkları özel risk faktörleri hakkında kullanıcıyı bilgilendirmek amacıyla etiketlerine tehlike (H) kodları konur. Bu kodların amacı, başta insan sağlığına ve çevreye yönelik olası tehlikelerin önlenmesine veya asgari seviyeye indirilmesine yardımcı olmaktır. Yeni bilimsel bulguların ışığında ve yeni "H" kodlarına gerek duyuldukça ilaveler yapılır.

Kimyasal maddelerin üzerinde bulunan "H" kodları; maddenin patlayıcı veya yanıcı olduğunu, çevre kirliliği meydana getirdiğini ve maddeye maruz kalınması hâlinde sağlığa zarar verdiğini gösteren bilgiler içerir.

**P Kodları:** Söz konusu riskleri ortadan bütünüyle kaldırmak veya asgari düzeye indirmek için alınması gereken önlemleri belirten güvenlik kodlarıdır. Yeni bilimsel bulguların ışığında ve yeni "P" kodlarına gerek duyuldukça ilaveler yapılır.

Kimyasal maddelerin üzerinde bulunan "P" kodları; kimyasal maddenin muhafaza edilme şeklini, nakledilme ve taşıma sürecini, alınması gereken tedbirleri, sağlık açısından yapılması gerekenler ile bertaraf edilme yöntemlerini gösteren bilgiler içerir.

SEA Yönetmeliği ile kimyasalların etiketleme sistemi yeni görsel uyarılar ile güncellenmiştir (Görsel 1.24).



Görsel 1.24: SEA Yönetmeliği'ne uygun kimyasal uyarı işaretleri

### 1.1.10. Yaş Boya Özelliklerini Gözle İnceleme

Yaş boyanın gözle incelenmesi, boyanın kullanılabilirliği hakkında önemli bilgiler elde edilmesini sağlar.

**Kaymaklaşma:** Ambalajı içinde bulunan boyanın yüzeyinde kaymak tabakası olup olmadığı, varsa bu tabakanın kalınlığı, sertliği veya yumuşaklığı tespit edilir. Eğer kaymaklaşma varsa ve çok kalın değilse kaymak tabakası bozulmadan alınır ve boya süzöldükten sonra kullanılır.

**Jel Oluşumu:** Boyanın kıvamı gözle kontrol edilerek jelleşme olup olmadığı belirlenir. Jelleşme olan bir boyayı karıştırarak akıcı hâle getirmek mümkün değildir. Öte yandan jelimsi görünümü olan ve karıştırıldığında akışkan hâle gelen (tikotropik) boyalar da mevcuttur. Kötü koşullarda uzun süre depolama, yanlış inceltici kullanımı, doğru yapılmayan karışım, yanlış ambalajlama ve raf ömrünün doldurma jelleşmeye neden olur.

**Faz Ayrışması:** Boya içinde pigment ve dolgu maddeleri bulunur. Bu maddeler uzun süre bekletme, viskozitenin azalması ve yüksek yoğunluklu madde kullanımı nedeniyle boya içinde faz hâlinde birbirlerinden ayrılabilir. Bu ayrılmanın olup olmadığı göz ile kontrol edilir.

Yaş boya içinde pigment ve dolgu maddelerinin çökmemesi için boyayı kullanmadan önce yüksek devirli karıştırıcı ile iyice karıştırmak, viskoziteyi doğru ayarlamak ve boya reçetesini doğru yapmak gerekir.

**Çökme:** Boyada çökme olup olmadığı bir spatula ile kontrol edilir. Çökme varsa oluşan çökmenin niteliği, sert veya yumuşak çökme olarak belirtilir. Çökme yapan bir boya, boyanın çöken kısmı iyice karıştırılıp homojenize edilmeden kullanılmamalıdır. Bu işlem sırasında çökmenin niteliği kolay karıştırılabilir, zor karıştırılabilir veya karıştırılamaz olarak belirtilmelidir.

**Kabuklaşma:** Boya üretimi esnasında kabuk önleyici kullanılmaması veya çok fazla kurutucu kullanımı, ambalaj kapağının iyi kapatılmaması, az miktarda boyanın büyük ambalajda depolanması kabuklaşmaya neden olur.

**Yabancı Maddeler:** Aplikatör, tabanca vb. uygulama aparatı ile yapılan uygulama sonucunda yüzeyde gözlenen haricî taneciklere göre boya içinde yabancı madde olup olmadığı ve süzme yapılıp yapılmayacağı tespit edilir.



#### 1.1. UYGULAMA

##### YAŞ BOYANIN GÖZLEMLENMESİ

**Amaç:** Yaş boyanın özelliklerini gözlemek.

**Araç Gereç:** Cam çubuk, ambalajlanmış boya, kullanılmış ve bekletilmiş boya.

##### Sağlık, Çevre ve Güvenlik Önlemleri

Bu çalışmayı, kesinlikle solvent bazlı boyalarla **yapmayınız**. Çalışma koşullarına uygun kişisel koruyucu ekipmanlar kullanınız. Ortaya çıkan kontamine atıkları, ilgili yönetmeliklere uygun şekilde ortamdaki uzaklaştırınız.

- Laboratuvar çalışmaları süresince işlem basamaklarına, güvenliğe ve temizliğe dikkat ediniz.

##### Değerlendirme

Performansınız, uygulama sonunda verilen kontrol listesine göre öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir.

##### Görev

Bu uygulamada sizden yaş boyanın gözlenmesi testlerini aşağıda verilen işlem basamakları doğrultusunda yapmanız beklenmektedir.

##### İşlem Basamakları

1. Boya ambalajında boş hacmin olup olmadığını inceleyiniz.
2. Yaş boyada kaymaklaşma olup olmadığını kontrol ediniz.
3. Yaş boyada jelleşme olup olmadığını kontrol ediniz.
4. Yaş boyada faz ayrışması olup olmadığını kontrol ediniz.
5. Yaş boyada çökme olup olmadığını kontrol ediniz.
6. Yaş boyada yabancı madde olup olmadığını kontrol ediniz.
7. Boya ambalajındaki etiket bilgilerini kontrol ediniz.
8. İşlem basamaklarında elde ettiğiniz bulguları ve gözlemlerinizi neden-sonuç ilişkisi çerçevesinde rapor hâline getiriniz.

##### YAŞ BOYANIN GÖZLEMLENMESİ UYGULAMASI KONTROL LİSTESİ

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	Evet	Hayır
1. Laboratuvar güvenlik kurallarına uygun koruyucu kıyafetler giydi.		
2. Boya ambalajında boş hacmin olup olmadığını inceledi.		
3. Yaş boyada kaymaklaşma olup olmadığını kontrol etti.		
4. Yaş boyada jelleşme olup olmadığını kontrol etti.		
5. Yaş boyada faz ayrışması olup olmadığını kontrol etti.		
6. Yaş boyada çökme olup olmadığını kontrol etti.		
7. Yaş boyada yabancı madde olup olmadığını kontrol etti.		
8. Boya ambalajındaki etiket bilgilerini kontrol etti.		
9. Çalışma ortamını temizledi.		
10. Rapor hazırladı.		
"Hayır" olarak işaretlenen ölçütler için ilgili kısımları tekrar ediniz.		

## 1.2. VİSKOZİTE VE TANECİK BÜYÜKLÜĞÜ

Sıvıların akmaya karşı gösterdiği direnç **viskozite** olarak tanımlanır. Pürüzsüz bir yüzey görünümü için boya içindeki katı maddelerin belirli bir boyuta kadar öğütülmesi ve uygulama viskozitesi önemlidir.

### 1.2.1. Boyada Viskozite Ölçümü

Viskozite, boyaya ait teknik bilgilerde olması gereken en önemli özelliklerden biridir. Boyanın viskozitesi; uygulama sırasında yayılma, sarkma, akma, fırça veya tabanca ile uygulanabilirlik gibi özellikleri etkiler.

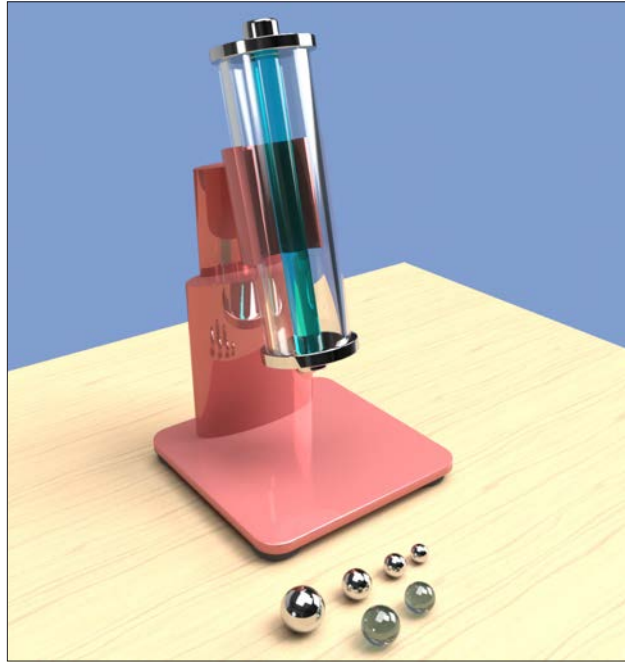
Bir maddeyi katı hâlden çözelti hâline getirmek için çözücü maddeler kullanılır. Boya sistemlerinde kullanılan çözücüler, boya viskozitesinin uygulama yapma kıvamına getirilmesini sağlar. Boyanın uygun viskozite değerine sahip olması, pigment ve dolgu maddelerinin dağılımını ve boyanın performansını etkiler.

Viskozitenin ölçülmesi için geliştirilmiş yöntem ve teknikler vardır. Boyanın viskozitesi hakkında bilgi verilirken viskozitenin hangi alet ve metotla, hangi şartlarda test edildiği mutlaka belirtilmelidir. Boyalarda viskozite değerinin çok yüksek olması fırça ve rulo izi problemlerine, boya tabancası uygulamalarında portakal kabuğu görünümüne sebep olur. Viskozite değerinin çok düşük olması ise boyada akmaya, örtücülüğün düşük olmasına ve boya film kalınlığının düzensiz olmasına neden olur.

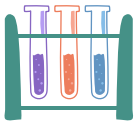
En yaygın viskozite ölçüm cihazları şunlardır:

**Kapiler Viskozimetre:** Genellikle U şeklinde üretilen cam malzemedir. Bu viskozimetrenin farklı tasarlanmış tipleri de mevcuttur. Kapiler viskozimetre, düşük viskozite değerine sahip sıvılar için uygundur. Viskozite değeri, belli hacme sahip akışkanın uzunluğu bilinen bir kılcal borudan geçiş süresi ölçülerek hesaplanır.

**Düşen Bilye Viskozimetresi:** Dikey bir tüp içinde, yer çekimi etkisiyle bir bilyenin düşmesi için geçen süre ölçülür. Bu viskozimetre, viskoz akışkanlar için uygundur (Görsel 1.25). Bilyenin özkütlesi arttıkça düşme süresi azalır. Bilyenin çapının uygun seçilmesi gerekir.



Görsel 1.25: Düşen bilye viskozimetresi



Bilye, akışkan içine düşerken 3 farklı kuvvete (aşağı yönde yer çekimi, yukarı yönde kaldırma ve sürtünme kuvvetleri) maruz kalır ve bu kuvvetler bir denge oluşturur. Denge sağlandığında ters yönlü kuvvetler dengeye ulaşır ve bilye sabit bir hızla (**terminal hız**) hareket eder.

**Delikli Tip Akış Kabı:** Belirli bir sıcaklıkta sabit viskozite değerine sahip akışkanlar için kullanılır (Görsel 1.26). Akış kabı veya DIN CUP olarak da bilinir. Standart hacimdeki bir akışkanın bir delikten akması için gerekli süre ölçülür. Delikli tip viskozimetre ile yapılan ölçüm, gıda endüstrisinde en yaygın kullanılan viskozite ölçüm yöntemidir.

**Döner Viskozimetre:** Sıvı madde içindeki bir milin döndürülmesi için gerekli olan tork ölçülerek viskozite belirlenir (Görsel 1.27). Rotor hızının ve boyutunun değişimiyle farklı viskozite aralıkları ölçülebilir.

### 1.2.2. Boyada Tanecik Boyutu Ölçümü

Boya üretim sürecinde en önemli aşamalardan biri ezilme (dispersiyon) aşamasıdır. Pigmentler, boyaya renk ve örtücülük başta olmak üzere birçok özellik kazandırır. Boya üreticileri, pigmentleri ezme işleminden geçirerek pigmentlerin olması gereken mikron büyüklüğüne gelmesini ve boyanın temel ham maddesi olan reçineye bağlanmasını sağlar. Ezilme inceliğinin son kat boyalarda 25 mikrometreden, astar boyada 40 mikrometreden küçük olması uygundur. Pigment, uygun seviyede öğütülmezse boya yeterli performansı gösteremez. Boyanın örtücülüğü düşük olur. Pigmentin renk verme şiddeti düşer ve boyanın parlaklığı azalır. İyi ezilmemiş iri taneler, zamanla parçalanarak boya ambalajı içinde renk değişimine neden olur.

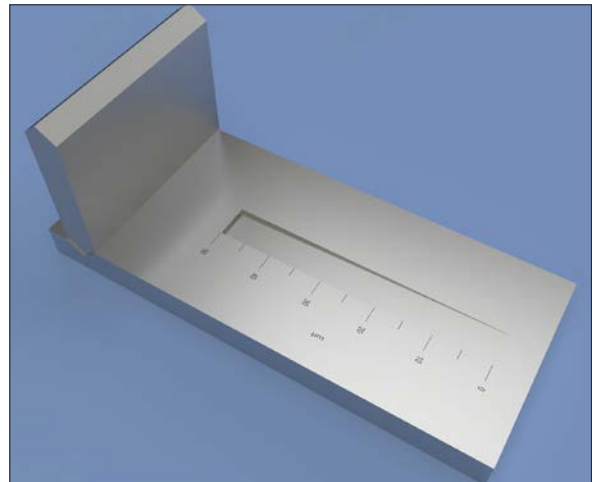
Ezilme inceliğinin tespiti için kullanılan araçların birçok değişik tipi olmakla birlikte en yaygın kullanılanı **grindometredir** (Görsel 1.28). Grindometre 20x5 cm boyutlarında çelik bir bloktur. Grindometrenin üzerinde dikdörtgen şeklinde azalan derinlikte bir kanal vardır. Kanalin derinliği grindometrenin tipine göre 100 mikrometreden 0 mikrometreye kadar değişir. Tanecik boyut ölçümü yapılırken örneğe uygun grindometre seçilir. Grindometrenin üzerindeki kanalın derin tarafına yaklaşık 2 mL boya damlatılır, aplikatör dik bir şekilde ve sabit bir hızla çekilir. Boyanın kanal içerisinde yayılması sağlanır. Pigment taneciklerinin görülmeye başladığı nokta, partikül boyutu olarak belirlenir. Bu yöntemde gözlem süresine, ölçüm yapılan ortamın ışık şiddetine ve gözlemcinin göz kusurunun olmamasına dikkat edilir. Aplikatör ile çekme işleminde tanecik değerini okuma süresi 10 saniyeyi geçmemelidir. Gözlem hatalarını azaltmak için test edilecek numuneye testten önce %5–%10 oranında uçuculuğu yüksek olmayan bir çözücü eklenir.



Görsel 1.26: Delikli akış kabı



Görsel 1.27: Döner viskozimetre



Görsel 1.28: Grindometre



**1.2. UYGULAMA****YAŞ BOYADA VİSKOZİTE ÖLÇÜMÜ**

**Amaç:** Yaş boyanın akışkanlığını ölçerek viskozite ile ilişkilendirmek.

**Araç Gereç:** Farklı oranda inceltilmiş iki yaş boya numunesi, mesnet, akış kabı, kronometre, mantolama sistemi, termometre, cam plaka ve bez.

**Sağlık, Çevre ve Güvenlik Önlemleri**

Bu çalışmayı kesinlikle solvent bazlı boyalar ile **yapmayınız**. Çalışma koşullarına uygun kişisel koruyucu ekipmanlar kullanınız. Ortaya çıkan kontamine atıkları, ilgili yönetmeliklere uygun şekilde ortamdaki uzaklaştırınız.

- Laboratuvar çalışmaları süresince işlem basamaklarına, güvenliğe ve temizliğe dikkat ediniz.

**Değerlendirme**

Performansınız, uygulama sonunda verilen kontrol listesine göre öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir.

**Görev**

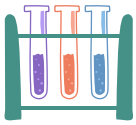
Bu uygulamada sizden yaş boyada viskozite ölçümü testlerini aşağıda verilen işlem basamakları doğrultusunda yapmanız beklenmektedir.

**İşlem Basamakları**

1. Test edilecek boya numunelerinden birini temizlenmiş numune kabına koyunuz.
2. Sıcaklığı mantolama işlemiyle 25 °C'ta tutunuz.
3. Akış kabını 20 cm yukarıda mesnetle sabitleyiniz.
4. Akış kabının deliğini parmağınızla kapatıp boya numunesini kaptan taşacak miktarda kabın içine koyunuz.
5. Boyanın fazlalıklarını, boşluk bırakmadan yatay şekilde cam plaka ile sıyırarak uzaklaştırınız.
6. Parmağınızı akış kabının deliğinden çekerek kronometreyi çalıştırınız.
7. Sürekli akışın bittiği ve numune boyanın damlamaya başladığı anda kronometreyi durdurunuz.
8. Aynı işlemleri diğer yaş boya numunesi için de yapınız.
9. İşlem basamaklarında elde ettiğiniz bulguları ve gözlemlerinizi neden-sonuç ilişkisi çerçevesinde rapor hâline getiriniz.

**YAŞ BOYADA VİSKOZİTE ÖLÇÜMÜ UYGULAMASI KONTROL LİSTESİ**

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	Evet	Hayır
1. Laboratuvar güvenlik kurallarına uygun koruyucu kıyafetler giydi.		
2. Test edilecek boya numunesini temizlenmiş numune kabına koydu.		
3. Sıcaklığı mantolama işlemiyle 25 °C'ta sabitledi.		
4. Akış kabını 20 cm yukarıda mesnetle sabitledi.		
5. Akış kabının deliğini parmağıyla kapatarak boya numunesini kaptan taşacak miktarda kabın içine koydu.		
6. Boyanın fazlalıklarını, boşluk bırakmadan yatay şekilde cam plaka ile sıyırarak uzaklaştırdı.		
7. Parmağını akış kabının deliğinden çekerek kronometreyi çalıştırdı.		
8. Sürekli akışın bittiği anda kronometreyi durdurdu.		
9. Çalışma ortamını temizledi.		
10. Rapor hazırladı.		
"Hayır" olarak işaretlenen ölçütler için ilgili kısımları tekrar ediniz.		



### 1.3. UYGULAMA

#### YAŞ BOYADA TANECİK BOYUTU TESTİ

**Amaç :** Yaş boyada tanecik büyüklüğünü grindometre ile ölçmek.

**Araç Gereç :** Yaş boya numunesi ve grindometre.

#### Sağlık, Çevre ve Güvenlik Önlemleri

Bu çalışmayı, kesinlikle solvent bazlı boyalar ile **yapmayınız**. Çalışma koşullarına uygun kişisel koruyucu ekipmanlar kullanınız. Ortaya çıkan kontamine atıkları, ilgili yönetmeliklere uygun şekilde ortamdaki uzaklaştırınız.

- Laboratuvar çalışmaları süresince işlem basamaklarına, güvenliğe ve temizliğe dikkat ediniz.

#### Değerlendirme

Performansınız, uygulama sonunda verilen kontrol listesine göre öğretmenin tarafından değerlendirilecektir.

#### Görev

Bu uygulamada sizden yaş boyada tanecik boyutu testlerini aşağıda verilen işlem basamakları doğrultusunda yapmanız beklenmektedir.

#### İşlem Basamakları

1. Grindometreyi ve yaş boya numunesini hazırlayınız.
2. Yaş boya numunesini grindometre kanalının derin ucuna, taşacak miktarda koyunuz.
3. Grindometre aplikatörünü derin kısımdan başlayarak yüksekliğin sıfırlandığı noktaya doğru çekerek boyayı yayınız.
4. En fazla 10 saniye içinde grindometreye yan taraftan 30°lik açıyla bakarak meydana gelen çizgileri gözlemleyiniz.
5. Çalışma ortamını ve malzemeleri temizleyip teslim ediniz.
6. İşlem basamaklarında elde ettiğiniz bulguları ve gözlemlerinizi neden-sonuç ilişkisi çerçevesinde rapor hâline getiriniz.

#### YAŞ BOYADA TANECİK BOYUTU TESTİ UYGULAMASI KONTROL LİSTESİ

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	Evet	Hayır
1. Laboratuvar güvenlik kurallarına uygun koruyucu kıyafetler giydi.		
2. Yaş boya numunesini grindometre kanalının derin ucuna, taşacak miktarda koydu.		
3. Grindometre aplikatörünü derin kısımdan başlayarak yüksekliğin sıfırlandığı noktaya doğru çekerek boyayı yaydı.		
4. En fazla 10 saniye içinde grindometreye 30°lik açıyla bakarak partikül boyutunu belirledi.		
5. Çalışma ortamını temizledi.		
6. Rapor hazırladı.		
"Hayır" olarak işaretlenen ölçütler için ilgili kısımları tekrar ediniz.		

### 1.3. YAŞ BOYADA KATI MADDE TESTİ

Boya kullanıcılarının boya tercihlerinde dikkat etmesi gereken değerlerden biri de yaş boyada katı madde miktarıdır. Boyanın içinde bulunan katı madde miktarı yüzde oran ile ifade edilir. İki alternatif boya ürününün fiyat açısından karşılaştırılabilmesi için katı madde miktarı mutlaka gereklidir. Bu değere dikkat edilmezse ucuza alındığı düşünülen boyaya değerinin üzerinde bir bedel ödenmiş olur.

Katı madde oranı düşük olan boyalarda çözücülerin bağıl miktarı fazladır. Fazla çözücü kullanımı ise çevreye, insan sağlığına ve yapılan işçiliğe olumsuz yönde etki eder.

Yaş boyalarda katı madde miktarını yüzde olarak hesaplamak için şu işlem basamaklarına uyulur:

- En az  $\pm 0,01$  g hassasiyetle 20 g yaş boya tartılır.
- Numune, sıcaklığı sabit olan fırında veya etüvde kurutulur.
- Buharlaşmayan katı kısım  $\pm 0,01$  g hassasiyetle tartılır.

$$\% \text{ katı madde miktarı} = \frac{\text{Boyada bulunan katı kütlesi} \times 100}{\text{Boyanın toplam kütlesi}} \text{ ile ifade edilir.}$$

Formüle göre yaş boyada bulunan katı madde oranı %50'den az olmamalıdır.

#### ÖRNEK:



20 g'lık saat camına yaş boya numunesi konularak tartılıyor ve 47,52 g ölçülüyor. Numune fırında tamamen kuruyana kadar ısıtılıp tekrar tartıldığında 39,26 g ölçülüyor.

**Yaş boya numunesindeki katı madde yüzdesi nedir?**

#### ÇÖZÜM

Yaş boya kütlesi = 47,52 - 20 = 27,52 g

Kurutulduktan sonra boya kütlesi = 39,26 - 20 = 19,26 g

Katı madde yüzdesi =  $(19,26 \times 100) / 27,52 = 70$  bulunur.

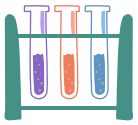
#### 1.3.1. Westphal

Bir maddenin birim hacminin kütlesi yoğunluk olarak tanımlanır. Yoğunluk g/mL birimiyle ifade edilir. Yoğunluk sıcaklığa ve derişime bağılı olarak değişir. Yoğunluk değeri; sıcaklıkla ters orantılı, derişim değeri ile doğru orantılıdır.

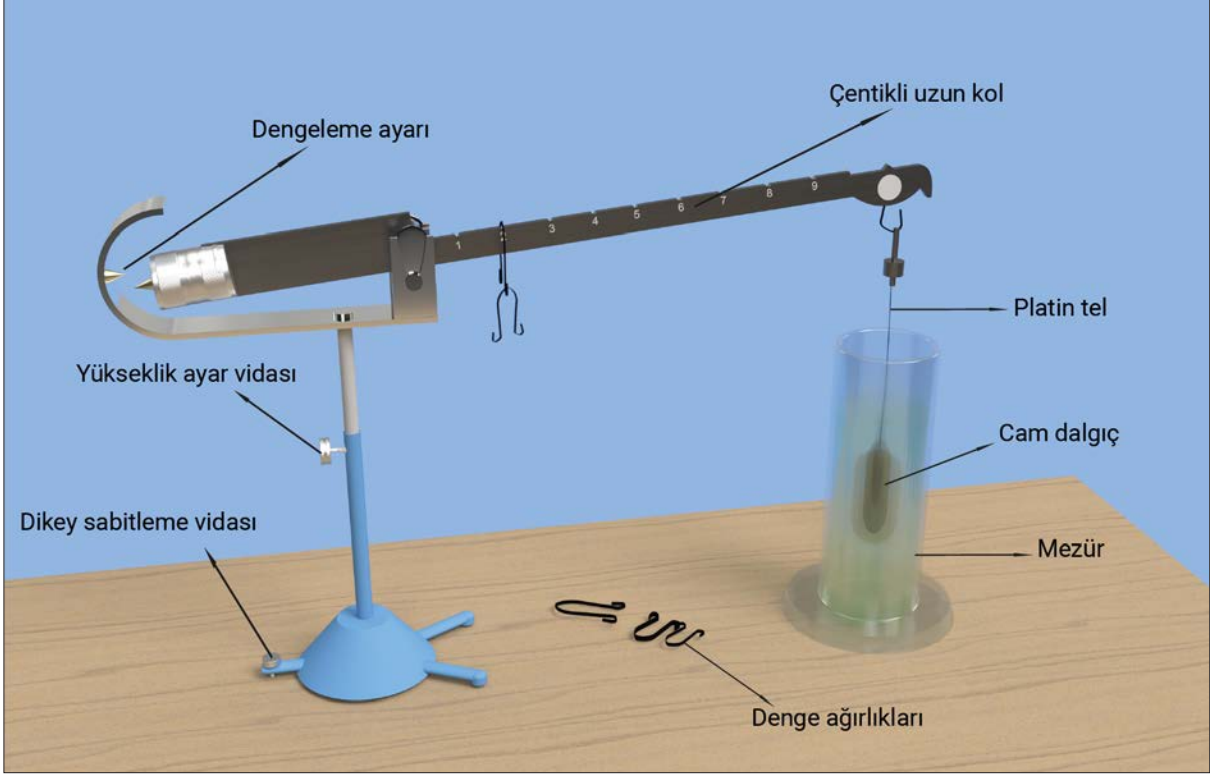
Maddenin belirli sıcaklıkta ağırlık değerinin aynı hacim ve sıcaklıktaki suyun ağırlığına oranı **özgül ağırlık** olarak tanımlanır. Başka bir deyişle özgül ağırlık maddenin sudan kaç kat ağır olduğunu gösterir ve özgül ağırlığın birimi yoktur.

Sıvıların özgül ağırlığı üç yolla belirlenir:

- Piknometreyle
- Yüzücü cisimlerle (Dansimetre)
- Dalıcı cisimlerle (Westphal terazisi)



Yaş boyada özgül ağırlık ölçümlerinde en yaygın kullanılan araç Westphal terazisidir (Görsel 1.29). Westphal terazisinde 20 °C'ta bulunan sıvının içine batan 5 g kütleyle sahip cam dalgıç bulunur. Terazi üzerinde 5 g, 0,5 g, 0,05 g ve 0,005 g olan dört farklı kütle bulunur. Bu kütlelerin her biri virgülden sonraki basamağı ifade eder. Bu kütleler terazinin denge kolunda sıralanmış çentiklere denge sağlanacak şekilde yerleştirilerek sıvının özgül ağırlığı bulunur. Terazinin uzun kolunda 1'den 10'a kadar numaralandırılmış çentikler bulunur. Cam dalgıç 10 numaralı çentiğe takılır ve sıvı içine batırılmadan gerekirse terazinin ayak kısmındaki vida ile dengeye gelmesi sağlanır. Denge sağlandıktan



Görsel 1.29: Westphal terazisi

sonra cam dalgıç, özgül ağırlığı ölçülecek sıvının içine dibe ve kenarlara değmeyecek şekilde daldırılır. Kanca şeklindeki ağırlıklar ise diğer çentiklere takılarak denge sağlanır. Ağırlıkların takılı olduğu çentik numarası ve takılan ağırlığa göre özgül ağırlık belirlenir. 5 g ağırlığın takılı olduğu çentik numarası virgülden sonraki birinci, 0,5 g ağırlığın takılı olduğu çentik numarası virgülden sonraki ikinci, 0,05 g ağırlığın takılı olduğu çentik numarası virgülden sonraki üçüncü, 0,005 g ağırlığın takılı olduğu çentik numarası virgülden sonraki dördüncü haneyi belirler. Aynı ağırlık iki farklı çentiğe takıldığında denge sağlanıyorsa bu ağırlıkların takıldığı çentik numaralarının toplamı alınır.

### Westphal Terazisiyle Özgül Ağırlık Hesaplama Örnekleri

**1. Örnek:** Dengeyi sağlamak için 5 g 3 No.lu, 0,5 g 6 No.lu, 0,05 g 4 No.lu, 0,005 g 5 No.lu çentiklere takılmış ise özgül ağırlık

$$0,3 + 0,06 + 0,004 + 0,0005 = 0,3645 \text{ olur.}$$

**2. Örnek:** Dengeyi sağlamak için iki adet 5 g kullanılmış ve bunlardan biri 3 No.lu diğeri 9 No.lu çentiğe, 0,5 g 2 No.lu, 0,05 g 7 No.lu, 0,005 g 8 No.lu çentiklere takılmış ise özgül ağırlık

$$0,3 + 0,9 + 0,02 + 0,007 + 0,0008 = 1,2278 \text{ olur.}$$

**1.4. UYGULAMA****YAŞ BOYADA KATI MADDE MİKTARI**

**Amaç:** Yaş boya içinde bulunan katı madde miktarını oransal olarak hesaplamak.

**Araç Gereç:** Yaş boya numunesi, terazi, spatula, hava sirkülasyonlu fırın veya etüv, temizlik bezi, hassas terazi, desikatör ve saat camı.

**Sağlık, Çevre ve Güvenlik Önlemleri**

Bu çalışmayı, kesinlikle solvent bazlı boyalar ile **yapmayınız**. Çalışma koşullarına uygun kişisel koruyucu ekipmanlar kullanınız. Ortaya çıkan kontamine atıkları, ilgili yönetmeliklere uygun şekilde ortamdaki uzaklaştırınız.

- Laboratuvar çalışmaları süresince işlem basamaklarına, güvenliğe ve temizliğe dikkat ediniz.

**Değerlendirme**

Performansınız, uygulama sonunda verilen kontrol listesine göre öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir.

**Görev**

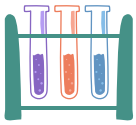
Bu uygulamada sizden yaş boyada katı madde miktarı testlerini aşağıda verilen işlem basamakları doğrultusunda yapmanız beklenmektedir.

**İşlem Basamakları**

1. Saat camını temizleyiniz ve etüvde kuruttuktan sonra darasını alınız.
2. Saat camına yaklaşık 20 g boya numunesini spatula ile yayarak hassas terazide 0,01 gram hassasiyetle tartınız ve tartım sonucunu not ediniz.
3. Boya konulan saat camını fırında veya etüvde 110 °C'ta 2 saat bekletiniz.
4. Boya konulan saat camını desikatörde soğutunuz ve tekrar tartınız.
5. Katı madde miktarını yüzde olarak hesaplayınız.
6. Yapılan işlemleri, farklı yaş boya numuneleriyle tekrarlayınız.
7. Yaş boya numunelerinde bulunan değerleri karşılaştırınız.
8. Çalışma ortamını ve malzemeleri temizleyip teslim ediniz.
9. İşlem basamaklarında elde ettiğiniz bulguları ve gözlemlerinizi neden-sonuç ilişkisi çerçevesinde rapor hâline getiriniz.

**YAŞ BOYADA KATI MADDE MİKTARI UYGULAMASI KONTROL LİSTESİ**

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	Evet	Hayır
1. Laboratuvar güvenlik kurallarına uygun koruyucu kıyafetler giydi.		
2. Temizlenmiş saat camının darasını aldı.		
3. Hassas terazide tarttığı 20 g kadar boya numunesini spatulayla saat camının yüzeyine yaydı.		
4. Boya konulan saat camını fırın veya etüvde 110 °C'ta 2 saat bekletti.		
5. Saat camını desikatörde soğutup tarttı.		
6. Katı madde miktarını yüzde olarak hesapladı.		
7. Yapılan işlemleri, farklı yaş boya numuneleriyle tekrarladı.		
8. Çalışma ortamını temizledi.		
9. Rapor hazırladı.		
"Hayır" olarak işaretlenen ölçütler için ilgili kısımları tekrar ediniz.		



#### 1.5. UYGULAMA

#### WESTPHAL TERAZİSİ İLE ÖZGÜL AĞIRLIK ÖLÇÜMÜ

**Amaç:** NaCl çözeltisinin özgül ağırlığını Westphal terazisi ile ölçmek.

**Araç Gereç:** Westphal terazisi, destile su, termometre, NaCl, hassas terazi, spatula, balon joje, mezür ve cam çubuk.

#### Sağlık, Çevre ve Güvenlik Önlemleri

Çalışma koşullarına uygun kişisel koruyucu ekipmanlar kullanınız. Ortaya çıkan kontamine atıkları, ilgili yönetmeliklere uygun şekilde ortamdaki uzaklaştırınız.

- Laboratuvar çalışmaları süresince işlem basamaklarına, güvenliğe ve temizliğe dikkat ediniz.

#### Değerlendirme

Performansınız, uygulama sonunda verilen kontrol listesine göre öğretmenin tarafından değerlendirilecektir.

#### Görev

Bu uygulamada sizden Westphal terazisi ile özgül ağırlık ölçümü testlerini aşağıda verilen işlem basamakları doğrultusunda yapmanız beklenmektedir.

#### İşlem Basamakları

- Kütlece %15'lik NaCl çözeltisini hazırlayınız.
- Westphal terazisinin 10 No.lu çentiğine cam dalgıcı asınız.
- Westphal terazisinin ayak kısmındaki vida ile terazinin dengeye gelmesini sağlayınız.
- Hazırladığınız tuzlu su çözeltisini üst kısımda boşluk kalacak şekilde mezüre doldurunuz.
- Cam dalgıcı, mezür içine doldurduğunuz tuzlu su çözeltisine daldırınız.
- Denge ağırlıklarını büyük kütleli olandan başlayıp çentiklere yerleştirerek dengeyi sağlayınız.
- Çalışma ortamını ve malzemeleri temizleyip teslim ediniz.
- İşlem basamaklarında elde ettiğiniz bulguları ve gözlemlerinizi neden-sonuç ilişkisi çerçevesinde rapor hâline getiriniz.

#### WESTPHAL TERAZİSİ İLE ÖZGÜL AĞIRLIK ÖLÇÜMÜ UYGULAMASI KONTROL LİSTESİ

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	Evet	Hayır
1. Laboratuvar güvenlik kurallarına uygun koruyucu kıyafetler giydi.		
2. Kütlece %15'lik NaCl çözeltisini hazırladı.		
3. Westphal terazisinin 10 No.lu çentiğine cam dalgıcı astı.		
4. Westphal terazisinin dengeye gelmesini sağladı.		
5. Hazırladığı tuzlu su çözeltisini üst kısımda boşluk kalacak şekilde mezüre doldurdu.		
6. Cam dalgıcı mezür içine doldurduğu tuzlu su çözeltisine daldırdı.		
7. Denge ağırlıklarını büyük kütleli olandan başlayıp çentiklere yerleştirerek dengeyi sağladı.		
8. Çalışma ortamını temizledi.		
9. Rapor hazırladı.		
"Hayır" olarak işaretlenen ölçütler için ilgili kısımları tekrar ediniz.		

## 1.4. YAŞ BOYADA KURUMA, AKMA-YAYILMA, ÖRTME, KÜL VE ÇÖKME TESTİ

Boyanın uygulanmasından sonra sıvı hâlden katı film hâline geçmesi **kürlenme** olarak tanımlanır. Boya filminin oluşması, fiziksel kuruma ve kimyasal kuruma olmak üzere iki farklı şekilde gerçekleşir.

### 1.4.1. Fiziksel Kuruma

**Fiziksel kuruma**, çözücü buharlaşması ile gerçekleşen kuruma türüdür.

**Fiziksel Kürlenmiş Bağlayıcılar:** Çözücü buharlaşması ile kürlenmiş boyalarda vinilik, akrilik ve selülozik reçineler kullanılır. Bu reçinelerle üretilen boyalar **plastik boya** olarak adlandırılır. Çözücü buharlaşması ile kuruyan boyalarda uygulama sonrasında boyanın bünyesinde bulunan çözücüler buharlaşır. Buharlaşmayla birlikte emülsiyon içerisindeki monomerler birbirlerine yaklaşarak katı film oluşturur. Bu bağlayıcılar hızlı kuruma sürelerine sahiptir.

Fiziksel kuruyan boyalar reaktif yapılı olmadığı için ısıtıldıklarında sertleşmez, tersine yumuşar. Solvent buharlaşması ile kuruma yönteminde oluşan katı film, sıvı çözücülere temas ettirildiğinde tekrar yüzeyden çözünebilir. Ayrıca büyük molekül ağırlıklı polimerlerden oluştuğu için uygulama esnasında fazla çözücü kullanımı gereklidir.

Fiziksel kürlenmiş bağlayıcıların kullanıldığı sistemlerin tercih edilme nedenleri arasında fırın vb. donanım gerektirmemeleri ve çözücülerin hızlı buharlaşmasıyla sert bir film oluşturmaları sayılabilir. Hızlı çözücü buharlaşması bazı film kusurlarına da yol açabilir. Bu film kusurlarını önlemek için çözücü dengesinin sağlanması gerekir.

Solventin oda sıcaklığında buharlaşması 10 ila 30 dakika arasında gerçekleşir. Fırında ısıtma yapılarak buharlaşmanın ve film oluşumunun hızlandırılması sağlanabilir.

### 1.4.2. Kimyasal Kuruma

**Kimyasal kuruma**, çözücü buharlaşması gerçekleşirken bağlayıcı molekülleri arasında kimyasal reaksiyonun oluştuğu kuruma türüdür.

**Oksidasyonla Kürlenmiş Bağlayıcılar:** Oksidasyon tepkimesiyle kuruyan boyalarda bağlayıcı reçine okside olarak polimerleşir. Bu tür boyaların reçineleri bitkisel kökenli yağlardır. Bu reçineler ile üretilen boyalara **yağlı boya** denir. Kullanılan yağların ortak özelliği yüksek derecede doymamışlığa sahip olmasıdır. Oksidasyon ile kuruyan bağlayıcılar içeren boyalarda çözücüler buharlaşırken bağlayıcı molekülleri arasında oksijen köprüleri oluşarak boya filmi sertleşir. Bu kuruma tipinde kurumayı hızlandırmak ve dengeli hâle getirmek amacıyla kurutucular kullanılır. Bu tipteki bağlayıcılar; alkid reçineler, epoksi esterler ve modifiye edilmemiş yağ sistemleridir. Bu bağlayıcılar tek bileşenli boyaların ve verniklerin üretiminde kullanılır.

**Komponentlerle Kürlenmiş Bağlayıcılar:** Komponentlerle kürlenmiş bağlayıcılar iki veya üç bileşenli malzemelerdir. Dolgu maddesi ve sertleştirici kullanılan sistemler iki komponentli; dolgu maddesi, sertleştirici ve hızlandırıcı kullanılan sistemler üç komponentli olarak isimlendirilir. Sertleştirici ve hızlandırıcılar çoğunlukla renksiz ve saydam olur. Çok yüksek viskoziteli macunların karışım homojenliğini gözlemleyebilmek için komponentler renklendirilebilir.

Boya uygulama öncesinde kimyasal reaksiyonu oluşturacak sertleştirici ikinci komponentle karıştırılır. Bazı boya sistemlerinde ise kurumanın daha hızlı gerçekleşmesi için üçüncü komponent kullanılır. Sıvı hâlde uygulanan film, başlatılmış veya aktive edilmiş reaksiyon sonucu katı hâle geçer.



**UV İle Kürlenmiş Bağlayıcılar:** Otomotiv, mobilya ve inşaat grubu boyalarda kullanılır. UV ile kürlenemeyen bağlayıcılar genellikle polyester, epoksi, akrilik ve poliüretan esaslı boyalarda bulunur. UV kürlenmede serbest radikallerin oluşması için elektron kaynağından çıkan enerji kovalent bağların kopmasına ve serbest radikallerin oluşmasına sebep olur. Serbest radikaller ile katı film oluşma reaksiyonları başlar.

**Fırında Kürlenerek Film Oluşturan Bağlayıcılar:** Molekül ağırlığı düşük olan bağlayıcı polimer içeren boyalarda az miktarda çözücü kullanılmalıdır ancak bu durum çok kolay çizilebilecek yumuşaklıkta kuru film meydana gelmesine neden olur. Molekül ağırlığı düşük bağlayıcı polimer içeren boyaların içine reaktif polimer katılarak fırında ısıtma işlemi uygulanır. Böylece daha sert ve daha dayanıklı bir boya filmi elde edilir. Bu şekilde kuruyan boya uygulamaları **termoset** olarak tanımlanır.

**Nem İle Kürlenerek Film Oluşturan Bağlayıcılar:** Poliüretan ve epoksi boya sistemleri için uygundur. Bu türden boyaların içinde havanın nemiyle polimerleşme tepkimesi veren bağlayıcılar kullanılır. Bağlayıcıların içerdiği gruplar havanın nemiyle tepkimeye girer ve polimerleşir.

### 1.4.3. Kuruma Zamanının Ölçülmesi

Yaş boyanın ince ve sert bir film tabakası hâlini alması **kuruma** olarak tanımlanır. Her boyanın istenen sertliğe gelebilmesi için gereken kuruma süresi farklıdır. Bu süre, ortam şartlarına ve uygulama yüzeyinin özelliğine bağlıdır. Ortamın sıcaklığı, nem, rüzgâr, uygulama filminin kalınlığı, boya formülasyonunda kullanılan reçine türü vb. etkenler kuruma süresini etkiler. Boyanın kuruma süresinin çeşitleri şunlardır:

**Toz Kuruma Süresi:** Kurumakta olan boya filminin yüzeyine parmak ile dokunulduğunda yüzey üzerinde iz kalmıyorsa bu ana kadar geçen süre **toz kuruma süresi** olarak tanımlanır.

**Dokunma Kuruma Süresi:** Toz kuruma süresinin tamamlanmasından sonra boya filmi yüzeyine parmak ile hafif basınç uygulandığında yüzeyde iz kalmıyorsa boya dokunma sertliğine ulaşmıştır. Geçen süre ise **dokunma kuruma süresi** olarak tanımlanır.

**Tam Kuruma Süresi:** Boya filminde kuruma reaksiyonları devam etmektedir. Ancak boya filminin yüzeyi çizilme ve darbelere karşı dayanıklıdır. Uygulama başlangıcından bu aşamaya kadar geçen süre **tam kuruma süresi** olarak tanımlanır.

**Kimyasal Kuruma Süresi:** Boya filmi içinde meydana gelen kuruma reaksiyonları tamamlanmış ve boya filminin direnci artmıştır.

### 1.4.4. Dona Dayanıklılık Testi

Yaş boyada meydana gelen sıcaklık değişimleri; faz ayrışması, çökme vb. olumsuzluklara neden olabilir. Su bazlı boyalarda donma sonucu su kristalleri boyadan ayrılır. Dona dayanıklılık testi için ağzı hava almayacak şekilde kapatılan boya numunesi 3 gün süren ısı çevrimine alınır. Yaş boya numunesi -10 °C'ta 16 saat bekletilir. Devamında oda sıcaklığında 8 saat bekletilir. Bu çevrim, üç defa tekrarlanır. Test sonunda boyanın homojenliği ve ovalama dayanım özelliği incelenir.



**1.6. UYGULAMA****YAŞ BOYADA KURUMA SÜRESİ**

**Amaç:** Yaş boya uygulaması yapılan panel üzerinde toz kuruma ve tam kuruma sürelerini tespit etmek.

**Araç Gereç:** Yaş boya numunesi, aplikatör, cam panel, spatula, temizleme bezi ve kronometre.

**Sağlık, Çevre ve Güvenlik Önlemleri**

Bu çalışmayı, kesinlikle solvent bazlı boyalar ile **yapmayınız**. Çalışma koşullarına uygun kişisel koruyucu ekipmanlar kullanınız. Ortaya çıkan kontamine atıkları, ilgili yönetmeliklere uygun şekilde ortamdan uzaklaştırınız.

- Laboratuvar çalışmaları süresince işlem basamaklarına, güvenliğe ve temizliğe dikkat ediniz.

**Değerlendirme**

Performansınız, uygulama sonunda verilen kontrol listesine göre öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir.

**Görev**

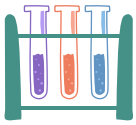
Bu uygulamada sizden yaş boyada kuruma süresi testlerini aşağıda verilen işlem basamakları doğrultusunda yapmanız beklenmektedir.

**İşlem Basamakları**

1. Cam paneli silerek veya uygun çözücü ile yıkayarak temizleyiniz.
2. Yaş boyayı kuru film kalınlığı 45-50 mikrometre olacak şekilde cam panele uygulayıp kronometreyi çalıştırınız.
3. Dokunulabilir boya filmi oluşmasını bekleyiniz ve toz kuruma süresini tespit ediniz.
4. Boya filminin kurumasından sonra tam kuruma sertlik süresini tespit ediniz.
5. Çalışma ortamını ve malzemeleri temizleyip teslim ediniz.
6. İşlem basamaklarında elde ettiğiniz bulguları ve gözlemlerinizi neden-sonuç ilişkisi çerçevesinde rapor hâline getiriniz.

**YAŞ BOYADA KURUMA SÜRESİ UYGULAMASI KONTROL LİSTESİ**

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	Evet	Hayır
1. Laboratuvar güvenlik kurallarına uygun koruyucu kıyafetler giydi.		
2. Cam paneli temizledi.		
3. Boyayı kuru film kalınlığı 45-50 mikrometre olacak şekilde cama uygulayıp kronometreyi çalıştırdı.		
4. Dokunulabilir boya filmi oluşmasını bekleyerek toz kuruma süresini tespit etti.		
5. Boya filminin kurumasından sonra tam kuruma sertlik süresini tespit etti.		
6. Çalışma ortamını temizledi.		
7. Rapor hazırladı.		
"Hayır" olarak işaretlenen ölçütler için ilgili kısımları tekrar ediniz.		



#### 1.7. UYGULAMA

##### YAŞ BOYADA DONA DAYANIKLILIK TESTİ

**Amaç:** Yaş boya numunesinin sıcaklık değişimlerine karşı dayanıklılık testini yapmak.

**Araç Gereç:** Yaş boya numunesi, kronometre, metal veya plastik kap ve dondurucu.

##### Sağlık, Çevre ve Güvenlik Önlemleri

Bu çalışmayı, kesinlikle solvent bazlı boyalar ile **yapmayınız**. Çalışma koşullarına uygun kişisel koruyucu ekipmanlar kullanınız. Ortaya çıkan kontamine atıkları, ilgili yönetmeliklere uygun şekilde ortamdaki uzaklaştırınız.

- Laboratuvar çalışmaları süresince işlem basamaklarına, güvenliğe ve temizliğe dikkat ediniz.

##### Değerlendirme

Performansınız, uygulama sonunda verilen kontrol listesine göre öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir.

##### Görev

Bu uygulamada sizden yaş boyada dona dayanıklılık testlerini aşağıda verilen işlem basamakları doğrultusunda yapmanız beklenmektedir.

##### İşlem Basamakları

- Yaş boya numunesini iki adet 1 kg'lık metal ya da plastik kutuya koyunuz ve kutunun ağzını hava almayacak şekilde kapatınız.
- Kaplardan birini üç gün boyunca oda sıcaklığında bekletirken diğer kabı -10 °C'taki soğutucuda 16 saat bekletiniz.
- 10 °C'taki soğutucuda bekletilen boyayı 8 saat boyunca oda sıcaklığında bekletiniz.
2. ve 3. basamakta gerçekleştirilen bekletme işlemlerini aynı numune için 2 kere daha tekrarlayınız.
- Her iki boya numunesinin fiziksel durumunu gözlemleyiniz.
- Çalışma ortamını ve malzemeleri temizleyip teslim ediniz.
- İşlem basamaklarında elde ettiğiniz bulguları ve gözlemlerinizi neden-sonuç ilişkisi çerçevesinde rapor hâline getiriniz.

##### YAŞ BOYADA DONA DAYANIKLILIK TESTİ UYGULAMASI KONTROL LİSTESİ

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	Evet	Hayır
1. Laboratuvar güvenlik kurallarına uygun koruyucu kıyafetler giydi.		
2. Yaş boya numunesini iki adet 1 kg'lık kutuya koyarak kutunun ağzını hava almayacak şekilde kapattı.		
3. Kaplardan birini oda sıcaklığında bekletirken diğer kabı -10 °C'taki soğutucuda 16 saat bekletti.		
4. -10 °C'taki soğutucuda bekletilen boyayı 8 saat boyunca oda sıcaklığında bekletti.		
5. Bekletme işlemlerini aynı numune için 2 kere daha tekrarladı.		
6. Her iki boya numunesinin fiziksel durumunu gözlemledi.		
7. Çalışma ortamını temizledi.		
8. Rapor hazırladı.		
"Hayır" olarak işaretlenen ölçütler için ilgili kısımları tekrar ediniz.		

### 1.4.5. Yaş Boyada Akma ve Yayılma Testi

Yüzelelere estetik bir görünüm sağlamak ve koruyucu bir tabaka oluşturmak amacıyla boya uygulanır. Uygulama esnasında boyanın istenmeyen bir şekilde akması (Görsel 1.30), yayılması gibi sorunlar ortaya çıkabilir. Boyanın akması ve yayılması sonucu yüzeydeki boya deseninde bozulma meydana gelir. Boya yüzeyde homojen biçimde dağılmaz. Boyanın akması, iş gücü ve zaman kaybına yol açar.



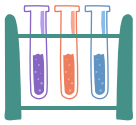
Görsel 1.30: Yaş boyada akma

Boyanın akma ve yayılma nedenleri şunlardır:

- Boyanın doğru oranda seyreltilmemesi
- Düşük kaliteli olması
- Doğru şekilde uygulanmaması
- Yüzeyin yeterince düzgün hazırlanmaması
- Kurumamış boyanın hava akımına maruz kalması

Boyanın akma ve yayılmasını önlemek için boyayı doğru oranda seyreltmek gerekir. Bu amaçla boya akışkanlığı kontrol edilmelidir. Uygulama için yüksek veya düşük viskozite değerlerine sahip boya kullanmak uygun değildir. Geç buharlaşan çözücülerle akışkanlığı ayarlamak, akma ve yayılma problemlerine neden olacağı için bu çözücüler kullanılmamalıdır.

Boyanın uygulanacağı yüzeyin doğru şekilde hazırlanması ve doğru ekipmanların doğru şekilde kullanılması gerekir. Boya tabancası ile yapılan uygulamalarda hava basıncının doğru ayarlanması ve tabanca uygulama mesafesinin doğru biçimde belirlenmesi gerekir. Kurumaya bırakılmış yaş boyanın kuvvetli hava akımına maruz kalması akma ve yayılma kusuruna neden olur. Akma ve yayılma kusurları hem gözle hem de aletsel olarak değerlendirilir.



#### 1.8. UYGULAMA

##### YAŞ BOYADA AKMA TESTİ

**Amaç:** Yaş boyada akma ve yayılma testini yapmak.

**Araç Gereç:** Boya numunesi, cam yüzey ve metal aplikatör.

##### Sağlık, Çevre ve Güvenlik Önlemleri

Bu çalışmayı, kesinlikle solvent bazlı boyalar ile **yapmayınız**. Çalışma koşullarına uygun kişisel koruyucu ekipmanlar kullanınız. Ortaya çıkan kontamine atıkları, ilgili yönetmeliklere uygun şekilde ortamdan uzaklaştırınız.

- Laboratuvar çalışmaları süresince işlem basamaklarına, güvenliğe ve temizliğe dikkat ediniz.

##### Değerlendirme

Performansınız, uygulama sonunda verilen kontrol listesine göre öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir.

##### Görev

Bu uygulamada sizden yaş boyada akma testlerini aşağıda verilen işlem basamakları doğrultusunda yapmanız beklenmektedir.

##### İşlem Basamakları

- Cam panel üzerine metal aplikatör yardımıyla film kalınlığı 100 mikron olacak şekilde boya uygulayınız.
- Paneli dik bir şekilde sabitleyerek boyanın kurumasını bekleyiniz.
- Bu süre içinde cam paneldeki boyanın akmasını inceleyiniz.
- Çalışma ortamını ve malzemeleri temizleyip teslim ediniz.
- İşlem basamaklarında elde ettiğiniz bulguları ve gözlemlerinizi neden-sonuç ilişkisi çerçevesinde rapor hâline getiriniz.

##### YAŞ BOYADA AKMA TESTİ UYGULAMASI KONTROL LİSTESİ

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	Evet	Hayır
1. Laboratuvar güvenlik kurallarına uygun koruyucu kıyafetler giydi.		
2. Cam panel üzerine metal aplikatör yardımıyla film kalınlığı 100 mikron olacak şekilde boya uyguladı.		
3. Paneli dik bir şekilde sabitleyerek boyanın kurumasını bekledi.		
4. Kuruma süresi boyunca cam paneldeki boyanın akmasını inceledi.		
5. Çalışma ortamını temizledi.		
6. Rapor hazırladı.		
"Hayır" olarak işaretlenen ölçütler için ilgili kısımları tekrar ediniz.		

### 1.4.6. Boyanın Örtme Gücü Testi

Yüzey üzerine uygulanan boyanın altındaki renkleri tamamen kapatması **boya örtme gücü** olarak tanımlanır. Örtme gücü, boyanın kalitesi ve performansı açısından önemli bir faktördür. Örtme gücü, genellikle üretici tarafından belirtilen bir özelliktir. Üreticiler örtme gücünü boya türüne, pigment içeriğine, boya filmi kalınlığına, boya yoğunluğuna ve uygulama şekline bağlı olarak değerlendirir. Ayrıca iyi bir boya örtücülüğü sağlamak için boya uygulanan yüzeyin temiz, pürüzsüz ve uygun bir şekilde hazırlanması gerekir. İyi bir astar uygulaması, yüzeydeki renk farklılıklarını azaltır ve boya için daha iyi bir zemin oluşturur.

Açık renkli boyalarla koyu desenli yüzeyleri kaplamak için uygulanan boyanın iyi bir örtücülüğe sahip olması gereklidir. Yüksek örtme gücüne sahip olan boyalar sarfiyatın azalmasını ve uygulama sürecinin hızlanmasını sağlar.

Boyanın örtme gücü, genellikle "kaplama alanı" veya "metrekare başına litre" gibi ifadelerle belirtilir. Bir litre boya malzemesinin ne kadar yüzey alanını kaplayabileceğini gösterir.

Boya örtücülüğünü artırmak için iyi örtme gücü sağlayan pigment içerikli boya kullanmak, uygulama yapılacak yüzeyi doğru şekilde hazırlamak, birden çok ince katman uygulamak ve doğru tekniklerle boyayı yüzeye aktarmak gerekir. Tüm işlemler sonunda kuruma süresine de dikkat edilmesi gereklidir.

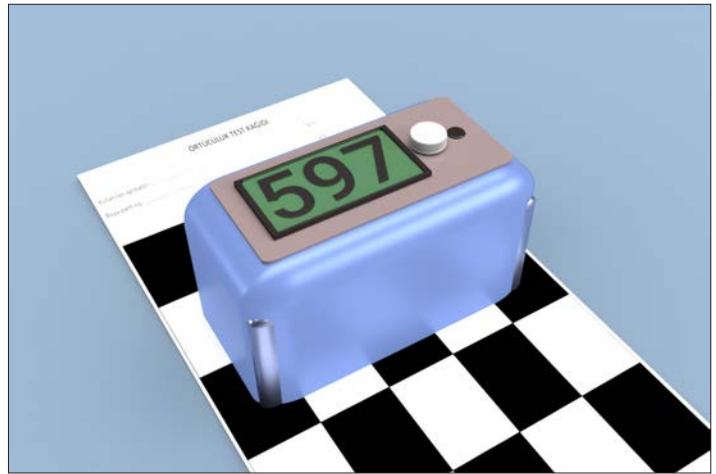
Örtme gücü kontrolü için iki yöntem kullanılır.

**Zebra Kâğıdı Yöntemi:** Zebra kâğıdının üzerinde siyah beyaz desenler bulunur. Bu kâğıt, yaş boyaların örtme gücünü karşılaştırmak veya belirlemek için kullanılır. Zebra kâğıdının yüzey yapısı, pürüzlülüğü ve emiciliği örtme sonuçlarını etkiler. Bu nedenle aynı standarda sahip kâğıt kullanmak gereklidir. Kâğıt üzerine dökülen boya, aplikatör ile istenen kalınlıkta uygulanır (Görsel 1.31). Zebra kâğıdına boya uygulandıktan sonra üzerinde bulunan desenlerin görülmemesi gerekir.



Görsel 1.31: Zebra kâğıdı ile örtme gücü ölçümü

**Kriptometre Yöntemi:** Kriptometre örtme gücünü sayısal olarak gösteren alettir (Görsel 1.32). Kriptometrenin çukur kısmına taşmayacak şekilde boya konur. Plaka, yüzey üzerinde çekilerek hareket ettirilir. Çukurun sol kenar çizgisi görünmez olduğunda üstteki plakanın ilerleme değeri skala kısmından okunarak boyanın örtücülüğü belirtilir.



Görsel 1.32: Kriptometre test uygulaması



#### 1.9. UYGULAMA

#### YAŞ BOYADA ÖRTME GÜCÜ TESTİ

**Amaç:** Zebra kâğıdı kullanarak yaş boyanın örtme gücü testini yapmak.

**Araç Gereç:** Zebra kâğıdı, test plakası, boya numunesi, şeffaf bant, fırça ve mikrometre.

#### Sağlık, Çevre ve Güvenlik Önlemleri

Bu çalışmayı kesinlikle solvent bazlı boyalar ile **yapmayınız**. Çalışma koşullarına uygun kişisel koruyucu ekipmanlar kullanınız. Ortaya çıkan kontamine atıkları, ilgili yönetmeliklere uygun şekilde ortamdan uzaklaştırınız.

- Laboratuvar çalışmaları süresince işlem basamaklarına, güvenliğe ve temizliğe dikkat ediniz.

#### Değerlendirme

Performansınız, uygulama sonunda verilen kontrol listesine göre öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir.

#### Görev

Bu uygulamada sizden yaş boyada örtme gücü testlerini aşağıda verilen işlem basamakları doğrultusunda yapmanız beklenmektedir.

#### İşlem Basamakları

1. 5 cm genişliğindeki zebra kâğıdını test plakasının ortasına gelecek şekilde kenarlarından şeffaf bant ile yapıştırınız.
2. Zebra kâğıdının tamamına boya uygulayınız.
3. Her seferinde 3 cm aşağıdan başlamak suretiyle 6 kat boya uygulaması yapınız.
4. Boya filmi tamamen kurduktan sonra paneli inceleyerek zebra kâğıdında siyah ve beyaz şeritlerin fark edilmediği noktayı işaretleyiniz.
5. İşaretlenen nokta hizasının her iki yanından boya film kalınlığını mikrometre ile ölçünüz.
6. Çalışma ortamını ve malzemeleri temizleyip teslim ediniz.
7. İşlem basamaklarında elde ettiğiniz bulguları ve gözlemlerinizi neden-sonuç ilişkisi çerçevesinde rapor hâline getiriniz.

#### YAŞ BOYADA ÖRTME GÜCÜ TESTİ UYGULAMASI KONTROL LİSTESİ

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	Evet	Hayır
1. Laboratuvar güvenlik kurallarına uygun koruyucu kıyafetler giydi.		
2. Zebra kâğıdını test plakasının ortasına gelecek şekilde yapıştırdı.		
3. Zebra kâğıdının tamamına boya uyguladı.		
4. Her seferinde 3 cm aşağıdan başlamak suretiyle 6 kat boya uyguladı.		
5. Boya filmi tamamen kurduktan sonra paneli inceleyerek zebra kâğıdında siyah ve beyaz şeritlerin fark edilmediği noktayı belirledi.		
6. Belirlenen noktanın her iki yanından boya film kalınlığını mikrometre ile ölçtü.		
7. Çalışma ortamını temizledi.		
8. Rapor hazırladı.		
"Hayır" olarak işaretlenen ölçütler için ilgili kısımları tekrar ediniz.		

### 1.4.7. Çökme Miktarı Testi

Boyanın katı kısmını oluşturan pigment ve dolgu maddeleri depolama sürecinde boyanın sıvı kısmından ayrılarak ambalajın dibine çöker. Bu çökmeyi engellemek amacıyla üretim aşamasında katkı maddeleri kullanılır. Kullanılan katkı maddeleri işleyiş mekanizmasına göre farklılık gösterir. Bunların bazıları ıslatıcı olarak kullanılır, bazıları da ortamın dielektrik sabitini değiştirerek parçacıkların askıda kalmasını sağlar. Dibe çöken katı kısım sertleşmemiş ise karıştırılarak kullanılabilir.

### 1.4.8. Kül Miktarı Testi

Kül miktarı testi, yaş boya içerisinde yanmayan inorganik bileşenlerin (kül) miktarını yüzde olarak tayin etmek amacıyla uygulanan testtir. Sabit tartıma getirilmiş ve darası alınmış metal krozeye yaş boya numunesinden belirli bir miktar konur ve numune, yakma fırınında kızıl dereceye kadar ısıtılır. Fırından çıkan numune desikatörde soğutulduktan sonra tekrar tartılır. Yanmayan inorganik madde miktarı yüzde olarak ifade edilir.

Kül miktarı hesaplaması şu formüle göre yapılır:

$$\% \text{ kül miktarı} = (b - a) \times 100 / (c - a)$$

a: Sabit tartıma getirilmiş metal kroze kütlesi

b: Fırından çıkartıldıktan sonra boya numunesinin ve metal krozenin toplam kütlesi

c: Fırına konmadan önce boya numunesinin ve metal krozenin toplam kütlesi

#### ÖRNEK:



Sabit tartıma getirilmiş 25,06 g metal krozeye bir miktar yaş boya konularak tartıldığında 40,06 g geldiği görülüyor. Boya konulan kroze yakma fırınında kızıl dereceye kadar ısıtılıyor. Fırından çıkartılan numune desikatörde soğutulularak tekrar tartılıyor ve 25,36 g geldiği görülüyor.

**Yaş boya numunesindeki kül miktarı % kaçtır?**

**ÇÖZÜM:** a: Sabit tartıma getirilmiş metal kroze kütlesi

25,06 g

b: Fırından çıkartıldıktan sonra boya numunesinin ve metal krozenin toplam kütlesi

25,36 g

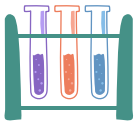
c: Fırına konmadan önce boya numunesinin ve metal krozenin toplam kütlesi

40,06 g

$$\% \text{ kül miktarı} = (25,36 - 25,06) \times 100 / (40,06 - 25,06)$$

$$\% \text{ kül miktarı} = 0,3 \times 100 / 15$$

$$\% \text{ kül miktarı} = 2 \text{ bulunur.}$$



### 1.10. UYGULAMA

#### YAŞ BOYADA ÇÖKME TESTİ

**Amaç:** Yaş boyada katı maddelerin çökme testini yapmak.

**Araç Gereç:** 5 adet 1 kg'lık yaş boya numunesi, boya süzme aparatı, beher, huni, mesnet, halka ve saat.

#### Sağlık, Çevre ve Güvenlik Önlemleri

Bu çalışmayı, kesinlikle solvent bazlı boyalar ile **yapmayınız**. Çalışma koşullarına uygun kişisel koruyucu ekipmanlar kullanınız. Ortaya çıkan kontamine atıkları, ilgili yönetmeliklere uygun şekilde ortamdan uzaklaştırınız.

- Laboratuvar çalışmaları süresince işlem basamaklarına, güvenliğe ve temizliğe dikkat ediniz.

#### Değerlendirme

Performansınız, uygulama sonunda verilen kontrol listesine göre öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir.

#### Görev

Bu uygulamada sizden yaş boyada çökme testlerini aşağıda verilen işlem basamakları doğrultusunda yapmanız beklenmektedir.

#### İşlem Basamakları

1. Uygulama viskozitesine inceltilmiş birer kg'lık boyaları beherlere koyunuz ve birden beşe kadar numaralandırınız.
2. Her boya numunesini üzerinde yazan numaraya karşılık gelen gün sayısınca oda sıcaklığında hareket ettirmeden bekletiniz.
3. Süresi dolan boya numunelerini süzerek boyanın dibinde katı madde oluşup oluşmadığını gözlemleyiniz.
4. Çalışma ortamını ve malzemeleri temizleyip teslim ediniz.
5. İşlem basamaklarında elde ettiğiniz bulguları ve gözlemlerinizi neden-sonuç ilişkisi çerçevesinde rapor hâline getiriniz.

#### YAŞ BOYADA ÇÖKME TESTİ UYGULAMASI KONTROL LİSTESİ

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	Evet	Hayır
1. Laboratuvar güvenlik kurallarına uygun koruyucu kıyafetler giydi.		
2. Uygulama viskozitesine inceltilmiş boyaları numaralandırdı.		
3. Boya numunelerini üzerinde yazan numaraya karşılık gelen gün sayısınca oda sıcaklığında hareket ettirmeden bekletti.		
4. Süresi dolan boya numunelerini süzerek boyanın dibinde katı madde oluşup oluşmadığını gözlemledi.		
5. Çalışma ortamını temizledi.		
6. Rapor hazırladı.		
"Hayır" olarak işaretlenen ölçütler için ilgili kısımları tekrar ediniz.		



**1.11. UYGULAMA****YAŞ BOYADA KÜL MİKTARI TESTİ**

**Amaç:** Yaş boyada inorganik madde (kül) miktarı testini yapmak.

**Araç Gereç:** Kül fırını, yaş boya numunesi, metal kroze, hassas terazi, fırın maşası ve desikatör.

**Sağlık, Çevre ve Güvenlik Önlemleri**

Bu çalışmayı, kesinlikle solvent bazlı boyalar ile **yapmayınız**. Çalışma koşullarına uygun kişisel koruyucu ekipmanlar kullanınız. Ortaya çıkan kontamine atıkları, ilgili yönetmeliklere uygun şekilde ortamdaki uzaklaştırınız.

- Laboratuvar çalışmaları süresince işlem basamaklarına, güvenliğe ve temizliğe dikkat ediniz.

**Değerlendirme**

Performansınız, uygulama sonunda verilen kontrol listesine göre öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir.

**Görev**

Bu uygulamada sizden yaş boyada kül miktarı testlerini aşağıda verilen işlem basamakları doğrultusunda yapmanız beklenmektedir.

**İşlem Basamakları**

1. Darası alınmış metal kroze numune boyadan 10 g tartınız.
2. Yaş boya konulan metal kroze kül fırınında kızıl dereceye kadar ısıtınız.
3. Kül fırınından çıkarttığınız metal kroze desikatörde soğutunuz.
4. Hassas terazide tartarak metal kroze kalan katı madde miktarını belirleyiniz.
5. Çalışma ortamını ve malzemeleri temizleyip teslim ediniz.
6. İşlem basamaklarında elde ettiğiniz bulguları ve gözlemlerinizi neden-sonuç ilişkisi çerçevesinde rapor hâline getiriniz.

**YAŞ BOYADA KÜL MİKTARI TESTİ UYGULAMASI KONTROL LİSTESİ**

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	Evet	Hayır
1. Laboratuvar güvenlik kurallarına uygun koruyucu kıyafetler giydi.		
2. Darası alınmış metal kroze numune boyadan 10 g tarttı.		
3. Yaş boya konulan metal kroze kül fırınında kızıl dereceye kadar ısıttı.		
4. Hassas terazide tartarak metal kroze kalan katı madde miktarını belirledi.		
5. Çalışma ortamını temizledi.		
6. Rapor hazırladı.		
"Hayır" olarak işaretlenen ölçütler için ilgili kısımları tekrar ediniz.		

**1.5. DEPOLAMA STABİLİTESİ**

Boya üretim sektöründe boyaların doldurulması için plastik ve metal kutular kullanılır. Solvent bazlı boyalar için plastik kaplar uygun değildir. Metal ambalajlar ise ışık, hava ve suya karşı güçlü bir bariyer oluşturur. Böceklerle ve kemirgenlerle karşı yeterli derecede sağlam ve dayanıklıdır.

Üretimi tamamlanmış boyanın depoda uzun süre kalması **statik depolama**, kısa bir süre kalması **dinamik**



**depolama** olarak tanımlanır. Başlangıç malzemelerinin son üretim aşamasına kadar üretim süreçleri içinde bekletilmesi ise **ara depolama** olarak tanımlanır.

Boyaların depolandığı ortamın güneş ışığına maruz kalmaması, rutubet olmaması ve uygun sıcaklık aralığında bulunması gerekir. Uygun olmayan şartlarda depolanmış olan boyalarda kaymaklanma, kabuk oluşumu, faz ayrılması, çökme ve jelleşme kusurları meydana gelir.

Boyaların depolanması sırasında dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- Kolay tutuşabilir malzemeler ile boyalar aynı ortamda depolanmamalıdır.
- Kapların doğrudan güneş ışığına maruz kaldığı ya da şeffaf çatının altında muhafaza edildiği durumlar için özel uyarı sistemleri kurulmalıdır.
- Boyalar, asitlerden ve oksitleyicilerden uzak depolanmalıdır.
- Depolama alanları, serin, kuru ve iyi havalandırılmış olmalı ve genel istifleme kuralları ihmal edilmemelidir.
- Depolar iyi havalandırılmalı, istifleme esnasında çalışanlar uygun maskeler kullanmalıdır.

Boyaların depoya alınması ve depodan ayrılması işlemlerinde FIFO [First In First Out (Först In Först Aut)] yöntemi kullanılır. Bu yöntemde stoktaki ürünlerin kullanılması ilk depolanan ürünlerden başlar. Başka bir deyişle stoğa giren ürünler yine giriş sırasıyla stoktan çıkarılır.

**Çökme:** Boyanın içinde katı olarak dağılan pigment ve dolgu maddelerinin yoğunluk farkı sebebiyle boyanın sıvı bileşenlerinden ayrılıp ambalajın altına çökerek birikmesidir. Boyalara çökmeyi önleyici ilaveler yapılsa da çok uzun süren depolama sonunda, bilhassa astar tipi boyalarda çökme olayı sıklıkla gözlenir. Dibe çöken katı maddeler karıştırıldığında homojen görünümünü geri kazanıyorsa buna **yumuşak çökme** denir. Yumuşak çökme bir boya sorunu olarak değerlendirilmez. Katı boya bileşenlerinin dipte sert ve karışıma müsait olmayan bir çökelti oluşturmasına **sert çökme** denir. Bu şekilde çökmüş olan boyaların kullanımı uygun değildir.

Boya formülasyonu sırasında çökme problemi dikkate alınmalı ve boyanın yapısı buna göre tasarlanmalıdır. Üretim sırasında boyaya çökme önleyici katkı maddeleri ilave edilmelidir. Boya, belirtilen raf ömrü boyunca sert çökme yapmamalıdır. Depolama koşullarının elverişsizliği de çökme eğilimini artırır. Bu sebeple boyanın depolama koşullarına dikkat edilmesi önemlidir.

**Jelleşme:** Boyaların depolandığı ortamda kontrolsüz ısı artışı boyanın viskozitesini artırır. Bu durum boyaların üretim esnasındaki viskozite değerinin çok üstüne çıkmasına neden olur. Sonuç olarak boya kalınlaşır, buna boyanın **jelleşmesi** denir. Jelleşme sonucunda boyanın sıvı kısmı akışkan olmayan pelte hâlini alır. Tiksotropik boyalar dışında jelleşmiş bir boyayı karıştırarak akıcı hâle getirmek mümkün değildir.

**Donma:** Su bazlı boyalar, düşük sıcaklıklarda saklandığında donabilir. Solvent bazlı boyalar ve astarlar, içinde su olmadığı için düşük sıcaklıklarda donmaya karşı dayanıklıdır. Su bazlı boyalarda donma sonucu su, kristaller şeklinde boyadan ayrılır. Boyanın yapısının bozulmaması için su bazlı boyalar belirtilen donma noktasından daha yüksek sıcaklıkta depolanmalıdır. Üreticiler boyaların soğuk havalarda nakliyesinde boyanın donmasına karşı gerekli önlemleri almalıdır.

**Gaz Oluşumu:** Asit reçineli boyalarda çinko ve alüminyum tozlu pigmentlerin kullanılması hâlinde hidrojen gazı meydana gelir. Hidrojen gazı oluşumu sıcak ortamlarda daha fazladır. Bu nedenle bu tür boyaların bulunduğu depoların serin ve nemli olması gerekir.

**Kaymaklanma:** Ambalaj içerisindeki boyanın hava ile temas eden yüzeyinde boya filmi tabakası oluşması **kaymaklanma** olarak tanımlanır. Herhangi bir nedenle hava alan kapalı ambalajlarda veya kullanılmış ve kapağı iyice kapatılmamış kutularda kaymak tabakası görülebilir. Kaymaklanma problemi alkid esaslı boyalarda daha sık görülür. Boya ambalajının büyük olması da kaymaklanmaya neden olur.

**1.12. UYGULAMA****YAŞ BOYA DEPOLAMA STABİLİTESİ TESTİ**

**Amaç:** Yaş boyanın depolama stabilitesi testini yapmak.

**Araç Gereç:** Farklı markalara ait yaş boya numuneleri.

**Sağlık, Çevre ve Güvenlik Önlemleri**

Bu çalışmayı, kesinlikle solvent bazlı boyalar ile **yapmayınız**. Çalışma koşullarına uygun kişisel koruyucu ekipmanlar kullanınız. Ortaya çıkan kontamine atıkları, ilgili yönetmeliklere uygun şekilde ortamdaki uzaklaştırınız.

- Laboratuvar çalışmaları süresince işlem basamaklarına, güvenliğe ve temizliğe dikkat ediniz.

**Değerlendirme**

Performansınız, uygulama sonunda verilen kontrol listesine göre öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir.

**Görev**

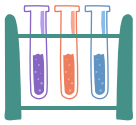
Bu uygulamada sizden yaş depolama stabilitesi testlerini aşağıda verilen işlem basamakları doğrultusunda yapmanız beklenmektedir.

**İşlem Basamakları**

1. Ambalajlardaki boş hacmi tespit ediniz.
2. Boyalardaki kaymaklanmayı kontrol ediniz.
3. Jel oluşumunu kontrol ediniz.
4. Faz ayrışmasını kontrol ediniz.
5. Çökmeyi kontrol ediniz.
6. Malzemeleri temizleyip teslim ediniz.
7. İşlem basamaklarında elde ettiğiniz bulguları ve gözlemlerinizi neden-sonuç ilişkisi çerçevesinde rapor hâline getiriniz.

**YAŞ BOYA DEPOLAMA STABİLİTESİ TESTİ UYGULAMASI KONTROL LİSTESİ**

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	Evet	Hayır
1. Laboratuvar güvenlik kurallarına uygun koruyucu kıyafetler giydi.		
2. Ambalajlardaki boş hacmi tespit etti.		
3. Boyalardaki kaymaklanmayı kontrol etti.		
4. Boyalardaki jel oluşumunu kontrol etti.		
5. Boyalardaki faz ayrışmasını kontrol etti.		
6. Boyalardaki çökmeyi kontrol etti.		
7. Çalışma ortamını temizledi.		
8. Rapor hazırladı.		
"Hayır" olarak işaretlenen ölçütler için ilgili kısımları tekrar ediniz.		



## 1. ÖĞRENME BİRİMİ ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

### 1. Öğrenme Birimi

Aşağıdaki sorularda doğru cevabı işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi kalitenin tanımlarından biri değildir?

- A) Kusursuz ürünün yaratılmasıdır.
- B) Bütün üretim hatalarının ortadan kaldırılmasıdır.
- C) İstenen özelliklere uygunluktur.
- D) Standartlara uygunluktur.
- E) Satış miktarının artırılmasıdır.

2. Bir kuruluşun üst düzey yetkilileri tarafından kalite konusunda belirlenen amaç aşağıdakilerden hangisi ile adlandırılır?

- A) Kalite politikası
- B) Kalite hedefleri
- C) Kalite kontrol
- D) Kalite güvence
- E) Kalite yönetimi

3. Ekonomik yönden etkinlik sağlayabilmek ve üretimin çeşitli aşamalarındaki olumsuzlukları gidermek için yapılan işlem ve uygulama denetimlerine ne ad verilir?

- A) Kalite hedefleri
- B) Kalite yönetimi
- C) Kalite kontrol
- D) Kalite sistemi
- E) Toplam kalite yönetimi

4. Belirli bir hizmeti veya işlemi yapabilecek bir acente, şirket veya kişinin yetkili kılınmış bir kurum ile belgelendirilmesine ne ad verilir?

- A) Akreditasyon
- B) Kurumsallaşma
- C) Ölçeklendirme
- D) Projelendirme
- E) Standardizasyon

5. Kalitenin tarihsel gelişim sürecinde tüketiciye hatalı ürün gitmemesine yönelik yapılan çalışmalara ne denir?
- A) Toplam kalite
  - B) Kalite güvencesi
  - C) Kalite kontrol
  - D) Muayene
  - E) Gelişim modeli
6. Aşağıdakilerden hangisi kalite tanımlanmasında etkili alt faktörlerden biri değildir?
- A) Ham madde
  - B) İmalat
  - C) İşçilik
  - D) Muhasebe
  - E) Ambalaj
7. Türk standartlarında bulunmayan konularda diğer ülkelerin milli standartları ve teknik literatürleri esas alınarak Türk Standartları Enstitüsü tarafından kabul edildiğini gösteren sembol aşağıdakilerden hangisidir?
- A) CE
  - B) EU
  - C) SEVA
  - D) TSE
  - E) TSEK
8. Katı veya sıvı maddelerin kırılma indisinin ölçülerek saflık derecelerinin karşılaştırılmasında kullanılan cihaz aşağıdakilerden hangisidir?
- A) Etüv
  - B) Kolorimetre
  - C) Refraktometre
  - D) Spektrofotometre
  - E) Viskozimetre



# 2.

ÖĞRENME  
BİRİMİ

## KURU BOYA ÖZELLİKLERİ VE TESTLERİ



## KONULAR

**2.1. PARLAKLIK, SERTLİK VE ESNEKLİK TESTİ**

**2.2. KAFES ÇİZGİSİ, KAZIMA VE DERİN ÇEKME TESTİ**

**2.3. BÜKME, KABARCIKLANMA VE PAS İLERLEMESİ TESTİ**

**2.4. OVALAMA VE SUYA DAYANIKLILIK TESTİ**

**2.5. RENK SOLMASI, TAŞ ÇARPMA DİRENCİ VE POR TESTİ**

**2.6. KİMYASALLARA DAYANIM VE KANAMAYA DAYANIKLILIK**

**2.7. ASETON, CONTA VE POLİETİLEN YAPIŞMA TESTİ**

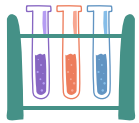
**2.8. ISI DEĞİŞİMİ, T-BEND VE KAPLAMA MİKTARINI ÖLÇME**

## TEMEL KAVRAMLAR

- Cross-cut (Kros-kat)
- Esneklik
- Kaplama alanı
- Parlaklık
- Sertlik
- Yapışma

## HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Boyanın yüzeye yapışma gücünün zayıf olması sizce ne gibi sorunlara yol açabilir? Sınıfta arkadaşlarınızla fikirlerinizi paylaşınız.
2. Yüzey üzerinde harcanacak boya sarfiyat miktarını tahmin edebilmenin avantajları sizce nelerdir? Fikirlerinizi sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.



## 2.1. PARLAKLIK, SERTLİK VE ESNEKLİK TESTLERİ

Parlaklık, boyanın dekoratif özelliklerinden biridir. Sertlik ve esneklik ise fiziksel özelliklerindedir. Bu özellikler ölçülerek boyanın kalitesi hakkında bilgi sahibi olmak mümkündür.

### 2.1.1. Parlaklık Testi

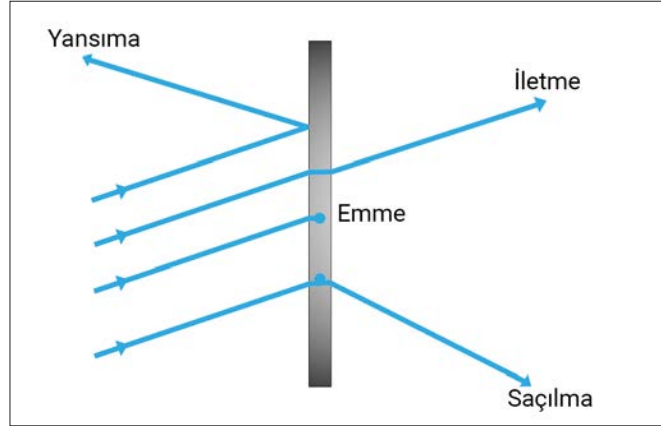
Boya kullanımının temel amacı boyanın uygulandığı yüzeyi korumaktır. Boyanın koruyuculuk özelliğinin yanında parlaklık, örtücülük, renk gibi estetik özellikleri de göz önünde bulundurulmalıdır.

Işık demeti, boya filmi üzerine düştüğü zaman yüzeyin yapısına ve ışığın frekansına bağlı olarak ışık demetinin bir kısmı boya filmi yüzeyinden geri yansır, bir kısmı soğurulur, bir kısmı ise boya filmi içinde kırılmaya uğrar (Görsel 2.1). Beyaz boya, ışığı yansıttığı için çok az miktarda soğurma gerçekleşir. Bu nedenle beyaz boyalı yüzeylerde yansımaya ve kırılma olaylarından bahsedilir. Renkli boyalar ise rengine bağlı olarak ışığı soğurur.

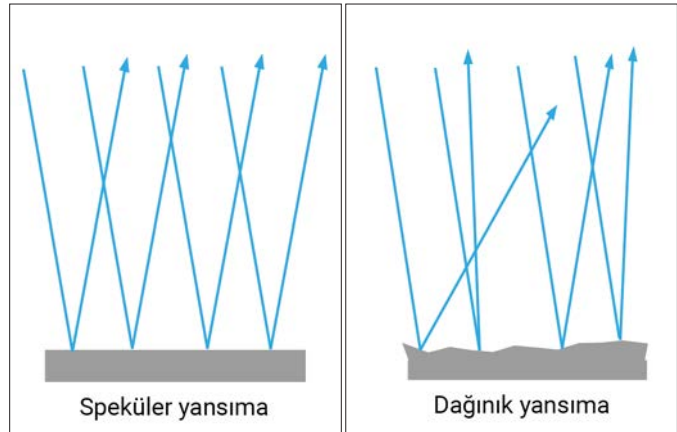
Pürüzsüz ve düz yüzeylerde ışığın geliş ve yansımaya açısı değerleri birbirine eşittir. Yansıyan ışık ışınlarının hepsi aynı doğrultuda hareket eder. Pürüzsüz yüzeylerde tam yansımaya nedeniyle cisim daha parlak görünür. Bu durum **speküler yansımaya** olarak tanımlanır (Görsel 2.2). Pürüzlü yüzeylere ışık çarptığında farklı yönlerde yansımaya gerçekleşir ve ışığın tümü gözle ulaşamaz. Yansıyan ışık ışınlarının doğrultuları farklıdır. Bu durum **dağınık yansımaya** olarak tanımlanır (Görsel 2.3). Dağınık yansımaya yapan yüzeyler parlak görünmez.

Bir yüzeyden yansıyan ışık yoğunluğu ile yüzeye gelen ışık yoğunluğunun oranı **parlaklık** olarak tanımlanır ve bu değer ışığın yansımalarının ölçüsüdür. Yüzeyin yansıtma oranını belirlemek için **glossmetre** (parlaklık ölçer) cihazı kullanılır. Parlaklığın ölçü birimi **gloss**dur. Işığın çarptığı yüzeyin yansıtıcılığından kaynaklanan parlaklık **yansımaya parlaklığı**, boyanın sütlü veya puslu yapısından kaynaklanan parlaklık **pus parlaklığı**, yüzeyin yapısından kaynaklanan parlaklık ise **yüzey parlaklığı** olarak tanımlanır.

Parlaklık değeri uygun bir referans ile karşılaştırılarak tayin edilir. Bu karşılaştırma sonucunda parlaklık 0 ile 100 arasında değer alır. 0 değeri en mat, 100 değeri en parlak kabul edilir. Aradaki değerler ise **yarı parlak** ya da **yarı mat** olarak tanımlanır. Boyanın parlaklığına pigment / bağlayıcı oranı, dispersiyon ve pigmentlerin ıslanması etki eder. Pigment taneciklerinin boyutu küçüldükçe boyanın parlaklığı artar. Boyanın içinde pigment oranı arttıkça parlaklık değeri azalır. Yüzey parlaklığı aynı zamanda boyanın kırılma indisine, ışığın geliş açısına ve yüzeyin düzgün olup olmamasına da bağlıdır.



Görsel 2.1: Işık demetinin yüzeyle etkileşimi

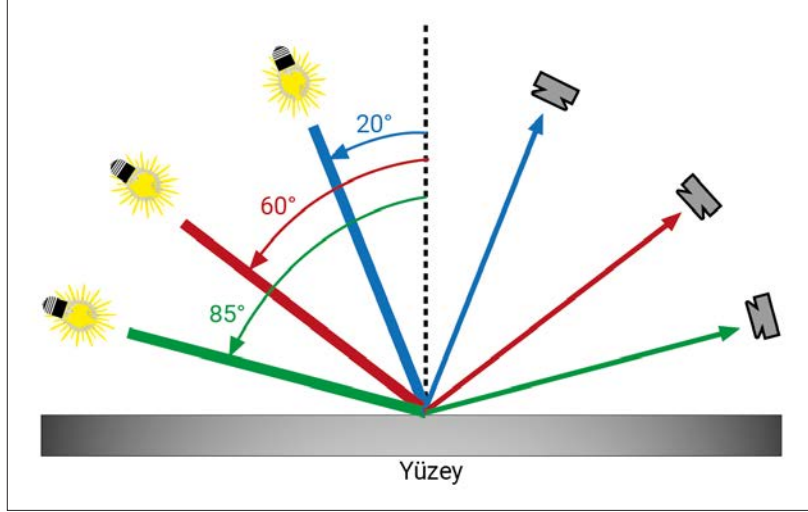


Görsel 2.2: Speküler yansımaya

Görsel 2.3: Dağınık yansımaya

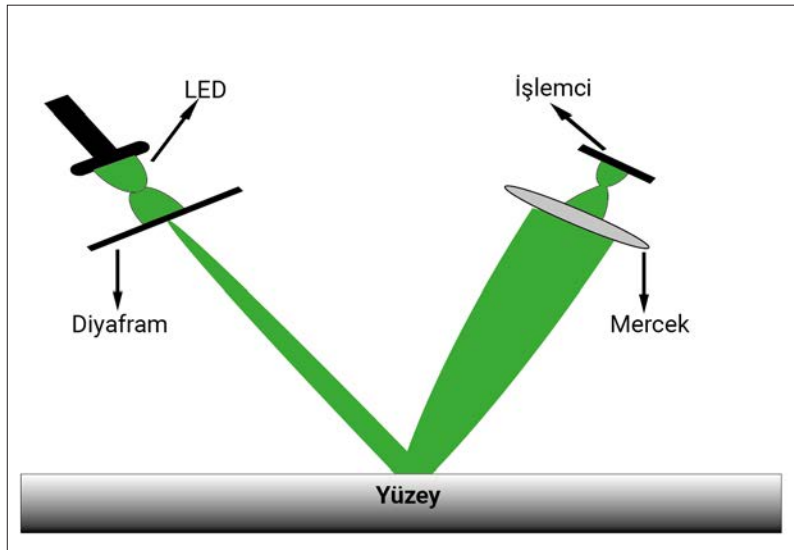


Parlaklık ölçme işlemi  $20^\circ$ ,  $60^\circ$  ve  $85^\circ$  açı ile gönderilen ve yansıyan ışığın yoğunluk oranı ölçülerek yapılır. Parlak yüzeyler için  $20^\circ$ , mat yüzeyler için  $85^\circ$ , yarı mat görünümlü yüzeyler için  $60^\circ$  açı ile ölçümler yapmak doğru sonuç verir. Glossmetrede pencerenin birinden yüzeye ışık gönderilir, diğer alıcı penceresinden yüzeyden yansıyan ışık alınarak kaydedilir (Görsel 2.4).



Görsel 2.4: Glossmetrede gönderilen ve yansıyan ışığın açı değerleri

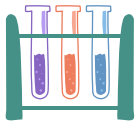
**Glossmetre:** Işık kaynağını yüzey üzerine yönelten mercek sistemi, fotosel ve algılayıcı dedektör penceresinden oluşan cihazdır (Görsel 2.5). Belirli şiddette parlayan bir ışığın ölçüm yüzeyinden yansıma miktarını ölçer.



Görsel 2.5: Glossmetrenin çalışma prensibi

**Parlaklık Kaybı:** Boyanın yüzeye uygulanmasından hemen veya bir süre sonra ortaya çıkan matlaşma kusurudur. Yüzey üzerinde nem kabarcıklarının oluşmasıyla meydana gelen pürüzlülük, boya filminin kalın uygulanması, uygun olmayan oranda sertleştirici ve solvent kullanılması boyada parlaklık kaybına neden olur.

Parlaklık kaybı az ise cila ile sorun giderilebilir. Parlaklık kaybı fazla ise önce pasta sonra cila uygulaması yapılır. Eğer ince çatlak ve mikro kabarcıklar oluşmuş ise boya sökülmeli ve yüzey yeniden boyanmalıdır.



#### 2.1. UYGULAMA

##### PARLAKLIK ÖLÇÜMÜ

**Amaç:** Boya filminin parlaklığını glossmetre kullanarak belirlemek.

**Araç Gereç:** Boya uygulanmış plaka, glossmetre.

##### Sağlık, Çevre ve Güvenlik Önlemleri

Çalışma koşullarına uygun kişisel koruyucu ekipmanlar kullanınız. Ortaya çıkan kontamine atıkları, ilgili yönetmeliklere uygun şekilde ortamdaki uzaklaştırınız.

- Laboratuvar çalışmaları süresince işlem basamaklarına, güvenliğe ve temizliğe dikkat ediniz.

##### Değerlendirme

Performansınız, uygulama sonunda verilen kontrol listesine göre öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir.

##### Görev

Bu uygulamada sizden boya filminin parlaklığını aşağıda verilen işlem basamakları doğrultusunda belirlemeniz beklenmektedir.

##### İşlem Basamakları

1. Boyalı plakayı inceleyerek üzerinde hava tabakası olup olmadığını gözlemleyiniz.
2. Parlaklığı ölçülecek boyalı plakanın üzerine düşecek ışığın açısını glossmetre üzerindeki dijital göstergeden ayarlayınız.
3. Glossmetreyi test plakasının üzerine yerleştiriniz ve hafifçe bastırarak dijital göstergeden boya filminin parlaklığını okuyunuz.
4. İşlemi plaka üzerinde 3 değişik bölgede tekrarlayıp ortalama değeri bulunuz.
5. Çalışma ortamını ve malzemeleri temizleyip teslim ediniz.
6. İşlem basamaklarında elde ettiğiniz bulguları ve gözlemlerinizi neden-sonuç ilişkisi çerçevesinde rapor hâline getiriniz.

##### PARLAKLIK ÖLÇÜMÜ UYGULAMASI KONTROL LİSTESİ

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	Evet	Hayır
1. Laboratuvar güvenlik kurallarına uygun koruyucu kıyafetler giydi.		
2. Boyalı plakayı inceleyerek plakanın üzerinde hava tabakası olup olmadığını gözlemledi.		
3. Glossmetre üzerindeki dijital göstergeden ışığın açısını ayarladı.		
4. Glossmetreyi test plakasının üzerine yerleştirerek boya filminin parlaklığını ölçtü.		
5. İşlemi plaka üzerinde 3 değişik bölgede tekrarlayıp ortalama değeri buldu.		
6. Çalışma ortamını temizledi.		
7. Rapor hazırladı.		
"Hayır" olarak işaretlenen ölçütler için ilgili kısımları tekrar ediniz.		

## 2.1.2. Boyada Sertlik Testi

Boya filmine etki eden fiziksel kuvvete karşı kuru boya filminin direnme kabiliyeti **sertlik** olarak tanımlanır. Kaplanmış bir yüzeyin sertliği; kaplanmış ürünün nakliye, imalat ve kullanım sırasındaki davranışını belirleyen önemli bir parametredir. Yüzeyin sertliği, malzemenin kullanıldığı ortamdaki mekanik davranışına da bağlıdır. Boyanın kuruma mekanizması ve boya filmi içinde meydana gelen çapraz bağlanma boyanın sertliğini belirler.

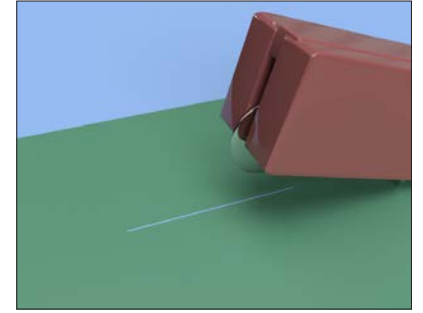
Boya kaplamalarında sertlik ölçmek amacıyla yapılan testler üç temel esasa dayanır. Bunlar çizilmeye, sert bir cismin batmasına ve periyodik deformasyona karşı boya direncinin ölçülmesidir.

**Çizilmeye Direnç Esasına Dayalı Sertlik Testi:** Bu tür testlerin en yaygını **kalem sertliği** testidir. Kalem sertliği testinde sertleşmiş boya filmi, artan sertliklerde standart kalemlerle boya filmi üzerine 45° açı yapacak şekilde tutularak çizilir (Görsel 2.6). Standart kalem sertlikleri; yumuşak olanından sert olanına doğru 6B, 5B, 4B, 3B, 2B, B, HB, F, H, 2H, 3H, 4H, 5H ve 6H şeklindedir. Zımpara kâğıdı üzerinde ucu kare kesiti olacak şekilde zımparalanan kalemlerle boyalı yüzeye çizme işlemi uygulanarak boya filmi üzerinde kalıcı bir iz oluşup oluşmadığına bakılır. Boya filmi ilk çizen kalemde bir kademe daha yumuşak olan kalem kodu filmin kalem sertliği olarak tanımlanır. Tüm sertlik testlerinde olduğu gibi kalem sertliği testlerinde de test sıcaklığı mutlaka belirtilmelidir.



Görsel 2.6: Çizilme direnci testi

**Sert Bir Maddenin Batma Direnci Esasına Dayalı Sertlik Testi:** Boya filminin içine doğru V kesitli keskin kenarlı tekerleğin kontrollü bir kuvvetle itilmesi karşısında boya filminin gösterdiği direncin ölçüsüdür. Bu yöntem, kalın boya filmlerinin sertliklerinin ölçülmesinde yaygın olarak kullanılır. Bu amaçla kullanılan en yaygın test, Buchholz (Buşolz) sertlik testidir. Boya filminin sertliği, film üzerinde yürütülen keskin kenarlı tekerleğin kontrollü kuvvet etkisiyle oluşturduğu V kesitli oyuğun uzunluğu ölçülerek belirlenir (Görsel 2.7).



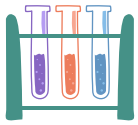
Görsel 2.7: Buchholz sertlik testi

**Periyodik Deformasyon Esasına Dayalı Sertlik Testi:** Bu yöntemde boyalı yüzeyin üzerinde sürtünme ile hareket eden sarkaç sistemi kullanılır. Sarkacın boya filmine temas ettirilmesi ve belirli bir genlikte salınması sağlanır. Sarkacın salınmasıyla beraber sarkacın boya filmi üzerine temas ettiği bölgelerde sürtünme hareketiyle çöküntüler meydana gelir. Boya filminin sertliği arttıkça sarkacın çelik topları boyaya daha az batar. Boya filminin esnekliği arttıkça sarkacın durma süresi kısalmır. Sarkacın boyaya batmasıyla sarkacın salınımı giderek yavaşlar ve durur. Sarkacın döngü sayısının veya durma süresinin saniye cinsinden karşılığı, kaplama filminin sertliği olarak kaydedilir ve bu değere **sarkaç sertliği** denir.



Görsel 2.8: Konig-Albert pendulum cihazı

Sarkaç sistemi ile yapılan sertlik testleri Konig-Albert (Konig-Albert) pendulum (Görsel 2.8) veya Persoz pendulum sarkacı kullanılarak yapılır. İki yöntem arasında; kullanılan sarkacın geometrisi, temas noktasındaki çelik kürelerin ağırlığı ve çapı, salınım genliği gibi farklar vardır. Konig sarkacının başlangıç açısı 6° olarak ayarlanmıştır. Sarkacın salınım açısı 3°ye düştüğünde sarkaç durur ve cihaz kaydı sonlanır. Boya filminin sertliği, sarkacın durma süresinin saniye cinsinden karşılığı olarak belirtilir.



## 2.2. UYGULAMA

### BOYADA SERTLİK ÖLÇÜMÜ

**Amaç:** Boya filminin sertliğini Konig-Albert sarkacı ile belirlemek.

**Araç Gereç:** 100x200x1 mm ebadında metal plaka, aplikatör, son kat boya numunesi, Konig-Albert sarkacı, boyama fırçası ve kronometre.

#### Sağlık, Çevre ve Güvenlik Önlemleri

Bu çalışmayı, kesinlikle solvent bazlı boyalarla **yapmayınız**. Çalışma koşullarına uygun kişisel koruyucu ekipmanlar kullanınız. Ortaya çıkan kontamine atıkları, ilgili yönetmeliklere uygun şekilde ortamdaki uzaklaştırınız.

- Laboratuvar çalışmaları süresince işlem basamaklarına, güvenliğe ve temizliğe dikkat ediniz.

#### Değerlendirme

Performansınız, uygulama sonunda verilen uygulama çalışması kontrol listesine göre öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir.

#### Görev

Bu uygulamada sizden Konig-Albert sarkacı kullanarak aşağıda verilen işlem basamakları doğrultusunda boya filminin sertliğini belirlemeniz beklenmektedir.

#### İşlem Basamakları

1. 100x200x1mm ebadında bir panele astarsız olarak 30-35 mikrometre kalınlığında boya uygulayınız.
2. Boya uygulanan yüzeyi kurutunuz.
3. Kurumuş paneli sarkacın ayakları altına yerleştiriniz.
4. Sarkacı 6°'ye getirerek salınımı başlatınız.
5. Sarkacın derecesinin 6°'den 3°'ye gelmeye başladığı ana kadar geçen süreyi saniye olarak tespit ediniz.
6. Çalışma ortamını ve malzemeleri temizleyip teslim ediniz.
7. İşlem basamaklarında elde ettiğiniz bulguları ve gözlemlerinizi neden-sonuç ilişkisi çerçevesinde rapor hâline getiriniz.

### BOYADA SERTLİK ÖLÇÜMÜ UYGULAMASI KONTROL LİSTESİ

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	Evet	Hayır
1. Laboratuvar güvenlik kurallarına uygun koruyucu kıyafetler giydi.		
2. Panele astarsız olarak 30-35 mikrometre kalınlığında boya uyguladı.		
3. Boya uygulanan yüzeyi kuruttu.		
4. Kurumuş paneli sarkacın ayakları altına yerleştirdi.		
5. Sarkacı 6°'ye getirerek salınımı başlattı.		
6. Sarkacın derecesinin 6°'den 3°'ye gelmeye başladığı ana kadar geçen süreyi tespit etti.		
7. Çalışma ortamını temizledi.		
8. Rapor hazırladı.		
"Hayır" olarak işaretlenen ölçütler için ilgili kısımları tekrar ediniz.		

### 2.1.3. Boyada Esneklik Testleri

Boya kaplamalar için **esneklik**, kaplama filminin bükülebilmesi ve uzayabilmesi olarak tanımlanır. Boya uygulanan yüzey malzemesinin deformasyona uğrarken kuru boya filminin zarar görmeksizin bu deformasyona uyum gösterme kabiliyeti de esneklik olarak tanımlanır. Kaplamanın esnekliğini belirlemek için bükme ve çökertme testleri uygulanır.

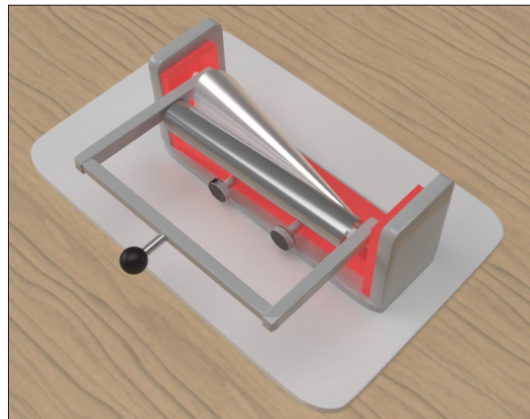
Esnekliği belirlemek için uygulanan bir diğer test ise deformasyon testidir. Bu testte çukurlatma aleti kullanılır (Görsel 2.9). Boya kaplaması yapılmış test plakasının arka yüzüne doğru sabit bir hızla itilen yarı küre biçimli bir topuz, boyalı plakayı deforme eder. Topuzun ilerlemesi devam ederken kaplama filminin yüzeyi bir büyüteçle sürekli olarak gözlemlenir. Kaplama filminde ilk çatlak görüntüsü belirlediğinde cihaz durdurulur. Zımbanın plakaya değdiği ilk andan kaplamanın çatladığı ana kadar aldığı yol kaydedilir.



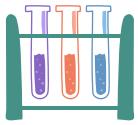
Görsel 2.9: Çukurlatma aleti

Sertlik testlerinde olduğu gibi esneklik testlerinde de test sıcaklığının belirtilmesi çok önemlidir. Ayrıca bu yöntem boya yapışma testinde de kullanılır.

Bükme testleri silindirik veya konik bükme şeklinde uygulanır. Ancak yaygın olarak kullanılan esneklik testi konik bükmedir (Görsel 2.10). Konik bükme test plakası, konik bir mandrel etrafında 15 saniye içinde 180° bükülür. Sonuçlar, kaplama filminde çatlamanın olup olmamasına göre veya kaplama filminde çatlamların uzadığı mesafenin koninin küçük tabanından itibaren ölçülmesiyle mm olarak verilir.



Görsel 2.10: Konik bükme aleti



### 2.3. UYGULAMA

#### KURU BOYADA ESNEKLİK TESTİ

**Amaç:** Boya filminin esnekliğini elle bükme yöntemiyle gözlemlemek.

**Araç Gereç:** 100x200x1 ebadında metal plaka, son kat boya numunesi.

#### Sağlık, Çevre ve Güvenlik Önlemleri

Bu çalışmayı, kesinlikle solvent bazlı boyalarla **yapmayınız**. Çalışma koşullarına uygun kişisel koruyucu ekipmanlar kullanınız. Ortaya çıkan kontamine atıkları, ilgili yönetmeliklere uygun şekilde ortamdaki uzaklaştırınız.

- Laboratuvar çalışmaları süresince işlem basamaklarına, güvenliğe ve temizliğe dikkat ediniz.

#### Değerlendirme

Performansınız, uygulama sonunda verilen uygulama çalışması kontrol listesine göre öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir.

#### Görev

Bu uygulamada sizden metal panel üzerine boya uygulamanız ve uyguladığınız boyanın esnekliğini aşağıda verilen işlem basamakları doğrultusunda gözlemlemeniz beklenmektedir.

#### İşlem Basamakları

1. 100x200x1 ebadında bir metal panele astarsız olarak 30-35 mikrometre kalınlığında boya uygulayınız.
2. Boya uygulanan yüzeyi 24 saat bekleterek kurutunuz.
3. Paneli ortadan elle bükerek boya filminin yüzeyinde deformasyon olup olmadığını gözlemleyiniz.
4. Çalışma ortamını ve malzemeleri temizleyip teslim ediniz.
5. İşlem basamaklarında elde ettiğiniz bulguları ve gözlemlerinizi neden-sonuç ilişkisi çerçevesinde rapor hâline getiriniz.

#### KURU BOYADA ESNEKLİK TESTİ UYGULAMASI KONTROL LİSTESİ

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	Evet	Hayır
1. Laboratuvar güvenlik kurallarına uygun koruyucu kıyafetler giydi.		
2. 100x200x1 ebadında bir panele astarsız olarak 30-35 mikrometre kalınlığında boya uyguladı.		
3. Boya uygulanan yüzeyi kuruttu.		
4. Paneli ortadan bükte.		
5. Boya filminin yüzeyinde deformasyon olup olmadığını gözlemledi.		
6. Çalışma ortamını temizledi.		
7. Rapor hazırladı.		
"Hayır" olarak işaretlenen ölçütler için ilgili kısımları tekrar ediniz.		

## 2.2. KAFES ÇİZGİSİ, KAZIMA VE DERİN ÇEKME TESTİ

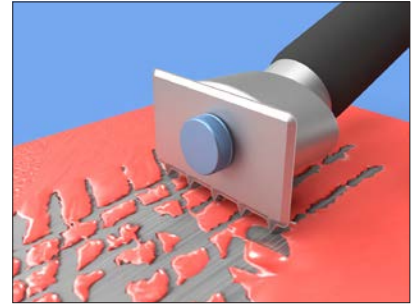
Boya filminin uygulandığı yüzeye iyi yapışması, tüm direnç ve dayanıklılık özelliklerini etkiler. Yapışmanın iki farklı türü vardır. Birincisi, yüzeyin ve boya filminin kendi molekül ya da atomları arasındaki çekim kuvvetleridir. İkincisi, boya filmi ile boyanan yüzey arasındaki çekim kuvvetleridir. Yapışma gücünü ölçmek amacıyla yüzeyde bulunan boya tahrip edilir ve boyanın **yapışma performansı** belirlenir.

Yapışmayı etkileyen en önemli faktör, kurutma ve kürlenme nedeniyle hacim azalmasından kaynaklanan boya filminin iç gerginliğidir. Boya ile kaplanan maddenin boyutları ve nem, iç gerginliğe neden olan kuvvetleri etkiler. Nemli havada kullanılan boya kaplamalarında meydana gelen iç gerilme kuvvetleri kuru havada kullanılan boya kaplamalarına göre daha fazladır. Aynı zamanda boya filminin kalınlığı arttıkça iç gerilme kuvvetleri de artar.

Meydana gelen gerilme kuvvetleri, yapışan boyanın yüzeyden ayrılmasına neden olur. Yapışma hatalarından kaynaklanan boya kusurları pul pul görüntü ve kabarcık oluşumdur. Bu kusurlar su ile temas eden yüzeylerde daha sık görülür.

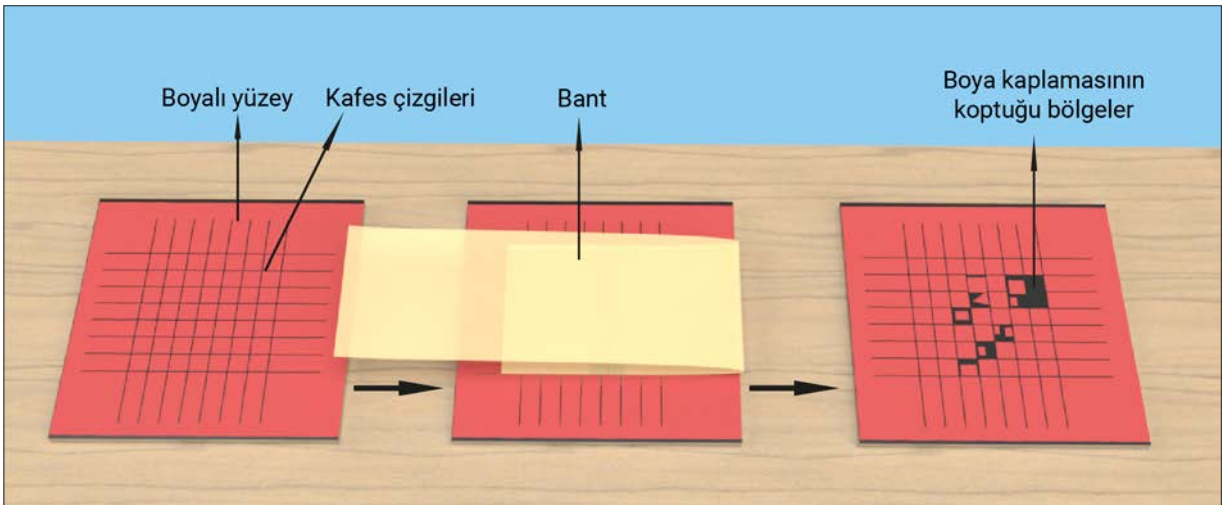
Boyanın yapışma performansını belirlemek için kafes çizgisi ve kazıma testi uygulanır. Yapışma testi sıcaklığa bağlı olduğu için elde edilen sonuçlar testin yapıldığı sıcaklıkla belirtilir.

**Kafes Çizgisi Yapışma Testi:** Boya ve vernik kaplamalarının yapışma performansını belirlemede en çok kullanılan yöntemdir. Cross-cut (kros kat) aleti kullanılarak boya üzerine kesme işlemi uygulanır (Görsel 2.11). Kesilen boyaya bant yapıştırılarak çekilir. Kuru film kalınlığı 125 mikrona kadar olan boya ve vernik kaplamalarda 6 veya 11 kesici ağız bulunan cross-cut aleti kullanılır. 125 mikrondan daha fazla kalınlığa sahip boya veya vernik kaplamalarda maket bıçağı vb. alet kullanılır. Kafes görüntüsü oluşacak şekilde dik kesme işlemi uygulanır. Kesme uzunluğu en az 20 mm olmalıdır.

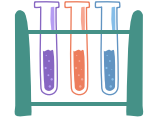


Görsel 2.11: Cross-cut kesici aleti

Kesme işleminden sonra deney alanı yumuşak bir bez veya fırça ile temizlenerek büyüteç yardımıyla incelenir. Kaplamaya uygulanan kesme işlemi boyanan yüzeye kadar inmemişse numunenin başka bir yerinde işlem tekrarlanır. Kafes şeklinde kesilen bölgeye düzgün olacak şekilde silgiyle bastırılarak bant yapıştırılır. 1 veya 2 dakika bekleme süresinden sonra 180° açı ile bant çekilir (Görsel 2.12).



Görsel 2.12: Kafes çizgisi yapışma testinin uygulanması



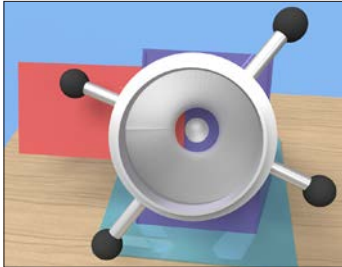
Boyanın bantla çekilmesinden sonra malzeme yüzeyi bir büyüteç ve ışık yardımı ile incelenir, değerlendirme ölçeği ile karşılaştırılır (Tablo 2.1).

Tablo 2.1: Kafes Çizgi Yönteminde Değerlendirme Ölçeği

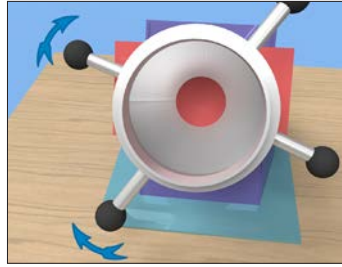
SINIFLAR	AÇIKLAMA	TEST ALAN GÖRÜNTÜSÜ
5A	Kesim kenarı düzgün kafes şeklinde ve kesişim noktalarında kopma yok.	
4A	Kesim kenarında düşük miktarda kopmalar olabilir. Kesişim noktalarında kopma %5'ten düşük.	
3A	Kesim kenarında ve kesişim noktalarında kopmalar olabilir. Kopma oranı %5 ile %15 arasındadır.	
2A	Kesim kenarında ve kesişim noktalarında kopmalar olabilir. Kopma oranı %15 ile %35 arasındadır.	
1A	Kesim kenarında ve kesişim noktalarında büyük kopmalar olabilir. Kopma oranı %35 ile %65 arasındadır.	
0A	Kenar ve kare kesişim noktalarında kopma oranı %65'ten fazladır.	

**Kazıma Testi:** Boya yapışma testi için kullanılan diğer bir yöntem ise özel bıçaklarla yapılan kazıma işlemidir. Bu yöntem boya yüzeyinde sürtünme ile ilgili parametreleri bulmak için de uygulanır. Kazıma bıçağı, boya filmi üzerine dikey olarak bastırılır ve boya tabakası 2 cm ile 5 cm arası uzunlukta kazınır. Kazıma işlemi esnasında uygulanan kuvvet, değerlendirme amacıyla kullanılır. Bu testin uygulama sıcaklığı kuvvet değeriyle birlikte belirtilir.

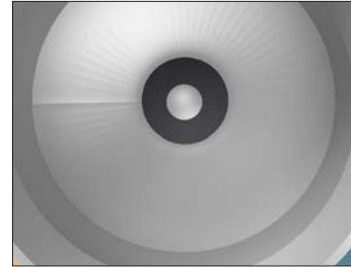
**Derin Çekme Testi:** Bu yöntem hem boya esnekliği hem de boya yapışma testinde kullanılır. Boyalı panelin arka yüzüne temas ettirilen topuz, sabit hızla hareket ettirilerek panele bastırılır (Görsel 2.13). Panelin boyalı yüzeyinde deformasyon oluşması sağlanır. Bu yönetime **Ericksen (Eriksen) deformasyon testi** de denir. Ericksen deformasyon testinde çukurlatma aleti kullanılır. Kademeli kuvvet uygulanması sonucunda boyanın yüzeyinde çatlama veya taban malzemeden ayrılma gerçekleştiğinde test sonlandırılır (Görsel 2.14). Topuzun oluşturduğu deformasyon derinliği mm cinsinden ifade edilir (Görsel 2.15). İşlemin gerçekleşme sıcaklığı da belirtilir. Bu deney 80 °C'ta 48 saat bekletilen boyalı yüzey için de tekrarlanır.



Görsel 2.13: Panelin cihaza yerleştirilmesi



Görsel 2.14: Panele kademeli kuvvet uygulanması



Görsel 2.15: Deformasyon derinliğinin belirlenmesi



Derin çekme testlerinde kullanılan cihazların manuel ve otomatik çalışan çeşitleri bulunur. Otomatik cihazlarda deformasyona neden olan ilerleme miktarı dijital ekranda verilir.

## 2.4. UYGULAMA

### KURU BOYADA ESNEKLİK TESTİ

**Amaç:** Kafes çizgisi, kazıma ve derin çekme yöntemlerini kullanarak boyanın yüzeye yapışmasını test etmek.

**Araç Gereç:** Cross-cut aleti, kazıma bıçağı, yeterli sayıda boyalı panel ve çukurlatma aleti.

#### Sağlık, Çevre ve Güvenlik Önlemleri

Çalışma koşullarına uygun kişisel koruyucu ekipmanlar kullanınız. Ortaya çıkan kontamine atıkları, ilgili yönetmeliklere uygun şekilde ortamdaki uzaklaştırınız.

- Laboratuvar çalışmaları süresince işlem basamaklarına, güvenliğe ve temizliğe dikkat ediniz.

#### Değerlendirme

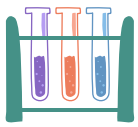
Performansınız, uygulama sonunda verilen uygulama çalışması kontrol listesine göre öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir.

#### Görev

Bu uygulamada sizden boyalı panel üzerinde yapışma testlerini aşağıda verilen işlem basamakları doğrultusunda yapmanız beklenmektedir.

#### İşlem Basamakları

1. Boya filmi kalınlığına göre boya filmi üzerinde, kafes çizgisi aleti veya kazıma bıçağı kullanarak eşit aralıklarla birbirini dik olarak kesen ve panele kadar inen eşit miktarda yatay ve düşey çizgiler çizersiniz.
2. Çizdiğiniz yatay ve düşey çizgiler üzerine yapışkan bandı yapıştırınız.
3. Bu bandı ani bir hareketle yüzeye dik olarak çekiniz ve yüzeyi inceleyiniz.
4. Kazıma bıçağının keskin yüzünü, boya filmi kaplı başka bir panel üzerine dikey olarak bastırınız.
5. Boyalı yüzeyi, kazıma bıçağıyla 2 cm ile 4 cm boyunda olacak şekilde kazıyınız.
6. Kazıma için uygulanan kuvveti değerlendiriniz.
7. Başka bir boyalı paneli, çukurlatma aletine yerleştiriniz.
8. Çukurlatma aletinin kollarını çevirerek kademeli kuvvet artışı sağlayınız.
9. Çukurlatma aletinin ayna kısmından boyalı yüzeyde değişme olup olmadığını takip ediniz.
10. Boyalı yüzeyde oluşan ilk çatlamada sıkıştırmayı durdurunuz.
11. Yapılan sıkıştırmayı cihaz üzerindeki ekrandan mm olarak not ediniz.
12. Elde edilen tüm sonuçları yorumlayarak değerlendiriniz.
13. Çalışma ortamını ve malzemeleri temizleyip teslim ediniz.
14. İşlem basamaklarında elde ettiğiniz bulguları ve gözlemlerinizi neden-sonuç ilişkisi çerçevesinde rapor hâline getiriniz.



#### KURU BOYADA ESNEKLİK TESTİ UYGULAMASI KONTROL LİSTESİ

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	Evet	Hayır
1. Laboratuvar güvenlik kurallarına uygun koruyucu kıyafetler giydi.		
2. Boya filmi üzerinde eşit aralıklarla birbirini dik olarak kesen eşit miktarda yatay ve düşey çizgiler çizdi.		
3. Çizdiği yatay ve düşey çizgiler üzerine yapışkan bandı yapıştırdı.		
4. Yapıştırdığı bandı ani bir hareketle yüzeye dik olarak çekip yüzeyi inceledi.		
5. Kazıma bıçağının keskin yüzünü başka bir boya filmi kaplı panel üzerine dikey olarak bastırdı.		
6. Boyalı yüzeyi, kazıma bıçağıyla uygun boyutta kazıdı.		
7. Kazıma için uygulanan kuvveti değerlendirdi.		
8. Başka bir boyalı paneli çukurlatma aleti içine yerleştirdi.		
9. Çukurlatma aletinin kollarını çevirerek kademeli kuvvet artışını sağladı.		
10. Çukurlatma aletinin ayna kısmından boyalı yüzeyde değişme olup olmadığını takip etti.		
11. Boyalı yüzeyde oluşan ilk çatlamada sıkıştırmayı durdurdu.		
12. Yapılan sıkıştırmayı cihaz üzerindeki ekrandan mm olarak belirledi.		
13. Elde edilen tüm sonuçları yorumlayarak değerlendirdi.		
14. Çalışma ortamını ve malzemeleri temizleyip teslim etti.		
15. Rapor hazırladı.		
"Hayır" olarak işaretlenen ölçütler için ilgili kısımları tekrar ediniz.		

## 2.3. BÜKME, KABARCIKLANMA VE PAS İLERLEMESİ TESTİ

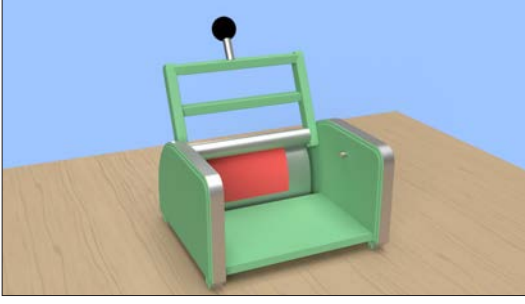
Boyanın esneklik özelliğini belirlemek amacıyla bükme testi, yapışma özelliğini belirlemek amacıyla kabarcıklanma testi uygulanır. Boyanın korozyona karşı direncini belirlemek için de pas ilerleme testi uygulanır.

### 2.3.1. Bükme Testi

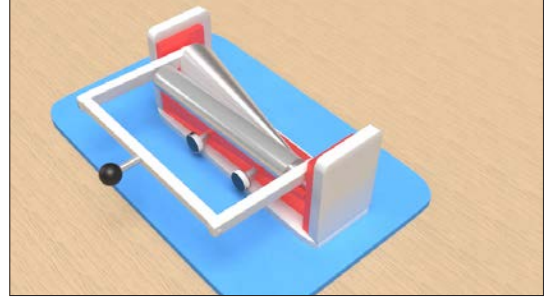
Boya filminin esnekliğini belirlemek amacıyla geliştirilmiş yöntemler ve testler vardır. Mandrel etrafında bükme testi ve T-Bend testi bu amaçla kullanılır. Bükme testlerinde testin yapıldığı sıcaklığın belirtilmesi önemlidir.

**Mandrel İle Bükme Testi:** Bükme amacıyla konik veya silindirik yapılı çelik mandrel kullanılır (Görsel 2.16 ve Görsel 2.17). Üzerine boya uygulanmış ve kurumuş boya panelleri çelik mandreller etrafında bükülür. Bükme işlemi sabit bir kuvvetle 1 saniye sürede gerçekleştirilir. Yaklaşık olarak 180° yapılan bükme işlemi sonunda boya filmi üzerinde oluşan bozulmanın sıklığı ve uzunluğu ölçülür. Bükme testi sonucunda oluşan çatlaklıkların koni tepesinden ne kadar uzaklığa kadar devam ettiği de belirtilir.

Silindirik olarak tasarlanan mandrellerde küçük çaplı silindirler kullanılması boya filmi üzerinde daha fazla yüzey tahribatına neden olur.



Görsel 2.16: Silindirik mandrel



Görsel 2.17: Konik mandrel

**T-Bend Testi:** Boyalı yüzeyin bükülmesi nedeniyle oluşabilecek çatlama ve kırılmaları öngörebilmek için boya kaplı metal levhanın kendi üzerine sürekli katlanması ile yapılan testtir.

### 2.3.2. Kabarcıklanma Testi

Boya filminin yapıştığı yüzeyin altında bulunan gaz veya sıvıların büyük bir basınç oluşturmasıyla boyanın ayrılarak kubbe şeklini alması **kabarcıklanma** olarak tanımlanır (Görsel 2.18). Boyanın kabarcıklanması çok nemli ortamlarda bulunan yüzeylerde, gemilerin su altı bölümünde, nakliye ya da depolama tanklarının sıvı içine batmış kısımlarında ve su buharının sürekli yoğunlaştığı boyalı yüzeylerde görülür.

Nemli havalarda düşük miktarda su buharı boya yüzeyine absorbe olur. Absorbe olan su sıcak koşullarda yeniden buharlaşır. Bu süreç doğru yapılmış boya uygulamasına zarar vermez. Ancak boya filmi içerisinde sürekli olarak nem kalması kabarcıklanmaya neden olur. Oluşan kabarcık, boya filmini yüzeyden ayırır.



Görsel 2.18: Kabarcıklanmış boyalı yüzey

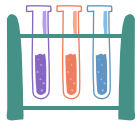
Kabarcıklanma kusuru solvent buharlaşmasından dolayı da meydana gelebilir. Solvent bazlı boyalarda solventin tamamı buharlaşmadan boya filmi kurursa buharlaşmayan solvent, kabarcıklanmaya neden olur.

Uygulama ortamında bulunan kirlilikler, boyanın altındaki tabakaya güçlü bir şekilde yapışmaması, boyanın uygun viskozitede uygulanmaması, sıcak havalarda çok kalın kat uygulama yapılması, katlar arasında solventlerin buharlaşmasına fırsat verecek sürelerde beklenilmemesi, uygulama sırasında hava basıncının yüksek olması kabarcıklanmaya neden olabilecek uygulama hatalarıdır.

**Buhar Banyosu:** Kabarcıklanma testi için buhar banyosu (nem kabini) kullanılır (Görsel 2.19). Buhar banyolarında %90 nem ve ortalama 40 °C sıcaklık ile test gerçekleştirilir. Test kabini kimyasal maddelere, korozyona ve yüksek sıcaklıklara dayanıklıdır. Kabin içinde bulunan nem ünitesi paslanmaz çelikten üretilir. Test ve plakalar cihaz ekranından gözle takip edilecek şekilde tasarlanır. Nem oranı uygun oranlarda sabitlenebilir.



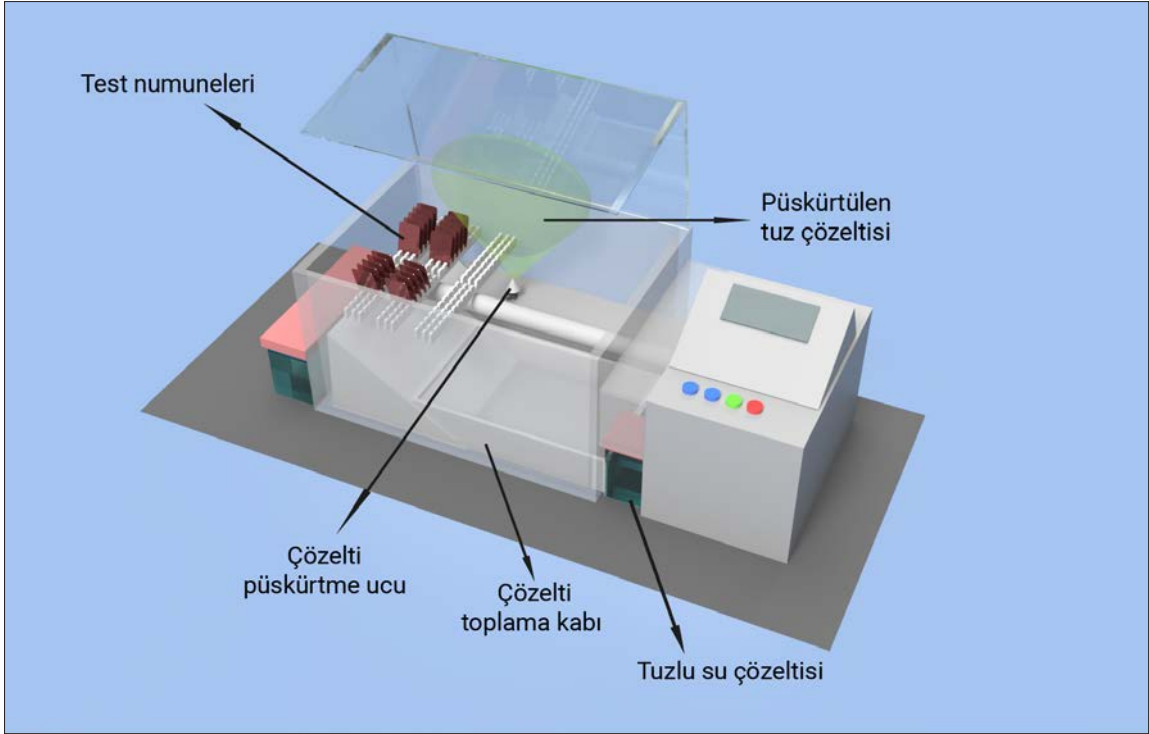
Görsel 2.19: Buhar kabini



### 2.3.3. Pas İlerlemesi Testi

Metallerin bulunduğu ortamda kimyasal veya elektrokimyasal etkilere maruz kalarak metalik özelliklerini kaybetmeleri **korozyon** olarak tanımlanır. Korozyona uğrayan metalin mekanik özellikleri değişir, sağlamlığı ve işlevselliği korozyon ilerledikçe azalır. Demirin paslanması ve bakırın yeşillenmesi korozyon olayına örnektir.

Ürün yüzeyine koruma amacıyla uygulanan boya ya da kaplamanın kalitesini belirlemek için **pas ilerlemesi testi** yapılır. Aşındırıcı etkiye sahip sıvıyla temas eden boya yüzeyinde meydana gelen elektriksel, fiziksel ya da kimyasal değişimler belirlenir. Korozyon testi bir kabin içinde ürünün maruz kalacağı ortamın ürüne uygulanmasıyla gerçekleşir. Uygulama yapılan kabinler, oksitlenmeye karşı dayanıklıdır. Ayrıca bu kabinlerin yüksek kalitede havalandırma özelliğine sahip özel tasarlanmış sistemleri vardır (Görsel 2.20).



Görsel 2.20: Pas ilerlemesi test cihazı

Pas ilerlemesi testi savunma, havacılık, otomotiv ve enerji sanayisinde kullanılan metal ürünlerin kalite ve sertifikasyon işlemleri için zorunludur. Bu test; kullanılan metallerin üzerinde koruyucu olarak kullanılan boya ve kaplamaların kalitesini belirlemek, ortaya çıkacak olası sorunları saptamak, müşteriye teslim edilecek ürünlerin kalitelerinin garantisini sağlamak ve tasarım hatalarını öngörmek için yapılır.

Pas ilerlemesi testlerinde yaygın olarak tuzlu su püskürtme yöntemi kullanılır. Testin şiddetini artırmak amacıyla farklı kimyasal maddeler de ortama eklenebilir.

**Tuz Püskürtme Testi:** Tuz püskürtme testi nispeten basit bir korozyon testidir. Sabit bir sıcaklıkta (genellikle 35 °C) tutulan bir ortamda boyalı nesnenin bulunduğu atmosfer koşullarında belli aralıklarla tuzlu su çözeltisi (kütlece %5'lik) püskürtülür. Test süresi 96 saat ile 2.000 saat aralığında değişir. Tuz püskürtme testinde boyalı panel çeşitli şekillerde tahrip edilir. Test sonunda tahrip edilen kısımlarda pas incelemesi yapılır.

**2.5. UYGULAMA****BOYAYA UYGULANAN BÜKME, KABARCIKLANMA VE PAS İLERLEMESİ TESTLERİ**

**Amaç:** Silindirik bükme aleti, buhar banyosu ve tuzlu su püskürtme cihazı kullanarak boyalı panellerin bükme, kabarcıkklanma ve pas ilerlemesine karşı dirençlerini test etmek.

**Araç Gereç:** Silindirik bükme aleti, buhar banyosu, tuzlu su püskürtme cihazı, 100 x 150 mm ebadında galvanizli ya da sac levhalar, astar boya, son kat boyası, bıçak, etüv, mercek ve aplikatör.

**Sağlık, Çevre ve Güvenlik Önlemleri**

Bu çalışmayı, kesinlikle solvent bazlı boylarla **yapmayınız**. Çalışma koşullarına uygun kişisel koruyucu ekipmanlar kullanınız. Ortaya çıkan kontamine atıkları, ilgili yönetmeliklere uygun şekilde ortamdaki uzaklaştırınız.

- Laboratuvar çalışmaları süresince işlem basamaklarına, güvenliğe ve temizliğe dikkat ediniz.

**Değerlendirme**

Performansınız, uygulama sonunda verilen uygulama çalışması kontrol listesine göre öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir.

**Görev**

Bu uygulamada sizden metal panel üzerinde bükme, kabarcıkklanma ve pas ilerlemesi testlerini aşağıda verilen işlem basamakları doğrultusunda yapmanız beklenmektedir.

**İşlem Basamakları**

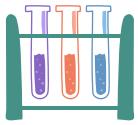
1. Sac veya galvanizli plakaya yaklaşık 100 mikrometre astar uygulayıp astarın kurummasını bekleyiniz.
2. Düz renk için yaklaşık 50 mikrometre, metalik renk için yaklaşık 20 mikrometre son kat boya uygulayarak boyanın kurummasını bekleyiniz.
3. Yaklaşık 40 mikrometre vernik uygulayarak verniğin kurummasını bekleyiniz.
4. Hava akımı olan bir ortamda 1 gün bekletiniz.
5. Uygun çapta silindiri bükme aletine yerleştiriniz.
6. Test plakasını plakanın boyasız yüzeyi öne gelecek şekilde vidalayınız.
7. Bükme aletinin kolunu 2 saniye kadar çekiniz.
8. Plakayı çıkarınız ve panel yüzeyinde çatlamanın olup olmadığını inceleyiniz.

**Kabarcıkklanma Testi**

9. Test edilecek boyalı sac plakayı buhar banyosu cihazındaki formika raf üzerine yerleştiriniz.
10. Boyalı plakayı buhar banyosunda 40 °C sıcaklıkta ve %90 nem ortamında uygun görülen sürede bekletiniz.
11. Test süresi tamamlanan boyalı parçayı çıkartıp kâğıt havlu üzerinde kurumaya bırakınız.
12. 60 dakika sonra boyalı plakayı inceleyiniz.
13. 24 saat sonra ikinci incelemeyi yapınız.

**Pas İlerlemesi Testi**

14. Boyanmış sac plakaya 1 mm genişliğinde, 45° açıyla birbirini kesen ve alt yüzeye kadar inen iki çapraz çizgi çizin.
15. Boyası çizilen sac plakayı tuzlu su püskürtme cihazına yerleştiriniz.
16. Ortamın sıcaklığını yaklaşık 35 °C'a ayarlayınız.



17. Cihaza yerleştirilen parçanın üzerine kütlece %5'lik tuzlu su sisini püskürtmek için aleti çalıştırınız.
18. Öngörülen süre sonunda çizik üzerinde meydana gelen paslanmayı kontrol ediniz.
19. Çalışma ortamını ve malzemeleri temizleyip teslim ediniz.
20. İşlem basamaklarında elde ettiğiniz bulguları ve gözlemlerinizi neden-sonuç ilişkisi çerçevesinde rapor hâline getiriniz.

#### BÜKME, KABARCIKLANMA VE PAS İLERLEMESİ TESTLERİ UYGULAMASI KONTROL LİSTESİ

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	Evet	Hayır
1. Laboratuvar güvenlik kurallarına uygun koruyucu kıyafetler giydi.		
2. Sac veya galvanizli plakaya astar uygulayıp astarın kurummasını bekledi.		
3. Astar üzerine son kat boya uygulayıp boyanın kurummasını bekledi.		
4. Son kat boya üzerine vernik uygulayıp verniğin kurummasını bekledi.		
5. Boya uygulaması tamamlanan plakayı hava akımı olan bir ortamda 1 gün bekletti.		
6. Uygun çapta silindiri bükme aletine yerleştirdi.		
7. Test plakasını silindirik bükme aletine yerleştirdi.		
8. Boyalı plakaya bükme işlemi uyguladı.		
9. Plakanın boyalı yüzeyinde çatlama olup olmadığını inceledi.		
10. Boyalı sac plakayı buhar banyosu cihazına yerleştirdi.		
11. Boyalı plakayı buhar banyosunda yeterli süre bekletti.		
12. Test süresini tamamlayan boyalı parçayı kuruttu.		
13. Boyalı plakayı 60 dakika sonra inceledi.		
14. 24 saat sonra ikinci değerlendirmeyi yaptı.		
15. Boyanmış sac plakaya uygun şekilde iki çapraz çizgi çizdi.		
16. Boyası çizilen sac plakayı tuzlu su püskürtme cihazına yerleştirdi.		
17. Tuzlu su püskürtme cihazını 35 °C'a ayarladı.		
18. Tuzlu su püskürtme cihazını çalıştırdı.		
19. Test sonunda çizik üzerinde meydana gelen paslanmayı inceledi.		
20. Çalışma ortamını ve malzemeleri temizleyip teslim etti.		
21. Rapor hazırladı.		
"Hayır" olarak işaretlenen ölçütler için ilgili kısımları tekrar ediniz.		

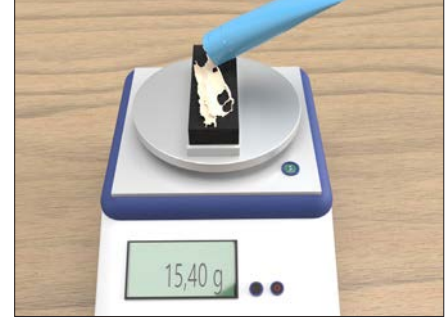
## 2.4. OVALAMA VE SUYA DAYANIKLILIK TESTİ

Ovalama ve suya dayanıklılık testleri, boyaların silinebilirliğinin ve neme dayanıklılığının tayini için belirli standartlara göre yapılan testlerdir.

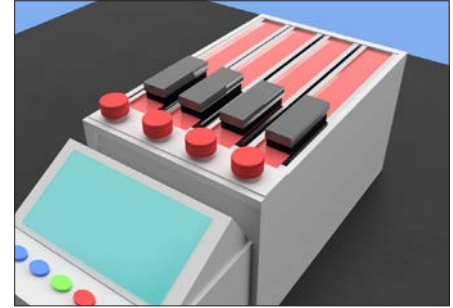
### 2.4.1. Ovalama Testi

Ovalama testi, boyanın silinmesi sırasında oluşan aşınma direncinin renk ve parlaklık değişimini belirlemek amacıyla yapılan testtir. Bunun için silmeyi simüle eden otomatik cihazlar geliştirilmiştir. Pigment, boya üretiminde ne kadar öğütülmüş olsa da solvent bazlı ortamlarda kullanıldığında topaklanmış hâle gelebilir. İyi disperse edilmemiş boyalar uygulama aşamasında renk şiddetinin değişmesine neden olur. Bu durum boyalar için önemli bir sorundur.

Boya dispersiyonunun doğru yapılabildiğini tespit etmek için **rub out (rab aut) testi** (ovalama testi) uygulanır. Bu test el ile yapılabildiği gibi bu işlem için üretilen cihazlarla da yapılabilir. El ile yapılan ovalama testinde yaş boya cam panele ince bir film oluşturacak şekilde uygulanır. Boya filmi kurumaya çok yakın bir evrede iken boyanmış kısmın bir bölümü işaret parmağı ile yaklaşık 30 saniye ovalanır. El ile yapılan ovalama işleminde boya içinde mevcut topaklanmalar var ise bu topaklar parçalanır. Topaklanmaların parçalanması nedeniyle ovalanan kısmın renginde ve renk şiddetinde değişim olabilir. Bu işlemin cam panel üzerinde yapılması, ovalanmayan kısımla karşılaştırma açısından kolaylık sağlar. Ovalanan kısımla ovalanmayan kısım arasındaki renk ve renk şiddeti farklılığı göz veya kolorimetre yardımıyla belirlenir. Rengin koyulaşması, boyanın iyi stabilize olmadığını; rengin açık kalması ise beyaz pigmentin iyi stabilize olmadığını gösterir.



**Görsel 2.21:** Fırça yüzeyine ovalama çözeltisi eklenmesi



**Görsel 2.22:** Ovalama makinesiyle yapılan simülasyon

Cihazlarla yapılan ovalama deneylerinde ovalama yapılan panel belirli sıcaklıkta ve nemde bekletilir. Ovalama cihazları su bazlı boyaların ıslak ovmaya karşı direncini ölçer. Boyalı panel, yatay konumda olacak şekilde cihaza yerleştirilir. Cihazlarda ovalama işlemi fırça yardımıyla gerçekleştirilir. Bir gece deterjanda bekletilen ovalama fırçası üzerine ovalama çözeltisi dökülür (Görsel 2.21). Aynı çözeltiden boyalı panel üzerine de dökülür. Daha sonra cihaz çalıştırılarak ovalama işlemi başlatılır (Görsel 2.22). Belirli zaman aralıklarında boyalı panelin yüzeyine ovalama çözeltisi eklenir. Boya filminin tamamen aşınması için fırçanın gidiş geliş sayısı sayaçtan okunarak belirlenir.

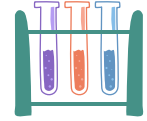
## 2.4.2. Suya Dayanıklılık Testi

Su ve nemle sürekli temas hâlinde bulunan boyalı yüzeylerde deformasyon oluşmaması için geliştirilen boya türleri vardır. Bu amaç doğrultusunda üretilen boyalara küf oluşumunu engelleyen katkı maddeleri eklenir. Bu boyalar; suya ve neme dayanıklı olması nedeniyle banyo, mutfak, depo, tuvalet vb. yerlerde kullanılır. Suyla teması hâlinde boya yüzeyinin silinmesine gerek yoktur. Bu boyalar, iz bırakmadan kendi kendine kuruma özelliğine sahiptir.

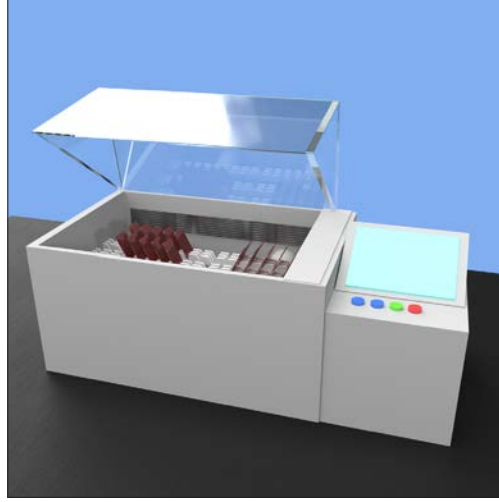
Yüzeye uygulanmış ve sertleşmesini tamamlamış boya filminin suya ve neme karşı direncini belirlemek için geliştirilmiş yöntemler vardır. Bu amaçla en fazla uygulanan test çeşitleri şunlardır:

**Suya Daldırma Testleri:** Tüm yüzeyi boyayla kaplanmış panel ya da eşya, belirli sıcaklık ve sürede suda bekletilir. Metalik yüzeylere uygulanan sanayi boyalarında uygun sıcaklık ve süreler 60 °C'ta 24 saat, 40 °C'ta 10 gün veya 21 gündür. Test sonunda boya filmi yüzeyinde meydana gelen bozulma ve deformasyonlar gözlemlenir. Yüzey üzerinde meydana gelen kabarcık oluşumu, sütünlenme, renk değişimi, matlaşma, yapışmanın zayıflaması, pas oluşumu gibi olumsuzluklar değerlendirilir. Bu amaçla tanımlanmış standartlar mevcuttur.

**Kataplazma (Lapa) Testleri:** Otomotiv sektöründe sıkça uygulanan ve üzeri kılıfla örtülü hâldeyken önce yoğun yağmura, ardından da yüksek sıcaklığa maruz kalan araçların boya direncini ölçmek amacıyla yapılır. Boya uygulanmış ve kurumasını tamamlamış test panelinin bir bölümü, suyla doymuş hâle getirilmiş pamuk ile temas ettirilir. Suyla doyurulmuş pamuktan suyun buharlaşmasını önlemek için alüminyum folyo ile kaplama yapılır. Daha sonra test paneli uygun sıcaklığa ayarlanmış fırına yerleştirilir. Test koşulları 60 °C'ta 8 saat, 16 saat ve 24 saat olarak uygulanır. Islak pamukla temas ettirilen yüzey üzerinde suya karşı direnç belirlenir. Test sonucunda yüzey bölümü üzerinde meydana gelen kabarcıklanma, renk değişimi, matlaşma, sütünlenme vb. deformasyonlar gözlemlenir.



**Yoğuşmalı Nem Testi:** Boyanın su direncini ölçmek için kullanılan hızlandırılmış testlerden biridir. Bu test uygun sıcaklıkta ve neme doymun hâle getirilen kabinlerde yapılır. Test panelleri kabinin iç yan duvarında bulunur ve zeminde bulunan suyla teması yoktur (Görsel 2.23).



**Görsel 2.23:** Yoğuşmalı nem testi kabini

Yoğuşmalı nem testinde kabinin iç sıcaklığı, dış sıcaklığa göre en az 10 °C daha yüksek olmalıdır. Kabin içindeki su buharının boyalı panelin yüzeylerinde yoğuşması sağlanarak test süresince boyalı yüzeylerin ince bir nem tabakasıyla kaplı hâle olması sağlanır. 40 °C, 50 °C, 60 °C gibi sıcaklıklarda yürütülen yoğuşmalı nem testleri boyadan beklenen nem direncine göre 5 gün, 10 gün, 15 gün, 20 gün gibi sürelerle yapılır. Test süresi sonunda yüzey üzerinde meydana gelen kabarcık oluşumu, sütlenme, renk değişimi, yapışma, paslanma gibi kusurlar incelenir.

**Yoğuşmasız Nem Testi:** Yoğuşmalı nem testinde boyalı panel sürekli olarak su filmiyle kaplıdır. Yoğuşmasız nem testinde boyalı panelin farklı kısımları farklı zaman aralıklarında su filmiyle kaplanır. Bu amaçla geliştirilen nem kabinleri sabit sıcaklıktadır. Paneller ise kabin içinde asılı vaziyettedir (Görsel 2.24). Kabin içinde bulunan hava neme doymuş durumdadır.



**Görsel 2.24:** Yoğuşmasız nem testi kabini

Yoğuşmasız nem testinin süre ve sıcaklıkları, yoğuşmalı nem testinde belirtilen değerler ile örtüşebilir. Yoğuşmalı ve yoğuşmasız nem testlerinde, boya filminin yüzeye erişilecek derinlikte çizilmesi ve sonuçların referans bir boya ile karşılaştırılması gerekir. Test sonrasında çizgi civarında meydana gelen bozulmalar değerlendirilir.



**2.6. UYGULAMA****KURU BOYAYA UYGULANAN OVALAMA VE SUYA DAYANIKLILIK TESTLERİ**

**Amaç:** Yıkama makinesi ve su banyosu cihazı kullanarak boyalı panellerin ovalamaya ve neme karşı dirençlerini test etmek.

**Araç Gereç:** Yıkama makinesi, fırça, cam plaka, takoz, contalı çerçeve, aplikatör, cam ve plastik panel, yapışkan kâğıt bant, zımpara, deterjan, ovalama çözeltisi, sac panel (150 mm x 70 mm x 0,8 mm), otomatik film çekme aplikatörü ve su banyosu.

**Sağlık, Çevre ve Güvenlik Önlemleri**

Bu çalışmayı, kesinlikle solvent bazlı boyalarla **yapmayınız**. Çalışma koşullarına uygun kişisel koruyucu ekipmanlar kullanınız. Ortaya çıkan kontamine atıkları, ilgili yönetmeliklere uygun şekilde ortamdaki uzaklaştırınız.

- Laboratuvar çalışmaları süresince işlem basamaklarına, güvenliğe ve temizliğe dikkat ediniz.

**Değerlendirme**

Performansınız, uygulama sonunda verilen uygulama çalışması kontrol listesine göre öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir.

**Görev**

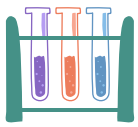
Bu uygulamada sizden ovalama ve suya dayanıklılık testlerini aşağıda verilen işlem basamakları doğrultusunda yapmanız beklenmektedir.

**İşlem Basamakları****Ovalama Testi**

1. Plastik ve cam panellerin temiz olup olmadığını kontrol edip kirli olanları temizleyiniz.
2. Boyanan plastik paneli cam plakanın üzerine yerleştirip bantla sabitleyiniz.
3. Boyalı paneli 25 °C'ta ve %50 nemli ortamda yatay pozisyonda bekletiniz.
4. Deney panelini, takozlu plakanın üzerine uygun şekilde yerleştirip contayla sabitleyiniz.
5. Deneyde kullanılacak fırçayı deterjan içinde bir gece bekletip fazla deterjanı uzaklaştırınız.
6. Fırçayı tutucuya yerleştirdikten sonra fırçanın üzerine ovalama çözeltisinden 10 g dökünüz.
7. Fırçanın gidiş geliş yolunu 5 mL su ile ıslatınız.
8. Sayacı sıfırlayıp deneye başlayınız.
9. Her 400 gidiş gelişten sonra 10 g ovalama çözeltisi ilave ediniz.
10. Panel yüzeyi ilk görüldüğü anda cihazı durdurarak gidiş geliş sonucunu sayaçtan okuyunuz.

**Suya Dayanıklılık Testi**

11. Sac panel üzerinde bulunan yağ ve pas lekelerini gideriniz.
12. Panelin üzerine kuru film kalınlığı 60 mikron olacak şekilde aplikatör ile boya uygulayınız.
13. Boya uygulanan paneli 25 °C ve %50 nemli ortamda 72 saat kurutunuz.
14. Boyalı panelin %75'ine gelecek şekilde su banyosuna saf su koyarak test sıcaklığını 40 °C'ta sabitleyiniz.
15. Tanktaki suyun havalandırmasını ve sirkülasyonunu başlatınız.
16. Boyalı panellerin arasındaki mesafenin uygun aralıkta olmasına dikkat ederek boyalı panelleri tankta 3 gün bekletiniz.
17. Bu süre zarfında deney suyunda bulanma olması durumunda suyu değiştiriniz.
18. Her panelin yüzeyinde meydana gelen deformasyonları inceleyerek değerlendiriniz.



19. Boyalı paneli korozyon olmayan boya sökücüyle temizleyerek korozyon olup olmadığını değerlendiriniz.
20. Çalışma ortamını ve malzemeleri temizleyip teslim ediniz.
21. İşlem basamaklarında elde ettiğiniz bulguları ve gözlemlerinizi neden-sonuç ilişkisi çerçevesinde rapor hâline getiriniz.

#### OVALAMA VE SUYA DAYANIKLILIK TESTLERİ UYGULAMASI KONTROL LİSTESİ

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	Evet	Hayır
1. Laboratuvar güvenlik kurallarına uygun koruyucu kıyafetler giydi.		
2. Plastik ve cam panellerin yüzeylerinin temiz olmasını sağladı.		
3. Boyanan plastik paneli cam plakanın üzerine sabitledi.		
4. Boyalı paneli 25 °C'ta ve %50 nemli ortamda yatay pozisyonda bekletti.		
5. Deney panelini, takozlu plakanın üzerine sabitledi.		
6. Fırçayı deterjan içinde bir gece bekletti.		
7. Fırçayı tutucuya yerleştirip üzerine ovalama çözeltisinden döktü.		
8. Fırçanın gidiş geliş yolunu su ile ıslattı.		
9. Sayacı sıfırlayarak deneyi başlattı.		
10. Periyodik olarak ovalama çözeltisi ilave etti.		
11. Boyasız yüzey görüldüğü anda cihazı durdurarak sonucu sayaçtan okudu.		
12. Sac panel üzerinde bulunan yağ ve pas lekelerini temizledi.		
13. Panel üzerine aplikatör ile boya uyguladı.		
14. Boya uygulanan paneli uygun şartlarda kuruttu.		
15. Boyalı panelin %75'ine gelecek şekilde su banyosuna saf su koyarak sıcaklığı 40 °C'ta sabitledi.		
16. Tanktaki suyun havalandırmasını başlattı.		
17. Tanktaki suyun sirkülasyonunu başlattı.		
18. Boyalı panelleri tankta 3 gün bekletti.		
19. Deney suyunda bulanma olması durumunda suyu değiştirdi.		
20. Her panelin yüzeyinde meydana gelen deformasyonları inceleyerek değerlendirdi.		
21. Boyalı paneli korozyon olmayan boya sökücüyle temizleyerek korozyon olup olmadığını değerlendirdi.		
22. Çalışma ortamını ve malzemeleri temizleyip teslim etti.		
23. Rapor hazırladı.		
"Hayır" olarak işaretlenen ölçütler için ilgili kısımları tekrar ediniz.		

## 2.5. RENK SOLMASI, TAŞ ÇARPMA DİRENCİ VE POR TESTİ

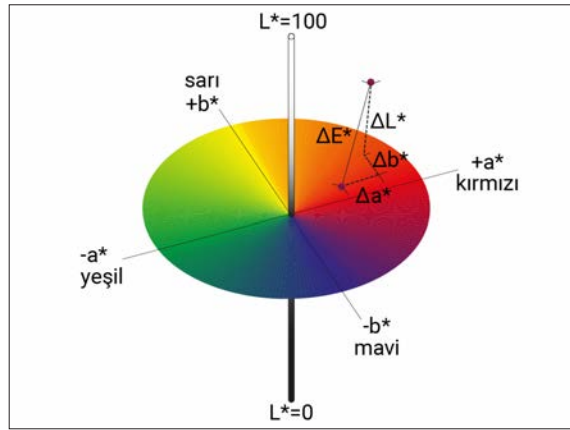
Boyanın solmasına neden olan en büyük etki UV ışığıdır. Taş çarpma direnci ve geçirgenlik ise boyanın fiziksel özellikleri ile ilgilidir.

### 2.5.1. Renk Solması (Boyada Yaşlanma)

Boya rengini tanımlayan üç parametre vardır. Bu parametreler **L**, **a** ve **b**'dir (Görsel 2.25).

- **L** değeri (L 0=siyah, L 100=beyaz) arasında değer alır ve parlaklığı tanımlar.
- **a** değeri kırmızı ile yeşil arasındaki renk tonunu tanımlar. Pozitif değerlerde kırmızıya ( $a > 0$ ), negatif değerlerde yeşile yaklaşır ( $a^*$ ) arasındaki renk tonunu tanımlar.
- **b** değeri sarı ile mavi arasındaki renk tonunu tanımlar. Pozitif değerlerde sarıya ( $b > 0$ ), negatif değerlerde maviye yaklaşır ( $b$ ) arasındaki renk tonunu tanımlar.

İki renk arasındaki farklılık  $\Delta E$  değeriyle ifade edilir.  $\Delta E$  değeri renklendirme işleminin yapıldığı üretim sektöründe oldukça önemlidir.



Görsel 2.25: L, a ve b parametreleri ile renk tonu tanımlama sistemi

Boyanın yapısında bulunan polimer zincirlerinde meydana gelen geri dönüşümsüz değişiklikler **solma (yaşlanma)** olarak adlandırılır. Yaşlanmaya en çok neden olan etki mor ötesi (UV) ışınlarıdır. Güneş ışığının etkisi altında bulunan boyalarda UV ışınları karbon atomundan hidrojen kopartarak radikaller oluşturur. Oluşan hidrojen radikalleri birleşip hidrojen molekülü olarak ortamı terk eder. Geriye kalan karbon radikalleri birleşerek yeni bağların kurulmasına neden olur. Bu ise geri dönüşümü olmayan yapısal değişiklikleri meydana getirir.

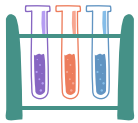
Karbon radikalleri, havanın oksijeni ile birleşerek peroksit oluşmasına ve polimer zincirlerinin oksitlenmelerine yol açar. Havadaki nemin miktarı ve sıcaklık değişimleri bu olayları etkiler, bu durum da solmanın hızını etkiler.

Solma, yavaş ilerleyen bir süreç olduğu için boyanın solmaya ne kadar yatkın olduğu hızlandırılmış testlerle anlaşılır. Bu testler sonunda tebeşirlenme, çatlama, kabarcıklanma, örtme kaybı vb. özellikler de incelenir. Bu amaç için UV ışını sürekli veya kesikli olarak verilebilir.

Aynı testlerde UV ışını akışı, UV ışını dalga boyu, sıcaklık ve nem etkisi parametreleri birlikte incelenebilir. UV ışınının 295 nm'den daha düşük dalga boyları yüksek enerjileri nedeniyle kullanılmaz.

Solma ve sararmaya karşı boyanın direncini ölçmek için Arap zamkı gibi bir bağlayıcı madde kullanılarak parşömen kâğıdı üzerine boya uygulanır. Numune kurutularak iki parçaya ayrılır. Parçalardan biri yoğun ışığa maruz kalacak şekilde diğeri ise ışık görmeyecek şekilde bekletilir. Yaklaşık iki ay sonra iki numunenin renk tonları karşılaştırılır.

Hızlandırılmış renk solma testini yapmak için kullanılan cihazlar vardır. Bu cihazlardan biri de ksilon makinesidir. Ksilon makinesinin içinde 400 nm ile 700 nm arasında dalga boyuna sahip ışık üreten UV lambası vardır. İnşaat boyalarının testi yaklaşık olarak 500 saat sürer. Hızlandırılmış renk solma



testi yapılmadan önce renk ölçüm değerleri (L, a, b) belirlenir. Daha sonra boyalı panelin yarısı alüminyum folyo ile kaplanır. Boyalı panel UV lambasının bulunduğu ksilon cihazı içine yerleştirilerek yaklaşık 500 saat bekletilir. Deney sırasında boya renginde solma olup olmadığı kontrol edilebilir. İşlem bittikten sonra spektrofotometre ile yeniden L, a ve b değerleri ölçülür. Renk farkı  $\Delta E$  değeriyle bulunur.  $\Delta E$  değerine göre renk tonundaki fark Tablo 2.1'e göre yorumlanır.

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

formülü ile hesaplanır.

Tablo 2.1:  $\Delta E$  Değerinin Yorumlanması

$\Delta E$	İNSAN GÖZÜNÜN ALGILAMASI
0-0,1 arası	Renkler arası görülebilir bir fark yok.
0,1-0,2 arası	Renk uzmanları tarafından fark edilebilir seviye
0,2-0,4 arası	Normal bir insan tarafından fark edilebilir seviye
0,4-0,8 arası	Yoğun fark kontrolü yapıldığında kullanılan seviye
0,8-1,5 arası	Ürünlerin renk kontrolünde kullanılan seviye
1,5-3,0 arası	Renkler değiştirilmeden yan yana renklerin görüldüğü seviye
3,0-12 arası	Renk şikâyetlerinin başladığı seviye
12 üzeri	Başka bir renk

## 2.7. UYGULAMA

### RENK SOLMASI TESTİ

**Amaç:** UV ışınına maruz kalan boyanın renk solmasını gözlemlemek.

**Araç Gereç:** Ksilon cihazı, alüminyum folyo, boya, panel.

#### Sağlık, Çevre ve Güvenlik Önlemleri

Bu çalışmayı, kesinlikle solvent bazlı boyalarla **yapmayınız**. Çalışma koşullarına uygun kişisel koruyucu ekipmanlar kullanınız. Ortaya çıkan kontamine atıkları, ilgili yönetmeliklere uygun şekilde ortamdan uzaklaştırınız.

- Laboratuvar çalışmaları süresince işlem basamaklarına, güvenliğe ve temizliğe dikkat ediniz.

#### Değerlendirme

Performansınız, uygulama sonunda verilen uygulama çalışması kontrol listesine göre öğretmenin tarafından değerlendirilecektir.

#### Görev

Bu uygulamada sizden renk solması testini aşağıda verilen işlem basamakları doğrultusunda yapmanız beklenmektedir.

#### İşlem Basamakları

1. Test edilecek boyayı panelin üzerine 10-15 mikron film kalınlığı olacak şekilde uygulayınız.
2. Boyası kuruyan panelin yarısını alüminyum folyo ile maskeleyiniz.
3. Plakayı ksilon cihazında 2 saat bekletiniz.
4. Süre sonunda alüminyum folyoyu kaldırarak renk değişimini gözlemleyiniz.
5. Çalışma ortamını ve malzemeleri temizleyip teslim ediniz.
6. İşlem basamaklarında elde ettiğiniz bulguları ve gözlemlerinizi neden-sonuç ilişkisi çerçevesinde rapor hâline getiriniz.

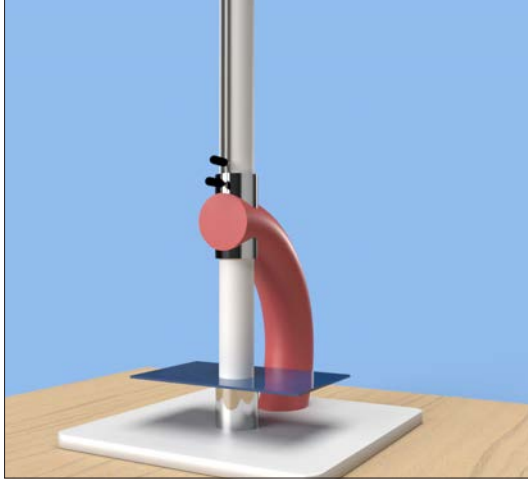
## RENK SOLMASI TESTİ UYGULAMASI KONTROL LİSTESİ

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	Evet	Hayır
1. Laboratuvar güvenlik kurallarına uygun koruyucu kıyafetler giydi.		
2. Test edilecek boyayı panel üzerine uyguladı.		
3. Boyası kuruyan panelin yarısını alüminyum folyo ile maskeledi.		
4. Plakayı ksilon cihazında 2 saat bekletti.		
5. Test sonunda renk değişimini gözlemledi.		
6. Çalışma ortamını temizledi.		
7. Rapor hazırladı.		
"Hayır" olarak işaretlenen ölçütler için ilgili kısımları tekrar ediniz.		

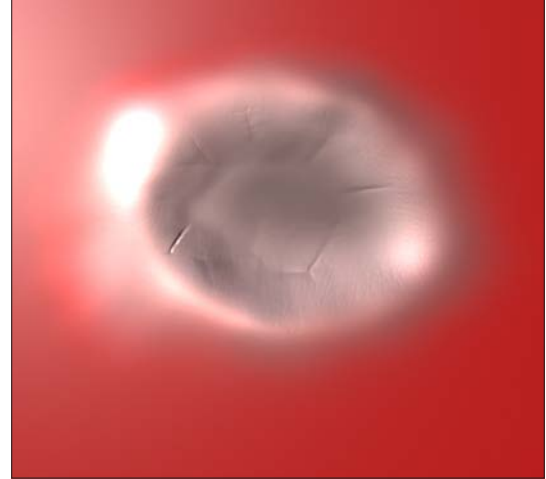
### 2.5.2. Taş Çarpma Direnci

Boyanın fiziksel kuvvetlere karşı direncini ölçmek amacıyla darbe ve taş çarpma testi uygulanır.

**Darbe Testi:** Belirli bir ağırlığa sahip, alt ucu yarı küresel çelik bir maddenin artan yüksekliklerde boya filmi üzerine düşürülmesiyle uygulanır (Görsel 2.26 ve Görsel 2.27). Boya filminde çatlamanın görülmediği en son darbe işlemi boya filminin darbe direnci olarak hesaplanır. Darbe direnci kütle ve yükseklik değerlerinin çarpımına eşittir. Düşürülen cismin kütlesi ve yarıçapı farklı olarak tasarlanmış darbe testi cihazları vardır.

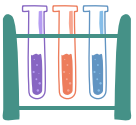


Görsel 2.26: Darbe testi cihazı

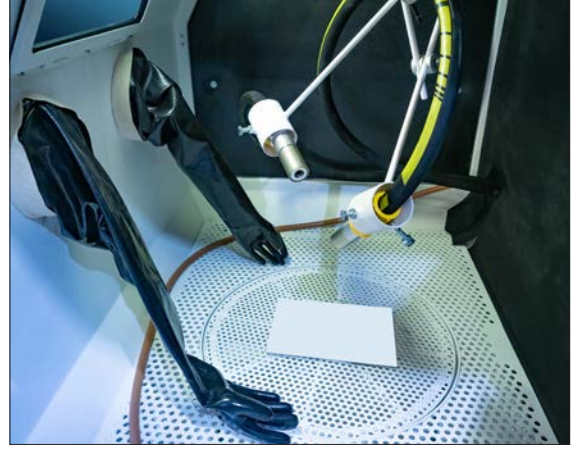


Görsel 2.27: Darbe sonucu boya yüzeyinde oluşan deformasyon

**Taş Çarpma Direnci:** Bu testte orijinal ve tamir amaçlı kullanılan otomotiv boyaalarının yollardan sıçrayan taşların etkisine karşı direnci ölçülür. Test farklı koşul ve sıcaklıklarda yapılır. Çok sayıda aşındırıcı etkiye sahip olan parçalar basınçla boyalı yüzeye püskürtülür. Kullanılan aşındırıcının türü, miktarı, uygulama basıncı ve test sıcaklığı sonuçları etkileyen parametrelerdir. Test sonunda boyalı yüzeyde oluşan hasar miktarı uygun referanslarla karşılaştırılır. Boya filmi üzerinde meydana gelen kopmaların yüzey ya da ara kat uygulamalarından olup olmadığı belirlenir. Bunu belirlemek için test sonrasında panel, doygun bakır sülfat çözeltisine batırılır. Yüzeyin üzerinden boya dökülmesi sonrasında açığa çıkan metal yüzey bakır iyonuyla tepkime verir. Yüzey bakırın kırmızı rengiyle kaplanır.



Taş püskürtme cihazı boyanın direnç testlerinin yapılması için kullanılır. Kabinin alt kısmında bulunan aşındırıcı malzeme basınçlı hava ile emilerek püskürtülür. Testi yapan kişi; koruyucu eldiven kullanarak bir eliyle kumlanacak malzemeyi, diğer eliyle de kumlama tabancasını tutar ve kumlama işlemi gerçekleştirir (Görsel 2.28). Taş püskürtme testinde kum ya da grit gibi aşındırıcı malzemeler kullanılır. Bu malzemeler kuvars nitelikli olmalı ve içinde demir, tuz ve kil bulundurmamalıdır. Taş püskürtme sırasında kullanılan aşındırıcı malzemeler tekrar başka bir testte kullanılmaz. Bunun nedeni taş püskürtülen malzeme üzerindeki kirleticilerin aşındırıcıya karışması ve aşındırıcının özelliğini bozmasıdır.



Görsel 2.28: Kumlama kabini

## 2.8. UYGULAMA

### TAŞ ÇARPMA DİRENCİNİN BELİRLENMESİ

**Amaç:** Boya filminin taş çarpmaya karşı direncini belirlemek.

**Araç Gereç:** Taş püskürtme cihazı, 500 gram kırık bilye, boyalı plaka ve tuzlu su püskürtme kabini.

#### Sağlık, Çevre ve Güvenlik Önlemleri

Çalışma koşullarına uygun kişisel koruyucu ekipmanlar kullanınız. Ortaya çıkan kontamine atıkları, ilgili yönetmeliklere uygun şekilde ortamdaki uzaklaştırınız.

- Laboratuvar çalışmalarını süresince işlem basamaklarına, güvenliğe ve temizliğe dikkat ediniz.

#### Değerlendirme

Performansınız, uygulama sonunda verilen uygulama çalışması kontrol listesine göre öğretmenin tarafından değerlendirilecektir.

#### Görev

Bu uygulamada sizden taş çarpma direncini aşağıda verilen işlem basamakları doğrultusunda belirlemeniz beklenmektedir.

#### İşlem Basamakları

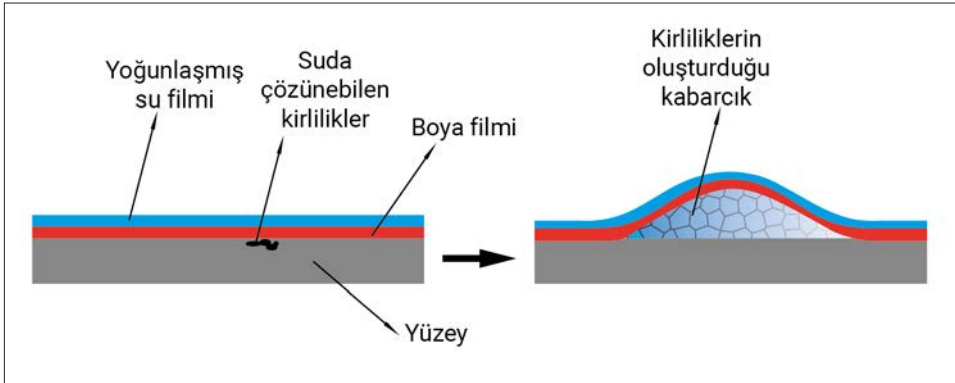
1. Basınçlı hava sistemindeki filtreyi temizleyiniz.
2. Hava basıncını uygun değere ayarlayınız.
3. Boyalı metal plakayı kabine yerleştirip sabitleyiniz.
4. Püskürtülecek kırık bilye parçalarını hazneye boşaltınız.
5. Püskürtme süresini ayarlayıp testi yapınız.
6. Tuzlu su püskürtme testini plakaya 48 saat uygulayınız.
7. Korozyona uğrayan yüzey miktarını tespit ediniz.
8. İşlem basamaklarında elde ettiğiniz bulguları ve gözlemlerinizi neden-sonuç ilişkisi çerçevesinde rapor hâline getiriniz.

**TAŞ ÇARPMA DİRENCİNİN BELİRLENMESİ UYGULAMASI KONTROL LİSTESİ**

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	Evet	Hayır
1. Laboratuvar güvenlik kurallarına uygun koruyucu kıyafetler giydi.		
2. Basıncılı hava sistemindeki filtreyi temizledi.		
3. Hava basıncını uygun basınca ayarladı.		
4. Boyalı metal plakayı kabine yerleştirip sabitledi.		
5. Püskürtülecek kırık bilye parçalarını hazneye boşalttı.		
6. Püskürtme süresini ayarlayıp testi yaptı.		
7. Tuzlu su püskürtme testini plakaya 48 saat uyguladı.		
8. Korozyona uğrayan yüzey miktarını tespit etti.		
9. Çalışma ortamını temizledi.		
10. Rapor hazırladı.		
"Hayır" olarak işaretlenen ölçütler için ilgili kısımları tekrar ediniz.		

**2.5.3.Por Testi (Osmoz Testi)**

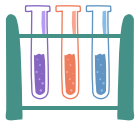
Nem ve suya maruz kalan boya filmlerinin yüzeyinde içi sıvı dolu kabarcıklar meydana gelebilir. Bu duruma en fazla teknelerde ve yatlarda rastlanır. Çözücü maddenin yoğun ortamdan az yoğun ortama geçirgen bir zar üzerinden enerji harcanmadan geçişine **osmoz** denir. Bu kabarcıkların nedeni boya filmi üzerinde meydana gelen osmoz olayıdır. Osmoz, tekne ve yat kullanıcılarının karşılaştığı sorunlardan biridir (Görsel 2.29). Kullanılan malzemenin türü, boya filminin yapısı, boyanın uygulanması ve sudaki iyonik dengeler osmoz olayını etkiler.



**Görsel 2.29:** Nemli ortamda boya üzerinde meydana gelen kabarcıklanma

Su taşıtının yüzeyinde içi suyla dolu kabarcıkların görülmesi osmoz olayının gerçekleştiğini gösterir. Osmoz olayından sonra kabarcığın içindeki suyun sirke benzeri bir kokuya sahip olması ve yapışkan yağlı yapıda olması kimyasal olay gerçekleştiğini gösterir.

Osmozu engellemek için her yıl periyodik bakım yaptırmak gereklidir. Periyodik bakımlarla osmoz erkenden fark edilebilir ve bu durumun oluşması engellenebilir. Deniz taşıtları, her yıl en az dört ya da beş gün karaya çıkarılmalı ve taşıtların yıllık bakımları yapılmalıdır. Bu taşıtlar, zehirli boya ile boyanmalı ve nemölçer aletler ile nem miktarı takip edilmelidir.



## 2.9. UYGULAMA

### POR TESTİ UYGULAMASI

**Amaç:** Boyalı yüzey üzerinde por testi ile osmoz olayını gözlemlemek.

**Araç Gereç:** CuSO<sub>4</sub> katısı, HCl çözeltisi, saf su ve boyalı panel.

#### Sağlık, Çevre ve Güvenlik Önlemleri

Çalışma koşullarına uygun kişisel koruyucu ekipmanlar kullanınız. Ortaya çıkan kontamine atıkları, ilgili yönetmeliklere uygun şekilde ortamdan uzaklaştırınız.

- Laboratuvar çalışmaları süresince işlem basamaklarına, güvenliğe ve temizliğe dikkat ediniz.

#### Değerlendirme

Performansınız, uygulama sonunda verilen uygulama çalışması kontrol listesine göre öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir.

#### Görev

Bu uygulamada sizden por testi ile osmoz olayını aşağıda verilen işlem basamakları doğrultusunda gözlemlemeniz beklenmektedir.

#### İşlem Basamakları

1. %20'lik CuSO<sub>4</sub> ve %5'lik HCl çözeltilerini hazırlayınız.
2. Boyalı yüzeyi %20'lik CuSO<sub>4</sub> ve %5'lik HCl çözeltisi ile 5 dakika temas ettiriniz.
3. Boyalı panel üzerinde m<sup>2</sup> başına düşen por sayısını belirleyiniz.
4. Çalışma ortamını ve malzemeleri temizleyip teslim ediniz.
5. İşlem basamaklarında elde ettiğiniz bulguları ve gözlemlerinizi neden-sonuç ilişkisi çerçevesinde rapor hâline getiriniz.

#### POR TESTİ UYGULAMASI KONTROL LİSTESİ

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	Evet	Hayır
1. Laboratuvar güvenlik kurallarına uygun koruyucu kıyafetler giydi.		
2. %20'lik CuSO <sub>4</sub> çözeltisini hazırladı.		
3. %5'lik HCl çözeltisini hazırladı.		
4. Boyalı yüzeyi CuSO <sub>4</sub> çözeltisi ile uygun sürede temas ettirdi.		
5. Boyalı yüzeyi HCl çözeltisi ile uygun sürede temas ettirdi.		
6. Boyalı panel üzerinde m <sup>2</sup> başına düşen por sayısını belirledi.		
7. Çalışma ortamını temizledi.		
8. Rapor hazırladı.		
"Hayır" olarak işaretlenen ölçütler için ilgili kısımları tekrar ediniz.		



## 2.6. KİMYASALLARA DAYANIM VE KANAMAYA DAYANIKLILIK

Boya kaplamalarının kimyasal etkilere karşı direnç göstermesi **kimyasal dayanım**, son kat boya çözücüsünün alt katmanda bulunan boyaların pigmentini çözerek boyada renk kusuru oluşturması **kanama** olarak tanımlanır.

### 2.6.1. Kimyasal Direnç

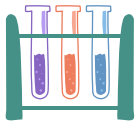
Boya kaplamalarının kimyasal etkilere karşı direnç göstermesi ve kapladığı yüzeyi koruması önemli bir etkidir. Boyanın kimyasal etkilere karşı direncini belirlemek için boyalı yüzey, gerçek yaşam koşullarıyla ilişkilendirilerek hızlandırılmış testlere tabi tutulur. Bu testler, boyanın kullanımı sırasında nasıl performans göstereceğine dair fikir verir.

Boya filminin kimyasal dayanıklılığı polimerik yapısına, pigmentlerine, dolgu ve katkı maddelerine bağlıdır. Bunlardan birinin zayıflığı filmin dirençsizliği olarak kabul edilir. Bu amaçla kimyasalı yüzeye damlatma, kimyasal emdirilmiş pamuğu yüzeye temas ettirme, kimyasal maddeyi periyodik aralıklarla yüzeye sürme ve çözeltiye daldırma testleri uygulanır. Buharlaştan kimyasal madde ile yapılan testlerde ortam saat camı ile izole edilir.

Boyalı kaplamalar buldukları ortamda temas ettikleri aşındırıcı kimyasallar ile test edilir. Örneğin ev ortamında kullanılan boya kaplamaları su, etil alkol, sirke, çamaşır suyu, deterjan vb. aşındırıcı maddelerle test edilir. İçerisinde alkol bulunan ev kimyasalları yükseltgenme tepkimeleriyle aside dönüşerek boyaya zarar verir. Fenol asitleri içeren kahve bileşenleri ise boyayla temas ettiğinde kalıcı hasara neden olur. Bazı kimyasal direnç testlerinin gerçekleştirilmesi ise UV lambası kullanılarak yapılır. Kimyasal dayanım testlerinin gerçekleştirilmesinde kullanılan bazı kimyasal maddeler Tablo 2.2'de listelenmiştir.

**Tablo 2.2:** Ev Ortamında Uygulanan Boyalara Kimyasal Dayanım Testinde Kullanılan Maddeler

AŞINDIRICI KİMYASAL MADDE ÖRNEKLERİ	KİMYASAL MADDENİN BULUNDUĞU ÜRÜN ÖRNEKLERİ
Alkali çözeltiler (Sodyum hidroksit)	Fırın temizleme ürünleri
Asit çözeltiler (Asetik asit)	Sirke
Ağartıcılar (Çamaşır suyu)	Deterjan ve sabun ürünleri
Meyveler (Sitrik asit)	Portakal, elma ve üzüm
Yağlar (Gliserol ve esterleri)	Tereyağı, margarin ve sosları
Çeşniler (Zerdeçal, askorbik asit)	Hardal, ketçap, üzüm jölesi
İçecekler (Fosforik asit)	Gazlı içecekler
Ağır yağlar ve gresler (Petrol ürünleri)	Mobilya cilaları



Endüstriyel alanlarda boya tabakasının en çok maruz kaldığı kimyasallar solvent ve petrolden damıtılarak elde edilen yakıtlardır. Bu kimyasalların direnç testleri yapılırken panelin yarısı test sıvısına daldırılarak uygun süre beklenir. Daha sonra panel çıkarılır ve meydana gelen kusurlar incelenir. Panel 24 saat açık havada kurutulur ve yeniden boya kusurları açısından değerlendirilir. Karşılaştırma amacıyla kaplamalar arasında ince farklılıklar önemliyse paneller daha fazla bekletilerek tekrar incelemeye alınır. Diğer bir yöntemde ise boya filmi üzerine 20 mL solvent dökülür. Boya filminin aşınması veya delinmesi için geçen süre ölçülür.

Boyayla kaplanmış panel, boyanın asitlere karşı kimyasal direncini ölçmek amacıyla uygun derişime sahip HCl çözeltisinde 6 saat bekletilir. Daha sonra panel üzerinde meydana gelen boya hataları incelenir.

Boyanın deterjan direncini belirlemek için boya kaplı panel yüksek oranda sodyum fosfat içeren deterjan çözeltisine daldırılır. Panel, çözeltide bekletilirken sıcaklık yaklaşık 75 °C'ta sabitlenir. Bekleme süresi genellikle 250 saat ile 500 saat arasındadır. Bu test diğer testlere göre daha zorlayıcı koşullarda gerçekleştirilir ve gerçekleşme koşulları gerçeğe yakındır.

Alkali çözeltilere karşı kimyasal direnç testi diğer yöntemlerde olduğu gibi daldırma yöntemiyle gerçekleştirilir.

### 2.10. UYGULAMA

#### KİMYASALLARA DAYANIM TESTİ

**Amaç:** Boya filmi üzerinde kimyasal maddelerin etkilerini gözlemlemek.

**Araç Gereç:** Boyanmış plaka, damlalık, %10'luk H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, %10'luk HCl, %10'luk NH<sub>3</sub>, hidrolik yağlar ve mazot.

#### Sağlık, Çevre ve Güvenlik Önlemleri

Çalışma koşullarına uygun kişisel koruyucu ekipmanlar kullanınız. Ortaya çıkan kontamine atıkları, ilgili yönetmeliklere uygun şekilde ortamdaki uzaklaştırınız.

- Laboratuvar çalışmaları süresince işlem basamaklarına, güvenliğe ve temizliğe dikkat ediniz.

#### Değerlendirme

Performansınız, uygulama sonunda verilen uygulama çalışması kontrol listesine göre öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir.

#### Görev

Bu uygulamada sizden çeşitli kimyasal maddelerin boya filmi üzerindeki etkilerini aşağıda verilen işlem basamakları doğrultusunda gözlemlemeniz beklenmektedir.

#### İşlem Basamakları

1. %10'luk H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, %10'luk HCl, %10'luk NH<sub>3</sub> çözeltilerini hazırlayınız.
2. Hazırladığınız kimyasal maddelerden yaklaşık 2 mL çözeltiyi boyalı panel üzerine damlatınız.
3. Panelin üzerine saat camı kapatınız.
4. Bu şekilde numuneyi oda sıcaklığında 24 saat bekletiniz.
5. Bu işlemleri hidrolik yağlarla ve mazotla tekrarlayınız.
6. 24 saat sonra panelin yüzeyini suyla durulayınız.

7. Yüzey üzerinde kabarma, matlaşma, solma vb. kusurlar olup olmadığını gözlemleyiniz.
8. İşlem basamaklarında elde ettiğiniz bulguları ve gözlemlerinizi neden-sonuç ilişkisi çerçevesinde rapor hâline getiriniz.

#### KİMYASALLARA DAYANIM TESTİ UYGULAMASI KONTROL LİSTESİ

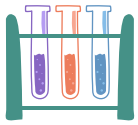
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	Evet	Hayır
1. Laboratuvar güvenlik kurallarına uygun koruyucu kıyafetler giydi.		
2. İstenen derişimlerde çözeltileri hazırladı.		
3. Hazırlanan kimyasal çözeltiyi boyalı panel üzerine damlattı.		
4. Çözelti damlatılan paneli oda sıcaklığında bekletti.		
5. Bu işlemleri tüm kimyasal maddeler ile tekrarladı.		
6. Bekletilen boyalı paneli suyla duruladı.		
7. Yüzey üzerinde meydana gelen boya kusurlarını gözlemledi.		
8. Çalışma ortamını temizledi.		
9. Rapor hazırladı.		
"Hayır" olarak işaretlenen ölçütler için ilgili kısımları tekrar ediniz.		

### 2.6.2. Kanamaya Dayanıklılık Testi

Pigmentler boyalarda kullanılan çözücülerde çözünmemelidir. Pigmentler, boya çözücüsünün ve bağlayıcılarının oluşturduğu sıvı ortamda asılı hâlde bulunur. Son kat boyanın altında bulunan macun ve astara ait pigmentler, solventte çözünerek yüzey üzerinde farklı tonda lekeli görüntü oluşturabilir. Bu boya kusuruna **kusma** veya **kanama** denir. Genellikle kırmızı veya sarı lekeler hâlinde görünür. Kanama kusuru, polyester macun sertleştiricisinin son katın pigmentleri ile kimyasal reaksiyona girmesi sonucunda da oluşur.

Boyalı metal yüzeylerde kusmanın nedenini bulabilmek için solvent testi yapılmalıdır. Polyester esaslı ürünler kullanılırken doğru miktarda sertleştirici ilave edilmeli, ürün iyi karıştırılmalı ve uygulama sırasında macun içindeki sertleştiricinin iz yapmadığı görülmelidir. Boyamaya başlamadan önce asfalt, zift gibi artıklar yüzeyden temizlenmelidir.

Bir pigmentin çözücü veya bağlayıcı içindeki çözünürlüğü kusma veya kanama eğilimini belirler. Bu eğilimi belirlemek için yarım çay kaşığı kuru boya bir kavanoza veya test tüpüne çözücü ile birlikte konur. Bunun için terebentin tercih edilebilir. Boya ile çözücü sıvı birkaç dakika karıştırılır ve bekletilir. Eğer çözünme gerçekleşmez ise iki ayrı faz görülür. Çözünme gerçekleşirse çözücüde renk değişimi meydana gelir. Bu durum pigmentin çözücü içinde çözüldüğünü gösterir. Benzer şekilde boyalı yüzey üzerine farklı boya uygulaması yapılarak renk değişimi olup olmadığı gözlemlenebilir.



## 2.11. UYGULAMA

### KANAMAYA DAYANIKLILIK TESTİ

**Amaç:** Boya filmi üzerinde meydana gelen kanama kusurunu gözlemlemek.

**Araç Gereç:** Boyanmamış metal plaka, boya kurutma fırını, iki farklı renge sahip metal boyası ve boya uygulama ekipmanları.

#### Sağlık, Çevre ve Güvenlik Önlemleri

Bu çalışmayı, kesinlikle solvent bazlı boyalarla **yapmayınız**. Çalışma koşullarına uygun kişisel koruyucu ekipmanlar kullanınız. Ortaya çıkan kontamine atıkları, ilgili yönetmeliklere uygun şekilde ortamdaki uzaklaştırınız.

- Laboratuvar çalışmaları süresince işlem basamaklarına, güvenliğe ve temizliğe dikkat ediniz.

#### Değerlendirme

Performansınız, uygulama sonunda verilen uygulama çalışması kontrol listesine göre öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir.

#### Görev

Bu uygulamada sizden kanamaya dayanıklılık testini aşağıda verilen işlem basamakları doğrultusunda yapmanız beklenmektedir.

#### İşlem Basamakları

1. Seçtiğiniz boyayı yaklaşık 15 mikrometre film kalınlığında olacak şekilde plakaya uygulayınız.
2. Uyguladığınız boyanın kuruması için plakayı 24 saat bekletiniz.
3. Aynı plaka üzerine tekrar farklı renkte boya uygulayınız.
4. Boyayı uyguladıktan sonra plaka yüzeyi üzerinde değişme olup olmadığını gözlemleyiniz.
5. Plakayı boyanın türüne göre uygun sıcaklıkta fırınlayınız.
6. Fırınlama işlemi sonrasında plaka yüzeyi üzerinde değişme olup olmadığını tekrar gözlemleyiniz.
7. İşlem basamaklarında elde ettiğiniz bulguları ve gözlemlerinizi neden-sonuç ilişkisi çerçevesinde rapor hâline getiriniz.

#### KANAMAYA DAYANIKLILIK TESTİ UYGULAMASI KONTROL LİSTESİ

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	Evet	Hayır
1. Laboratuvar güvenlik kurallarına uygun koruyucu kıyafetler giydi.		
2. Seçtiği boyayı metal plakaya uyguladı.		
3. Boyanın kuruması için metal plakayı 24 saat bekletti.		
4. Aynı plaka üzerine tekrar farklı renkte boya uyguladı.		
5. Boyayı uyguladıktan sonra boyanın renginde değişme olup olmadığını gözlemledi.		
6. Metal plakayı boyanın türüne göre uygun sıcaklıkta fırınladı.		
7. Metal plakayı fırınladıktan sonra boya renginde değişme olup olmadığını gözlemledi.		
8. Çalışma ortamını temizledi.		
9. Rapor hazırladı.		
"Hayır" olarak işaretlenen ölçütler için ilgili kısımları tekrar ediniz.		

## 2.7. ASETON, CONTA VE POLİETİLEN YAPIŞMA TESTİ

Yapışma testleri boyanın uygulanmasından sonra boyanın yapışkanlığını test etmek amacıyla yapılan testlerdir.

### 2.7.1. Aseton Testi

Boyanın uygulandıktan sonra sıvı hâlden katı hâle geçmesi **kürlenme** olarak tanımlanır. Boya filminin kuruması fiziksel veya kimyasal mekanizmayla gerçekleşir. Solvent buharlaşmasıyla oluşan boya filmi fiziksel, polimerizasyon mekanizmasıyla oluşan boya filmi ise kimyasal kurumadır.

Fiziksel kuruyan boyaların içinde buharlaşma ile bağlayıcı moleküller birbirine yaklaşır ve film tabakası meydana gelir. Solvent buharlaşması ile kuruma yönteminde oluşan film, solvent ile yeniden temas ettirildiğinde yüzeyden tekrar çözünür. Bu şekilde kuruyan boya filmlerinde kalıcı sertlik elde edilemez.

Kimyasal kuruyan boya filmlerinde polimer ve kopolimer bileşenler belirli oranlarda karıştırıldığında tepkimeye girerek esnek bir film tabakası meydana getirir. Bu mekanizmayla oluşan boya filminin sert ve kalıcı olması yüksek sıcaklıkta kurutma işlemiyle veya komponent kullanımıyla sağlanır.

Kondensasyon tepkimesiyle kuruyan boyalarda kuruma işlemi 90 °C ile 200 °C aralığında gerçekleşir. Oksidasyon tepkimesiyle kuruyan boyalarda bağlayıcı bileşenler havadaki oksijen ile reaksiyona girer.

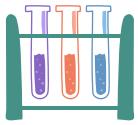
Aseton testi boya filminin dayanıklılığını belirlemek amacıyla yapılır. Bu test boya filminin kuruma mekanizmasına bağlıdır. Boya filmi üzerine aseton sürülür ve boyada meydana gelen aşınma gözlemlenir.

### 2.7.2. Conta Yapışma Testi

Conta yapışma testi, boyanın uygulandığı yüzeye yapışkanlığının test edilmesinde kullanılır. Testin uygulanması ve değerlendirilmesi kolaydır. 300 °C'a kadar dayanıklı olan ve tek komponentli boya ile kaplanmış yüzeylere uygulanır. Testin uygulanacağı boyalı yüzey temiz ve kuru olmalıdır. Plastik contalar şerit hâlinde boyalı yüzeye yapıştırılır. Yapıştırma işleminde kullanılan madde, motor kapağı yapıştırmak için geliştirilmiş ve hava ile kuruyan kimyasaldır. Kuruma işleminin ardından şerit hâlinde yapıştırılan contalar sert bir şekilde çekilerek boyanın yüzeyden ayrılması sağlanır. Bu test; cam, porselen kaplanmış metal, epoksi kaplama, polyester panel, polistiren yüzey, PVC gibi malzemelerde uygulanır. Beton, mermer, kurşun, bakır, galvanik çelik, polietilen, polipropilen ve teflon yüzeylere uygulanmaz.

### 2.7.3. Polietilen Yapışma Testi

Polietilen yapışma testi, uygulanması çok basit olan ve yaygın olarak kullanılan yapışkanlık testidir. Bu test tam kurumasını tamamlamış olan boya kaplamaya uygulanır. Boyalı yüzey etüvde uygun sıcaklıkta ısıtılır. Isıtılan boyalı yüzeye polietilen bant yapıştırılır ve boyalı yüzeyin oda sıcaklığına kadar soğuması beklenir. Daha sonra polietilen bant yüzeye 180° açı yapacak şekilde hızla çekilir. Banda yapışarak yüzeyden ayrılan boya miktarı değerlendirilerek boyanın yapışma kalitesi belirlenir. Polietilen yapışma testi tekrarlanabilirliğin çok iyi olmadığı bir testtir.



#### 2.12. UYGULAMA

##### ASETON TESTİ UYGULAMASI

**Amaç:** Boyalı yüzeyin aseton dayanıklılığını belirlemek.

**Araç Gereç:** Pamuklu bez, boyalı panel ve aseton.

##### Sağlık, Çevre ve Güvenlik Önlemleri

Çalışma koşullarına uygun kişisel koruyucu ekipmanlar kullanınız. Ortaya çıkan kontamine atıkları, ilgili yönetmeliklere uygun şekilde ortamdaki uzaklaştırınız.

- Laboratuvar çalışmaları süresince işlem basamaklarına, güvenliğe ve temizliğe dikkat ediniz.

##### Değerlendirme

Performansınız, uygulama sonunda verilen uygulama çalışması kontrol listesine göre öğretmenin tarafından değerlendirilecektir.

##### Görev

Bu uygulamada sizden aseton testini aşağıda verilen işlem basamakları doğrultusunda yapmanız beklenmektedir.

##### İşlem Basamakları

1. Pamuklu bezi asetonla ıslatınız.
2. Asetonla ıslattığınız pamuğu, boyalı panelin yüzeyinde hafifçe ileri geri hareket ettiriniz.
3. Aseton sürme işlemini yüzey soyulana kadar devam ettiriniz.
4. İşlem basamaklarında elde ettiğiniz bulguları ve gözlemlerinizi neden-sonuç ilişkisi çerçevesinde rapor hâline getiriniz.

##### ASETON TESTİ UYGULAMA ÇALIŞMASI KONTROL LİSTESİ

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	Evet	Hayır
1. Laboratuvar güvenlik kurallarına uygun koruyucu kıyafetler giydi.		
2. Pamuklu bezi asetonla ıslattı.		
3. Asetonla ıslattığı pamuğu, boyalı panelin yüzeyinde hafifçe ileri geri hareket ettirdi.		
4. Aseton sürme işlemini yüzey soyulana kadar devam ettirdi.		
5. Çalışma ortamını temizledi.		
6. Rapor hazırladı.		
"Hayır" olarak işaretlenen ölçütler için ilgili kısımları tekrar ediniz.		

**2.13. UYGULAMA****CONTA YAPIŞMA TESTİ**

**Amaç:** Boya filminin yapışkanlığını conta yapışkanlık testi ile gözlemlemek.

**Araç Gereç:** Boyalı PVC panel, yapıştırma lakı, conta ve büyüteç.

**Sağlık, Çevre ve Güvenlik Önlemleri**

Bu çalışmayı, kesinlikle solvent bazlı boyalarla **yapmayınız**. Çalışma koşullarına uygun kişisel koruyucu ekipmanlar kullanınız. Ortaya çıkan kontamine atıkları, ilgili yönetmeliklere uygun şekilde ortamdaki uzaklaştırınız.

- Laboratuvar çalışmaları süresince işlem basamaklarına, güvenliğe ve temizliğe dikkat ediniz.

**Değerlendirme**

Performansınız, uygulama sonunda verilen uygulama çalışması kontrol listesine göre öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir.

**Görev**

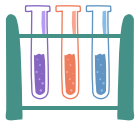
Bu uygulamada sizden conta yapışma testini aşağıda verilen işlem basamakları doğrultusunda yapmanız beklenmektedir.

**İşlem Basamakları**

1. Boyalı PVC panel yüzeyini temizleyip kurulayınız.
2. Boyalı PVC panelin yarısını yapıştırma lakı ile kaplayınız.
3. Contaları dikey yönde ve şerit hâlinde 6 cm aralıklarla yüzeye uygulayınız.
4. Contaların yüzeye yapışmasını bekleyiniz.
5. Kuruyan contaları yüzeyden sert şekilde çekiniz.
6. Yüzeyden ayrılan boya miktarını gözlemleyiniz.
7. İşlem basamaklarında elde ettiğiniz bulguları ve gözlemlerinizi neden-sonuç ilişkisi çerçevesinde rapor hâline getiriniz.

**CONTA YAPIŞMA TESTİ UYGULAMASI KONTROL LİSTESİ**

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	Evet	Hayır
1. Laboratuvar güvenlik kurallarına uygun koruyucu kıyafetler giydi.		
2. Boyalı PVC panel yüzeyini temizledi.		
3. Boyalı PVC paneli, yapıştırma lakı ile kapladı.		
4. Contaları yüzeye uyguladı.		
5. Contaların yüzeye yapışmasını bekledi.		
6. Kuruyan contaları yüzeyden sert şekilde çekti.		
7. Yüzeyden ayrılan boya miktarını gözlemledi.		
8. Çalışma ortamını temizledi.		
9. Rapor hazırladı.		
"Hayır" olarak işaretlenen ölçütler için ilgili kısımları tekrar ediniz.		



#### 2.14. UYGULAMA

##### POLİETİLEN YAPIŞMA TESTİ

**Amaç:** Yüzey üzerinde kuru boya film yapışkanlığını polietilen bantla belirlemek.

**Araç Gereç:** Boyanmış plaka, maket bıçağı veya çoklu kesici, etüv, polietilen bant.

##### Sağlık, Çevre ve Güvenlik Önlemleri

Çalışma koşullarına uygun kişisel koruyucu ekipmanlar kullanınız. Ortaya çıkan kontamine atıkları, ilgili yönetmeliklere uygun şekilde ortamdaki uzaklaştırınız.

- Laboratuvar çalışmaları süresince işlem basamaklarına, güvenliğe ve temizliğe dikkat ediniz.

##### Değerlendirme

Performansınız, uygulama sonunda verilen uygulama çalışması kontrol listesine göre öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir.

##### Görev

Bu uygulamada sizden polietilen yapışma testini aşağıda verilen işlem basamakları doğrultusunda belirlemeniz beklenmektedir.

##### İşlem Basamakları

1. Boyalı paneli 200 °C'a ayarlanmış etüvde ısıtınız.
2. Polietilen bandı, ısıttığınız boyalı panel üzerine yapıştırınız.
3. Önceden ısıtılmış düzgün yüzeye sahip başka bir metalle 5 saniye presleme işlemi yapınız.
4. Boyalı panelin oda sıcaklığına gelmesi için bekleyiniz.
5. Polietilen bandı 180° açı yapacak şekilde hızla çekiniz.
6. Boyanın yüzeyden kalkıp kalkmadığını gözlemleyiniz.
7. İşlem basamaklarında elde ettiğiniz bulguları ve gözlemlerinizi neden-sonuç ilişkisi çerçevesinde rapor hâline getiriniz.

##### POLİETİLEN YAPIŞMA TESTİ UYGULAMASI KONTROL LİSTESİ

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	Evet	Hayır
1. Laboratuvar güvenlik kurallarına uygun koruyucu kıyafetler giydi.		
2. Boyalı paneli etüvde ısıttı.		
3. Polietilen bandı ısıttığı panel üzerine yapıştırdı.		
4. Önceden ısıtılmış düzgün yüzeye sahip başka bir metalle polietilene presleme işlemi yaptı.		
5. Boyalı panelin oda sıcaklığına gelmesi için bekledi.		
6. Polietilen bandı yüzeyden hızlı bir şekilde çekti.		
7. Boyanın yüzeyden kalkıp kalkmadığını gözlemledi.		
8. Çalışma ortamını temizledi.		
9. Rapor hazırladı.		
"Hayır" olarak işaretlenen ölçütler için ilgili kısımları tekrar ediniz.		



## 2.8. ISI DEĞİŞİMİ, T-BEND VE KAPLAMA MİKTARINI ÖLÇME

Boyanın sıcaklık değişimine ve bükülmeye karşı dayanıklılığı boya ömrü açısından önemlidir. Boyanın dayanıklılığını ölçmek amacıyla boyalara ısı değişim testi ve T-Bend testi uygulanır.

Boya uygulamalarında maliyet hesabı açısından kaplama miktarını teorik olarak hesaplamak mümkündür. Böylelikle boya israfı önlenir.

### 2.8.1. Isı Değişimi Testi

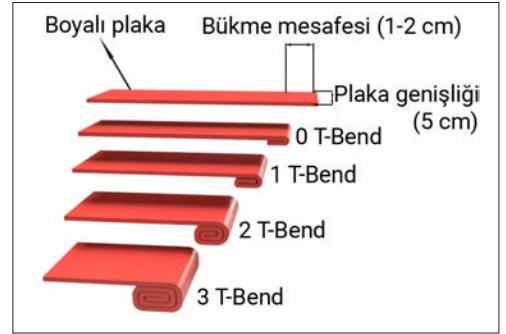
Boyaların uygulama sıcaklığı yapışma gücünü ve ömrünü etkiler. Bazı boya türleri -10 °C ile 35 °C arasında uygulanırken bazı boya türleri yüksek sıcaklıklarda uygulanır. Yüksek sıcaklıklarda uygulanan boyalarda kuruma tepkimelerinin tamamlanması ve karışık bağların oluşması ancak yüksek sıcaklıklarda mümkündür.

Boya uygulanmış yüzey yüksek sıcaklıklara maruz kalırsa boyanın fiziksel ve kimyasal özellikleri değişebilir. Sıcaklığın etkisiyle yüzeye yapışmış olan boyanın enerjisi artar. Enerjisi artan boyanın yapısında bulunan zincirlerin hareketi artar ve zincirler yüzeyi terk etmeye çalışır. Boyada aktif gruplar bulunuyorsa yüksek sıcaklıkta pelteleşme kusuru meydana gelebilir. Bu durum çift komponentli boyaların ömrünün azalmasına neden olur. Sıcaklık, boyanın viskozite değerini düşürdüğü için dik yüzeylere sürülen boyada, bağlayıcının pigmentten ayrılması ve akması sorunu meydana gelebilir.

Sıcaklık her boya türünü aynı derecede etkilemez. Bu nedenle her boyanın sıcaklık dayanıklılık testi farklı yapılır. Ahşap boyaların sıcaklık dayanıklılık testi düşük sıcaklıklarda gerçekleştirilirken baca boyalarının sıcaklık testi daha yüksek sıcaklıklarda gerçekleştirilir. Sıcaklık, boyanın bozunma tepkimesinin gerçekleştiği enerjiyi sağladığında termal bozunma başlar. Sıcaklığın etkisiyle meydana gelen bozunmaya **termolitik** ya da **pirolitik bozunma** denir.

### 2.8.2. T-Bend Testi

T-Bend testi boyalı metal levhanın bükülmesinden kaynaklanabilecek çatlama öngörebilmek amacıyla yapılır. En az 5 cm genişliğe sahip boya kaplanmış metal üzerine 180° açıyla bükme işlemleri uygulanır (Görsel 2.30). Bükme işleminde metal yüzey arasında boşluk kalmamalıdır. Bükme mesafesi 1 cm ile 2 cm aralığında olmalıdır. Her bükme işleminin ardından büküm noktasında çatlama olup olmadığı gözlemlenir. Çatlama oluşmaya kadar bükme işlemi devam ettirilir. İlk bükme işlemi 0T testi olarak tanımlanır. Her bükme işlemi sırayla 1T, 2T, 3T ... olarak isimlendirilir. Çatlama görülmeyen en son bükme işlemi T bükmesi olarak uygulama sıcaklığı ile birlikte belirtilir.



Görsel 2.30: T-Bend bükme testi

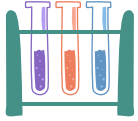
Bükülme kalınlık sayısı ne kadar fazla olursa testin o kadar az şiddetli olduğu anlaşılır.

### 2.8.3. Kaplama Miktarı

1 L veya 1 kg boya ile kaç m<sup>2</sup> alanın boyanabileceğini gösteren değere **boyanabilen alan** denir. Boyanabilen alan miktarını teorik olarak hesaplamak mümkündür. Bu hesaplama yapılırken uygulama sırasında oluşacak zayıt da düşünülmelidir. Bu zayıt; yüzeyin özelliklerine, kullanılan boyanın türüne, uygulama yöntemine, boya çalışanına, rüzgâra, sıcaklığa vb. etkilere bağlı olarak değişir.

Boyanabilen alan hesabı yapılırken boyanın hacimsel katı oranı, özgül ağırlık değeri ve hedeflenen kuru film kalınlığının bilinmesi gerekir. Bu değerler, deneysel olarak bulunabileceği gibi üretici boya firmasından da öğrenilebilir.

Hesaplamaya öncelikle yaş boya kalınlığı bulunarak başlanır. Yaş boya kalınlığı şu formül ile hesaplanır:



$$\text{Yaş boya kalınlığı} = (\text{Kuru boya kalınlığı} / \text{Hacimsel katı yüzdesi}) \times 100$$

### 1. ÖRNEK

Formülde kalınlık birimi olarak mikrometre kullanılır.

Hacimsel katı yüzdesi 35 olan bir boya ile 70 mikrometre kalınlığında kuru film elde etmek için uygulanması gereken yaş boya filminin kalınlığı kaç mikron olmalıdır?

### ÇÖZÜM

Yaş boya kalınlığı =  $(70 / 35) \times 100 = 200$  mikron

Yaş boya kalınlığı hesaplandıktan sonra 1 m<sup>2</sup> alan için gerekli boya miktarı L, mL, kg veya g cinsinden bulunur.

mL cinsinden 1 m<sup>2</sup> alan için gerekli boya hacmi mikrometre cinsinden yaş boya kalınlığına eşittir. Bulunan değer 1.000'e bölünerek L cinsinden 1 m<sup>2</sup> alan için gerekli boya hacmi bulunur.

1. örnekte bulunan 200 mikrometre yaş boya kalınlığı 1 m<sup>2</sup> alan boyamak için 200 mL boya gerektiğini gösterir.

Boyanın özkütle değeri kullanılarak 1 m<sup>2</sup> alan için gerekli boya kütlesi şu formülle bulunur:

$$1 \text{ m}^2 \text{ alan için gerekli teorik boya kütlesi} = d \times (1 \text{ m}^2 \text{ alan için gerekli teorik boya hacmi})$$

1. örnekte kullanılan boyanın özkütlesi 2 g/mL olarak kabul edilirse bu durumda 1 m<sup>2</sup> alan için gerekli boya kütlesi

1 m<sup>2</sup> alan için gerekli boya kütlesi =  $2 \times 200 = 400$  g bulunur. Sonuç 1.000'e bölünerek kg cinsinden 1 m<sup>2</sup> alan için gerekli boya kütlesi bulunur.

Yapılan hesaplardan bulunan sonuçlar zayıtın hiç olmadığı durumlardaki değerlerdir. Bu değerlere **teorik tüketim miktarı** denir. Zayıt oranı da hesaba katılarak bulunan değere ise **pratik tüketim miktarı** denir. Pratik tüketim miktarı her zaman teorik tüketim miktarından büyüktür. Pratik tüketim miktarı şu formül ile hesaplanır:

$$\text{Pratik tüketim miktarı} = (\text{Teorik tüketim miktarı}) / (1 - \text{zayıt yüzdesi})$$

1. örnekte %30 zayıt olduğu düşünülürse g ve mL cinsinden pratik tüketim miktarı

g cinsinden pratik tüketim miktarı =  $400 / (1 - 0,30) = 400 / 0,70 = 571,4$  g

mL cinsinden pratik tüketim miktarı =  $200 / (1 - 0,30) = 200 / 0,70 = 285,7$  mL bulunur.

Bulunan sonuçlar 1.000'e bölünerek kg veya L birimine çevrilir ve sipariş edilmesi gereken boya miktarı, pratik tüketim miktarının m<sup>2</sup> cinsinden boyanacak toplam yüzey alanı ile çarpılmasıyla bulunur.

## 2. ÖRNEK

60 m<sup>2</sup> yüzey alanına sahip bir oda özkütlesi 1,4 g/mL, hacimsel katı yüzdesi 40 olan boya ile 90 mikron kuru film kalınlığında boyanacaktır.

**Yukarıda verilen bilgilere göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.**

- Yaş boya film kalınlığı kaç mikron olmalıdır?
- 1 m<sup>2</sup> alan için gerekli teorik boya hacmi kaç mL'dir?
- 60 m<sup>2</sup> için gerekli teorik boya hacmi kaç L'dir?
- 1 m<sup>2</sup> alan için gerekli teorik boya kütlesi kaç g'dır?
- 60 m<sup>2</sup> için gerekli teorik boya kütlesi kaç kg'dır?
- %30 zayıyat olduğu düşünülürse 60 m<sup>2</sup> için gerekli pratik boya hacmi kaç L'dir?
- %30 zayıyat olduğu düşünülürse 60 m<sup>2</sup> için gerekli pratik boya kütlesi kaç kg'dır?

**ÇÖZÜM**

**a)** Yaş boya kalınlığı = (Kuru boya kalınlığı / Hacimsel katı yüzdesi) x 100

$$\text{Yaş boya kalınlığı} = (90 / 40) \times 100 = 225 \text{ mikrometre}$$

**b)** mL cinsinden 1 m<sup>2</sup> alan için gerekli boya hacmi = mikrometre cinsinden yaş boya kalınlığı

$$\text{mL cinsinden 1 m}^2 \text{ alan için gerekli boya hacmi} = 225 \text{ mL}$$

**c)** 60 m<sup>2</sup> için gerekli teorik boya hacmi = 60 x 225 = 13.500 mL = 13,5 L

**ç)** 1 m<sup>2</sup> alan için gerekli teorik boya kütlesi = d x (1 m<sup>2</sup> alan için gerekli teorik boya hacmi)

$$1 \text{ m}^2 \text{ alan için gerekli teorik boya kütlesi} = 1,4 \times 225 = 315 \text{ g}$$

**d)** 60 m<sup>2</sup> için gerekli teorik boya kütlesi = 60 x 315 = 18.900 g = 18,9 kg

**e)** Pratik tüketim miktarı = (Teorik tüketim miktarı) / (1 - zayıyat yüzdesi)

Formülde 60 m<sup>2</sup> için bulunan değerler kullanılırsa

$$60 \text{ m}^2 \text{ için pratik tüketim miktarı} = (60 \text{ m}^2 \text{ için teorik tüketim miktarı}) / (1 - \text{zayıyat yüzdesi})$$

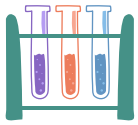
$$60 \text{ m}^2 \text{ için pratik tüketim miktarı} = 13,5 / (1 - 0,30) = 13,5 / 0,70 = 19,3 \text{ L}$$

**f)** 60 m<sup>2</sup> için pratik tüketim miktarı = (60 m<sup>2</sup> için teorik tüketim miktarı) / (1 - zayıyat yüzdesi)

$$60 \text{ m}^2 \text{ için pratik tüketim miktarı} = 18,9 / (1 - 0,30) = 18,9 / 0,70 = 27 \text{ kg}$$

**Film Kalınlığının Ölçülmesi:** Kurumasını tamamlamış boyanın film kalınlığını belirlemek için tahribatlı ve tahribatsız olarak geliştirilmiş iki yöntem vardır. Tahribatlı film kalınlığı ölçümlerinde boya filmi V veya koni şeklinde derinlemesine tahrip edilir. Boya katlarının kalınlığı ölçekli bir büyüteç yardımıyla ölçülür.

Tahribatsız ölçüm yöntemlerinde boyaya zarar vermeden ölçme yapılır. Bu amaçla geliştirilmiş cihaz ve aletler kullanılır. Boyanın uygulandığı yüzey türüne göre manyetik, iletkenlik ve ultrasonik ölçme yöntemlerine dayalı olarak geliştirilmiş cihazlar vardır. Örneğin sac yüzeylerde boya kalınlığını belirlemek için manyetik ölçüm prensibine göre geliştirilmiş cihazlar kullanılır. Bu cihazlara periyodik olarak kalibrasyon işlemleri yapılır.



#### 2.15. UYGULAMA ISI DEĞİŞİMİ TESTİ

**Amaç:** Boya filminin ısı dayanıklılığını belirlemek.

**Araç Gereç:** Metal plaka, boya, fırın ve soğutucu.

#### Sağlık, Çevre ve Güvenlik Önlemleri

Bu çalışmayı, kesinlikle solvent bazlı boyalarla **yapmayınız**. Çalışma koşullarına uygun kişisel koruyucu ekipmanlar kullanınız. Ortaya çıkan kontamine atıkları, ilgili yönetmeliklere uygun şekilde ortamdan uzaklaştırınız.

- Laboratuvar çalışmaları süresince işlem basamaklarına, güvenliğe ve temizliğe dikkat ediniz.

#### Değerlendirme

Performansınız, uygulama sonunda verilen uygulama çalışması kontrol listesine göre öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir.

#### Görev

Bu uygulamada sizden ısı değişimi testini aşağıda verilen işlem basamakları doğrultusunda yapmanız beklenmektedir.

#### İşlem Basamakları

1. Boyayı yaklaşık 15 mikrometre film kalınlığında olacak şekilde plakaya uygulayınız.
2. Belirtilen sıcaklıkta ve sürede boyayı kurutunuz.
3. Test plakasını 8 saat 50 °C'ta, 8 saat oda koşullarında ve 8 saat -20 °C'ta bekletiniz.
4. Her 24 saati bir çevrim olarak kabul ediniz ve deneyi 5 kez tekrarlayınız.
5. Beşinci çevrim sonunda yüzeyde kırışma, çatlama vb. değişimleri gözleyiniz.
6. İşlem basamaklarında elde ettiğiniz bulguları ve gözlemlerinizi neden-sonuç ilişkisi çerçevesinde rapor hâline getiriniz.

#### ISI DEĞİŞİMİ TESTİ UYGULAMASI KONTROL LİSTESİ

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	Evet	Hayır
1. Laboratuvar güvenlik kurallarına uygun koruyucu kıyafetler giydi.		
2. Boyayı plakaya uyguladı.		
3. Boyayı uygun şartlarda kuruttu.		
4. Test plakasını uygun koşullarda ve sürelerde bekletti.		
5. Deneyi 5 çevrim olacak şekilde tekrarladı.		
6. Deney sonunda yüzeyde meydana gelen kusurları belirledi.		
7. Çalışma ortamını temizledi.		
8. Rapor hazırladı.		
"Hayır" olarak işaretlenen ölçütler için ilgili kısımları tekrar ediniz.		

**2.16. UYGULAMA****T-BEND VE KAPLAMA MİKTARI TESTİ**

**Amaç:** Boya filmi kaplama miktarını ve boya esnekliğini ölçmek.

**Araç Gereç:** Metal plaka, boya, mengene ve kalınlık ölçme cihazı.

**Sağlık, Çevre ve Güvenlik Önlemleri**

Bu çalışmayı, kesinlikle solvent bazlı boyalarla **yapmayınız**. Çalışma koşullarına uygun kişisel koruyucu ekipmanlar kullanınız. Ortaya çıkan kontamine atıkları, ilgili yönetmeliklere uygun şekilde ortamdaki uzaklaştırınız.

- Laboratuvar çalışmaları süresince işlem basamaklarına, güvenliğe ve temizliğe dikkat ediniz.

**Değerlendirme**

Performansınız, uygulama sonunda verilen uygulama çalışması kontrol listesine göre öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir.

**Görev**

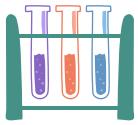
Bu uygulamada sizden T-Bend ve kaplama miktarı testlerini aşağıda verilen işlem basamakları doğrultusunda yapmanız beklenmektedir.

**İşlem Basamakları**

1. Şerit paneli boyayınız ve panelin kuruması için bekleyiniz.
2. Kuru boya filminin kalınlığını kalınlık ölçüm cihazıyla ölçünüz.
3. Üretici firmanın uygulanan boyaya ait olan hacimsel katı oranı ve özgül ağırlık değerlerini öğreniniz.
4. Zayıt oranını %30 alıp kaplama miktarını  $g/m^2$  olarak hesaplayınız.
5. Boyalı şerit paneli mengenede U şeklinde bükünüz.
6. Panelin büküldüğü bölgenin boyasında çatlama olup olmadığını gözlemleyiniz.
7. Bükülme olan bölgenin boyasında çatlama oluşmayana kadar bükme işlemine devam ediniz.
8. Sonucu T-Bend testine uygun olarak belirtiniz.
9. İşlem basamaklarında elde ettiğiniz bulguları ve gözlemlerinizi neden-sonuç ilişkisi çerçevesinde rapor hâline getiriniz.

**T-BEND VE KAPLAMA MİKTARI TESTİ UYGULAMASI KONTROL LİSTESİ**

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	Evet	Hayır
1. Laboratuvar güvenlik kurallarına uygun koruyucu kıyafetler giydi.		
2. Şerit paneli boyayıp panelin kurumasını bekledi.		
3. Kuru boya filminin kalınlığını ölçtü.		
4. Zayıt oranını %30 alıp kaplama miktarını $g/m^2$ olarak hesapladı.		
5. Boyalı şerit paneli mengenede U şeklinde büküdü.		
6. Panelin büküldüğü bölgenin boyasında çatlama olup olmadığını gözlemledi.		
7. Bükülme olan bölgenin boyasında çatlama oluşmayana kadar bükme işlemine devam etti.		
8. Sonucu T-Bend testine uygun olarak belirtti.		
9. Çalışma ortamını temizledi.		
10. Rapor hazırladı.		
"Hayır" olarak işaretlenen ölçütler için ilgili kısımları tekrar ediniz.		



## 2. ÖĞRENME BİRİMİ ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

### 2. Öğrenme Birimi

Aşağıdaki sorularda doğru cevabı işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi boya kaplama filminin bükülebilmesi ve uzayabilmesi olarak tanımlanır?

- A) Esneklik
- B) Kuruma
- C) Parlaklık
- D) Sertlik
- E) Yansıma

2. Aşağıdakilerden hangisi glossmetrede mat yüzey parlaklığını ölçmek için kullanılan açı değeridir?

- A) 20°
- B) 40°
- C) 60°
- D) 85°
- E) 120°

3. Aşağıdakilerden hangisi pürüzlü yüzeylerde meydana gelen yansıma çeşididir?

- A) Dağınık
- B) Esnek
- C) Parlak
- D) Speküler
- E) Tam

4. Aşağıdakilerden hangisi yüzey parlaklığını ölçmek için kullanılan cihazdır?

- A) Pendulum
- B) Çukurlatma aleti
- C) Etüv
- D) Viskozimetre
- E) Glossmetre

**5. Aşağıdakilerden hangisi Erichsen deformasyon testinde kullanılan alettir?**

- A) Cross-cut
- B) Çukurlatma
- D) Glossmetre
- D) Grindometre
- E) Viskozimetre

**6. Aşağıdakilerden hangisi boya üzerinde pendulum kullanılarak yapılan kalite kontrol testidir?**

- A) Esneklik
- B) Kuruma
- C) Parlaklık
- D) Sertlik
- E) Viskozite

**7. Aşağıdakilerden hangisi boyaların silinebilirliğinin ve temizlenebilirliğinin tayini için belirli standartlara göre uygulanan testtir?**

- A) Bükme
- B) Ovalama
- C) Por
- D) Sarkaç
- E) Yansıma

**8. Aşağıdaki testlerden hangisi tekne ve yatlarda kullanılan boyaların tuzlu suya karşı dayanıklılığını belirlemek için uygulanır?**

- A) Mandrel
- B) Por
- C) Sarkaç
- D) T-Bend
- E) Yansıma

**9. Aşağıdaki boya kusurlarından hangisi son kat boyanın üzerinde pigmentlerin solventte çözünmesiyle lekeli görüntü oluşturması olarak tanımlanır?**

- A) Çatlama
- B) Kanama
- C) Kırılma
- D) Portakallanma
- E) Tebeşirlenme



# 3.

ÖĞRENME  
BİRİMİ

## BOYA KUSURLARI VE KUSURLARIN GİDERİLMESİ





## KONULAR

- 3.1. AKMA, SARKMA, PORTAKALLANMA VE KABARCIKLANMA
- 3.2. ZIMPARA İZLERİ, SİLİKONLANMA VE YÜZEY MATLAŞMASI
- 3.3. KIRIŞMA, TEBEŞİRLLENME VE BEYAZLANMA
- 3.4. YAPIŞMA ZAYIFLIKLARI VE ÇÖKÜNTÜLER
- 3.5. RENK SAPMALARI, PİSTOLE İZLERİ VE BULUTLANMA
- 3.6. KUSMA, KURU PÜSKÜRTME HATALARI
- 3.7. ÇATLAMA, BOYANIN BATMASI VE KÜFLENME
- 3.8. DÜŞÜK MAR DİRENCİNİ GİDERMEK VE ÖRTÜCÜLÜĞÜ SAĞLAMAK

## TEMEL KAVRAMLAR

- Akma-sarkma
- Kırışma
- Kraterleşme
- Kusma
- Portakallanma
- Tebeşirlenme

## HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Çevrenizde karşılaştığınız boyası bozulan yüzeyleri gözlemleyerek bozukluklar arasındaki benzerlikleri ya da farklılıkları sınıfta arkadaşlarınızla tartışınız.
2. Boya kusurlarının giderilmemesi size göre ne gibi sorunlara yol açabilir? Fikirlerinizi sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.



## BOYA KUSURLARI VE KUSURLARIN GİDERİLMESİ

Yüzeye boya uygulamasının yapılmasından sonra boyanın özelliğini kaybetmesi, mekanik dayanıklılığının azalması, estetik görünümünün bozulması vb. durumlar boya kusuru olarak tanımlanır. Boya kusurları malzeme ve işçilik maliyeti kaybına neden olur. Boya kusurlarının ortaya çıkmasının nedenleri şunlardır:

- Üretimde kullanılan ham maddenin kalitesiz olması
- Boya üretim reçetesine uyulmaması
- Depolama koşullarına dikkat edilmemesi
- Yüzeye uygun boyanın seçilmemesi
- Üst yüzey işlemlerinin doğru uygulanmaması
- Boya uygulama işlemlerinin doğru yapılmaması
- Uygulama esnasında ortam koşullarına dikkat edilmemesi
- Boyanın bulunduğu ortam koşullarının uygun olmaması

Boya kusurlarının çoğu, boyanın uygulanmasından sonra oluşur. Sıvı boyanın yüzeye uygulanmasından sonra koloidal yapıdaki boya tanecikleri yüzey gerilimi ve yer çekimi kuvvetinin etkisinde kalır. Bu sebeple boyanın yüzeyde yayılması sırasında ortaya çıkan yüzey kusurlarını engellemek için öncelikle bu kuvvetler hakkında bilgi sahibi olunması gerekir.

Boya taneciklerini birbirine bağlayan ve taneciklerin bir arada bulunmasını sağlayan etkiye **kohezyon** denir. Daha basit bir tanımla kohezyon, aynı maddenin kendi molekülleri arasındaki çekim kuvveti şeklinde tanımlanabilir.

Bir boya damlasında kohezyon kuvvetleri içeri doğrudur. Bu durum boyanın küre şekli almasına neden olur.

Boya taneciklerinin yüzeye yapışmasını sağlayan etkiye **adezyon** denir. Başka bir deyişle adezyon, farklı madde türlerinin birbirini çekmesi olarak tanımlanır. Adezyon kuvvetleri boyanın yüzeye yayılmasını sağlar. Bu kuvvetlerin dışında boyanın yüzeyde aşağıya doğru akmasına neden olan **yer çekimi kuvveti** de vardır.

### 3.1. AKMA, SARKMA, PORTAKALLANMA VE KABARCIKLANMA

Boya uygulamalarında en sık karşılaşılan boya kusurları; akma, sarkma, portakallanma ve kabarcıklanmadır.

**Akma ve Sarkma:** Dik yüzeylere yapılan boya uygulamalarında yer çekimi kuvvetinin etkisiyle oluşan akışkanlıktan kaynaklanan boya kusurudur (Görsel 3.1). Genellikle pigmenti fazla olan boya türlerinde ve aşırı seyreltilmiş boyalarda görülür. Boyanın yüzeye uygulanma ve kuruma süresi aralığında boyanın akmaması gerekir.

Viskozite, adezyon yaşı film kalınlığı ve yoğunluk parametreleri boyanın akma ve sarkma kusurunu etkiler. Buradaki viskozite, boyanın yüzeye temas ettiği andan sonraki viskozite değeridir. Boya filminin aşırı kalın uygulanması, uygulama yapılan yüzey sıcaklığının düşük olması, boyanın viskozite değerinin doğru ayarlanmaması gibi uygulama hataları; akma ve sarkma problemlerine neden olur.



**Görsel 3.1:** Dikey yüzeyde meydana gelen akma ve sarkma kusuru

Akma ve sarkma kusuruna karşı boyaya katkı maddeleri eklemek, hızlı buharlaşan çözücü kullanmak, sprey tabancası kullanmak, boyanın viskozite değerini doğru ayarlamak, uygun sıcaklık aralığında boyama yapmak ve ince boya filmi uygulamak gerekir.

Yüzeyde akma ve sarkma kusuruyla karşılaşıldığında boyanın iyice sertleşmesi için beklenir. Zımparalama, pasta ve cila uygulaması yapılarak kusur giderilmeye çalışılır. Akma ve sarkmanın fazla olduğu durumlarda yüzeyin tamamen temizlenmesi ve yeniden boyanması gerekebilir.

**Portakallanma:** Boya uygulanmış yüzey üzerinde portakal kabuğunu andıran tümsek ve çukurların oluşmasından kaynaklanan boya kusurudur (Görsel 3.2). Rulo ve boya tabancası uygulamalarında sıklıkla karşılaşılr. Boya yüzeyinde portakal kabuğu görüntüsü oluşmasının nedeni boyanın yüzeye yeteri miktarda yayılmamasıdır. Bu kusur dekoratif amaçlı olarak tercih edilebilir.



**Görsel 3.2:** Portakallanma kusuruna sahip boyalı yüzey

Boya tabancası ayarlarının doğru yapılmaması, boya filminin aşırı kalın uygulanması, boya viskozite değerinin uygun olmaması, boya katları arasında kuruma süresine uyulmaması, uygulama yüzey sıcaklığı ve hava akışı portakallanma kusuruna neden olan uygulama hatalarıdır.

Portakallanmanın oluşmaması için boya viskozite değerinin düşürülmesi, boyadaki katı madde oranının azaltılması ve düşük molekül ağırlığına sahip bağlayıcı kullanılması gerekir. Ortamı hızlı terk eden solvent kullanılmamalıdır. Boyayı ince eşit katmanlar hâlinde uygulamak, kuruma süresine uymak, boya tabanca ayarlarını doğru yapmak ve boyayı doğru sıcaklık aralığında uygulamak gerekir.

Portakallanma kusuruna sahip olan yüzeyle karşılaşıldığında boyanın iyice sertleşmesi için beklenir. Yüzey üzerine zımpara, pasta ve cilalama işlemi uygulanır. Portakallanmanın fazla olduğu durumlarda yüzeyin tamamen temizlenmesi ve yeniden boyanması gerekebilir.

**Kabarcıklanma:** Yüzey hazırlama işlemleri doğru yapılmayan ve uzun süre neme maruz kalan boya filminin yüzeyinde yapışmaya bağlı olarak meydana gelen, muhtelif boyutlarda kubbe görünümlü boya kusurudur (Görsel 3.3). Gemilerin suya batan kısımlarında, depolama ve nakil tanklarının iç kısımlarında, yüksek nem oranına sahip ve bol yağış alan bölgelerde boya filmi üzerinde bu kusurla sıkça karşılaşılr. Kabarcıklanma, yüzeyi hızlı kuruyan boya uygulamalarında filmin iç kısımlarında solvent kalmasına bağlı olarak da meydana gelebilir.

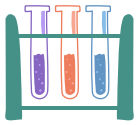
Meydana gelen boya kabarcıkları en fazla 4 mm çapındadır. Oluşan kabarcıklar gaz veya sıvı içerebilir. Kabarcıkların boyutları, içindeki gazın ya da sıvının iç baskısına bağlı olarak değişir. Kabarcığın içinde biriken gaz, boya filmi patlatarak dışarı çıkarsa yüzey üzerinde iğne ile delinmiş izlenimini veren delikler oluşturur. Çıkamayan hava ise kabarcıklanmaya yol açar.

Boya filmi uygulanacak yüzeyin nemli olması, boya ile yüzey arasındaki adezyon kuvvetlerinin zayıf olması, uygulama sıcaklığına ve boyanın sıcaklığına dikkat edilmemesi, osmoz, metal yüzeylerde korozyona bağlı olarak meydana gelen gaz madde oluşumları ve nem geçirgenliği yüksek olan yüzeyler kabarcıklanma kusuruna neden olur.

Kabarcıklanmayı engellemek için boya filminin kalın uygulanmaması, uygulama sıcaklığına dikkat edilmesi, yüzeyin hızlı kurumasını engellemek için inceltici oranının artırılması veya kurumayı geciktirici madde ilavesi yapılması gerekir. Ayrıca uygulama yüzeyinin kuru olması, boya tabanca uygulamalarında hava oranının düşürülmesi ve boya üretimi aşamasında köpük önleyici kullanılması da kabarcıklanmanın engellenmesinde etkilidir.



**Görsel 3.3:** Kabarcıklanma kusuruna sahip boyalı yüzey



Oluşan kabarcıklar boya filminin yüzeyinde ise nemin buharlaşmasıyla normal görünümüne döner ancak kabarcık uygulama yüzeyine kadar ulaşmış ise zımparalama ve yeniden boyama işlemi yapılır.

### 3.1. UYGULAMA

#### AKMA-SARKMA, PORTAKALLANMA VE KABARCIKLANMA HATALARININ DÜZELTİLMESİ

**Amaç:** Boya filminin yüzeyinde meydana gelen akma-sarkma, portakallanma ve kabarcıklanma kusurlarını tespit edip gidermek.

**Araç Gereç:** Zımpara, boya veya vernik, boya tabancası, uygun ölçekli zımparalar, yüzeyinde akma-sarkma, portakallanma ve kabarcıklanma kusurları bulunan metal plakalar.

#### Sağlık, Çevre ve Güvenlik Önlemleri

Bu çalışmayı, kesinlikle solvent bazlı boyalarla **yapmayınız**. Çalışma koşullarına uygun kişisel koruyucu ekipmanlar kullanınız. Ortaya çıkan kontamine atıkları, ilgili yönetmeliklere uygun şekilde ortamdaki uzaklaştırınız.

- Laboratuvar çalışmaları süresince işlem basamaklarına, güvenliğe ve temizliğe dikkat ediniz.

#### Değerlendirme

Performansınız, uygulama sonunda verilen uygulama çalışması kontrol listesine göre öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir.

#### Görev

Bu uygulamada sizden boya kusurlarını tespit etmeniz ve bu kusurları aşağıda verilen işlem basamakları doğrultusunda gidermeniz beklenmektedir.

#### İşlem Basamakları

1. Yüzeyinde akma-sarkma, portakallanma ve kabarcıklanma kusurları bulunan boyalı metal plakaları inceleyerek boya kusur türlerini belirleyiniz.
2. Boyalı metal plakaların yüzeyini uygun numaralı zımpara ile zımparalayınız.
3. Boya veya verniği uygun oranda inceltici ile seyreltiniz.
4. Boya tabancasının uygulama ayarlarını yapınız.
5. Uygulama şartlarına dikkat ederek boyayı metal yüzey üzerine 25 cm mesafeden püskürtünüz.
6. Birinci kat boyanın kuruması için 25 dakika bekleyiniz.
7. Gerekirse ikinci kat boya uygulamasını boya tabancası ile yapınız.
8. Boyanın kuruması için bekleyiniz.
9. Yüzey kusurlarının giderilip giderilmediğini gözlemleyiniz.
10. Çalışma ortamını ve malzemeleri temizleyip teslim ediniz.
11. İşlem basamaklarında elde ettiğiniz bulguları ve gözlemlerinizi neden-sonuç ilişkisi çerçevesinde rapor hâline getiriniz.

#### AKMA-SARKMA, PORTAKALLANMA VE KABARCIKLANMA HATALARININ DÜZELTİLMESİ UYGULAMASI KONTROL LİSTESİ

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	Evet	Hayır
1. Laboratuvar güvenlik kurallarına uygun koruyucu kıyafetler giydi.		
2. Boyalı metal plakaları inceleyerek boya kusur türlerini belirledi.		
3. Metal plakaların yüzeyini uygun numaralı zımpara ile zımparaladı.		
4. Boya veya verniği uygun oranda inceltici ile seyreltti.		
5. Boya tabancasının uygulama ayarlarını yaptı.		
6. Uygulama şartlarına dikkat ederek boyayı metal yüzey üzerine uygun mesafeden püskürttü.		
7. Birinci kat boyanın kuruması için bekledi.		
8. Gerekliğinde ikinci kat boya uygulamasını boya tabancası ile yaptı.		
9. Boya kusurunun giderilip giderilmediğini gözlemledi.		

10. Çalışma ortamını temizledi.		
11. Rapor hazırladı.		
"Hayır" olarak işaretlenen ölçütler için ilgili kısımları tekrar ediniz.		

### 3.2. ZIMPARA İZLERİ, SİLİKONLANMA VE YÜZEY MATLAŞMASI

Zımpara izleri, silikonlanma ve yüzey matlaşması yüzey üzerinde bulunan izlerin yüzeye yansımaları, düşük yüzey gerilimine sahip kirlilikler ve boya parlaklığının zamanla azalması nedeniyle meydana gelen boya kusurlarıdır.

**Zımpara izleri:** Boyanan yüzeylerin üzerinde bulunan parmak izi, su lekesi ya da zımpara izleri boya yüzeyine yansıma yapabilir. Bu yansıma telgraf kusuru olarak tanımlanır. Bu izler son kat boyanın dekoratif görünümünü ve parlaklığını etkiler (Görsel 3.4).Boya uygulaması yapılacak yüzey üzerinde sıcaklık ve boya konsantrasyon değerlerinin dengeli şekilde olmaması yüzey gerilimlerinde farklılığa ve zımpara izlerinin daha da belirgin hâle gelmesine neden olur. Buna bağlı olarak yüzey üzerinde belirli bölgelerde boya yığılması meydana gelir ve zımpara izleri daha çok belirginleşir.



Görsel 3.4: Zımpara izi kusuruna sahip boyalı yüzey

Zımpara izi kusurunun ortaya çıkmasına neden olan diğer bir sebep ise zımparalama işleminin kademeli olarak yapılmamasıdır. Kalın zımparalarda dış kalınlığı büyük olduğundan işlem sonrası mutlaka kendinden daha küçük dış kalınlığı olan zımpara ile yüzeyde kalan zımpara izleri yok edilmelidir.

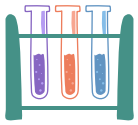
Zımparalama işleminin tecrübeli kişilerce yapılmaması, zımparanın yanlış doğrultuda hareket ettirilmesi, zımparalama işleminin makine yerine elle yapılması, yüzeyin ıslatılmadan zımparalanması, zımpara yapılan yüzeyin esnekliğinin fazla olması zımpara izi kusuruna neden olur. Ayrıca boya ve astarın yüzey tarafından çok fazla emilmesi, astar ya da macunun kurumadan zımparalanması ve zımpara takozunun kullanılmaması da bu kusurun oluşmasının nedenlerindedir. Akrilik yüzey aktif katkı maddesi kullanımı ve boya viskozitesinin artırılması zımpara izinin azaltılmasında etkilidir.

Yüzey üzerinde bulunan zımpara izleri son kat boya katmanına yansımış ise yüzey düzleşecek biçimde zımparalanır. Macun ve astar uygulaması yapılır. Kuruma süresine dikkat edilir. Ardından son kat boya uygulaması yapılarak zımpara izi kusuru giderilir.

**Silikonlanma (Kraterlenme):** Boya filminin yüzeyinde düşük yüzey gerilimine sahip kirlilikler, jel parçacıkları, fiber malzemeler, boyayla uyuşmayan silikon bileşikleri ve farklı ortamlardan gelen yağ damlacıkları minik birer yanardağ ağzını andıran kâse görünümlü küçük çöküntülere neden olur (Görsel 3.5). Bu çöküntülerin merkezinde genellikle ya damla ya da topak biçiminde malzeme varlığı gözlenir, çöküntülerin sınırları yüksektir.



Görsel 3.5: Silikonlanma kusuruna sahip boyalı yüzey

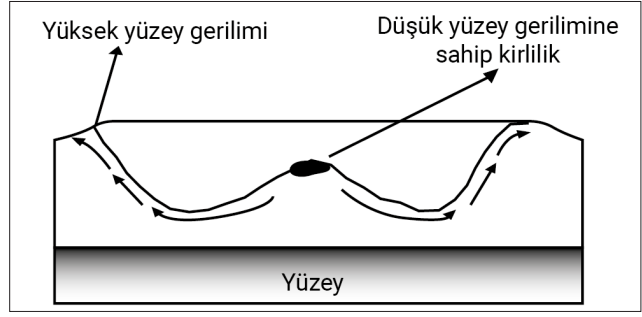


Yüzey gerilimi düşük olan bir yağ damlası bulunduğu ortamda etrafa dağılır. Yüzey gerilimi daha yüksek olan bir boya ise bu bölgeden kaçar. Yüzey gerilimindeki bu farklılıktan dolayı krater görünümüne sahip olan boya kusuru ortaya çıkar (Görsel 3.6).

Krater oluşumuna neden olan madde katı hâlde ve kraterin ortasında duruyorsa bu oluşuma **balık gözü** denir. Bu oluşuma neden olan maddelerin boyadan uzaklaştırılması gerekir.

Boya üretimi ve uygulaması esnasında ortamın temizliğine dikkat edilmesi, boya üretimi aşamasında yağ tutucu ve kirliliği önleyici filtre kullanılması, boya ve reçineye uygun süzme işlemi yapılması, boyada krater önleyici katkı maddelerinin kullanılması, boya ve reçinelerin doğru şekilde inceltmesi ve düşük yüzey gerilimine sahip boya kullanılması krater oluşumunu engeller. Raf ömrünü tamamlamamış kaliteli boya kullanılması, boyanın fazla fırçalanmaması, kısa tüylü rulo fırça kullanılması ve problemlı yüzeylerin yeniden boyanmadan önce zımparalanması da krater oluşumunu önler.

**Matlaşma:** Boya filminin yüzeye uygulanmasından bir müddet sonra boyanın parlaklığında meydana gelen azalmaya matlaşma denir (Görsel 3.7). Boya matlaşması yüzey rengini etkileyen dekoratif bir kusurdur. Bu durum genellikle düşük parlaklıkta olan alanlarda veya renkli boyalarda beyazımsı bir görüntüyle ortaya çıkar.



Görsel 3.6: Yüzey gerilimindeki farklılığa bağlı meydana gelen krater oluşumu



Görsel 3.7: Matlaşma kusuruna sahip boyalı yüzey

Matlaşma son kat boyalarda görülür. Matlaşmaya neden olan birçok etken vardır. Boya uygulamasının uygun olmayan hava şartlarında yapılması, astar boya kurumadan son kat boya uygulamasının yapılması, boya kurutma işleminin havalandırması iyi olmayan ortamda yapılması, astar ve son boyanın birbiriyle uyumlu olmaması matlaşmaya sebep olur. Ayrıca astar boya yüzeyinde tozlanma ve pütürlenme olması, boya filminin aşırı kalın yapılması, komponentli boyalarda sertleştirici oranının doğru ayarlanmaması ve boya üretiminde pigment oranının doğru ayarlanmaması da matlaşma kusuruna neden olur. Kompresörden ya da ekipmanlardan boyaya su karışması da matlaşma vb. boya kusurlarına neden olur.

Matlaşma kusurunun önlenmesi için boyanın uygulama koşullarına dikkat edilmesi, boyanın uygun koşullarda saklanması, astar uygulama ve boyanın kuruma işlemlerinin doğru yapılması, komponentli boya uygulamalarında bileşen oranlarının doğru ayarlanması ve boya reçetesinin doğru uygulanması gerekir. Matlaşma kusuru cilalama ile düzeltilemediği takdirde yeniden boyama işlemi uygulanır.

**3.2. UYGULAMA****ZIMPARA İZLERİ, SİLİKONLANMA VE MATLAŞMA HATALARININ GİDERİLMESİ**

**Amaç:** Boya filminin yüzeyinde meydana gelen zımpara izleri, silikonlanma ve matlaşma kusurlarını tespit edip gidermek.

**Araç Gereç:** Uygun ölçekli zımparalar, boya veya vernik, püskürtme hava filtresi, boya tabancası ve yüzeyinde zımpara izleri, antsilikon katkı maddesi, boya süzgeci, silikonlanma ve matlaşma kusurları bulunan metal plakalar.

**Sağlık, Çevre ve Güvenlik Önlemleri**

Bu çalışmayı, kesinlikle solvent bazlı boyalarla **yapmayınız**. Çalışma koşullarına uygun kişisel koruyucu ekipmanlar kullanınız. Ortaya çıkan kontamine atıkları, ilgili yönetmeliklere uygun şekilde ortamdaki uzaklaştırınız.

- Laboratuvar çalışmaları süresince işlem basamaklarına, güvenliğe ve temizliğe dikkat ediniz.

**Değerlendirme**

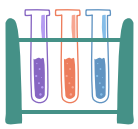
Performansınız, uygulama sonunda verilen uygulama çalışması kontrol listesine göre öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir.

**Görev**

Bu uygulamada sizden boya kusurlarını tespit etmeniz ve bu kusurları aşağıda verilen işlem basamakları doğrultusunda gidermeniz beklenmektedir.

**İşlem Basamakları**

1. Yüzeyinde zımpara izleri, silikonlanma ve matlaşma kusurları bulunan boyalı metal plakaları inceleyerek boya kusur türlerini belirleyiniz.
2. Boyalı metal plakaların yüzeyini uygun numaralı zımpara ile zımparalayınız.
3. Temizlenen metal yüzeye dolgu ve astar uygulaması yaparak boyanın kurumasını bekleyiniz.
4. Boya veya verniği uygun oranda inceltici ile seyrelterek bunların uygun viskozite değerinde olmasını sağlayınız.
5. Boya veya vernik içine uygun oranda antsilikon katkı maddesini ekleyiniz.
6. Boya veya verniği süzerek boya tabancasına doldurunuz.
7. Boya tabancasının uygulama ayarlarını yaparak hava filtrelerini kontrol ediniz.
8. Uygulama şartlarına dikkat ederek boyayı metal yüzey üzerine 25 cm mesafeden püskürtünüz.
9. Birinci kat boyanın kuruması için 25 dakika bekleyiniz.
10. Gerekirse ikinci kat boya uygulamasını boya tabancası ile yapınız.
11. Boyanın kuruması için bekleyiniz.
12. Yüzey kusurlarının giderilip giderilmediğini gözlemleyiniz.
13. Çalışma ortamını ve malzemeleri temizleyip teslim ediniz.
14. İşlem basamaklarında elde ettiğiniz bulguları ve gözlemlerinizi neden-sonuç ilişkisi çerçevesinde rapor hâline getiriniz.



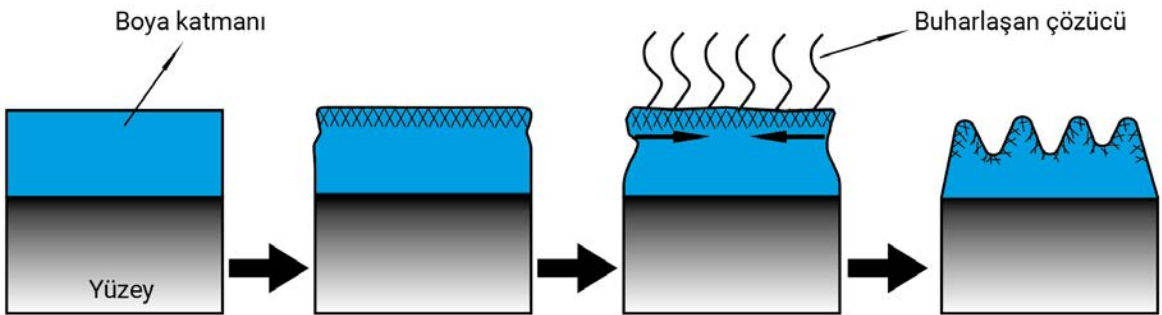
#### ZIMPARA İZLERİ, SİLİKONLANMA VE MATLAŞMA HATALARININ GİDERİLMESİ UYGULAMASI KONTROL LİSTESİ

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	Evet	Hayır
1. Laboratuvar güvenlik kurallarına uygun koruyucu kıyafetler giydi.		
2. Boyalı metal plakaları inceleyerek boya kusur türlerini belirledi.		
3. Metal plakaların yüzeyini uygun numaralı zımpara ile zımparaladı.		
4. Temizlenen metal yüzeye dolgu ve astar uygulaması yaparak boyanın kurumasını bekledi.		
5. Boya veya verniği uygun oranda inceltici ile seyreltti.		
6. Boya veya vernik içine uygun oranda antsilikon katkı maddesini ekledi.		
7. Boya veya verniği süzerek boya tabancasına doldurdu.		
8. Boya tabancasının uygulama ayarlarını yaparak hava filtrelerini kontrol etti.		
9. Uygulama şartlarına dikkat ederek boyayı metal yüzey üzerine uygun mesafeden püskürttü.		
10. Birinci kat boyanın kuruması için bekledi.		
11. Gerektiğinde ikinci kat boya uygulamasını boya tabancası ile yaptı.		
12. Boya kusurunun giderilip giderilmediğini gözlemledi.		
13. Çalışma ortamını temizledi.		
14. Rapor hazırladı.		
"Hayır" olarak işaretlenen ölçütler için ilgili kısımları tekrar ediniz.		

### 3.3. KIRIŞMA, TEBEŞİRLENME VE BEYAZLANMA

Kırışma, tebeşirlenme ve beyazlanma boyanın kuruması esnasında oluşan ve dekoratif görünümü bozan kusurlardır.

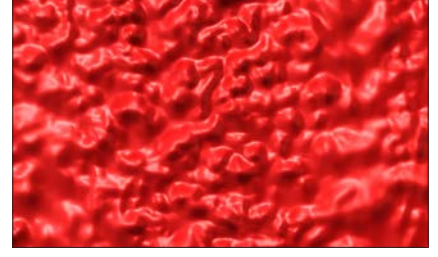
**Kırışma:** Düzensiz kurumadan kaynaklanan boya kusurudur. Boyanın üst yüzeyinde kuruma tepkimeleri hızlı gerçekleşirken alt kısımlarında kuruma tepkimeleri daha yavaştır. Üst ve alt kısımların kuruma hızlarındaki farklılıktan dolayı yüzeyde daralmalar olur (Görsel 3.8).



Görsel 3.8: Kırışma kusurunun oluşma mekanizması



Boyanın üst kısmında meydana gelen hacimsel daralmalar yüzeyde kırışık görüntüye neden olur (Görsel 3.9). Kırışma kusurunun oluşmasına neden olan diğer faktörler; kuruma süresince üst ve alt katmanlarda bulunan boyalarda viskozite değerlerinin farklı hızlarda değişmesi, kurumada buharlaşma hızı ve hacimsel katı madde miktarıdır.



**Görsel 3.9:** Kırışma kusuruna sahip boyalı yüzey

Kırışma kusuruna yatkınlığı yüksek olan boya ile kusursuz olarak boyanan bir yüzeye çözücülüğü fazla olan solvent içeren boya ile ikinci kat boya uygulaması yapıldığında kırışma kusurunun başka bir şekli olan **kabarma kusuru** ortaya çıkar.

Boya katları arasında kuruma sürelerine uyulmaması, sentetik boyaların iki selülozik kat arasına uygulanması, eski boyalı yüzey üzerine zımpara atılmadan boyama işleminin yapılması, boyanın çok kalın uygulanması ve uygun olmayan kurutma koşulları kırışma kusuruna neden olur.

Kırışma kusuru; boya katları arasında kuruma sürelerine uyulması, zımparalama işlemi yapılmadan boya yapılmaması ve boya filminde kimyasal kuruma sürecinin homojen olmasını sağlayacak önlemlerin alınmasıyla engellenebilir. Kırışma çok fazla olursa boya tabana kadar temizlenir ve yeniden boyama işlemi yapılır.

**Tebeşirlenme:** Genellikle dış cephe yüzeylerinde boyanın içeriğinde bulunan bağlayıcı maddeler ısı, UV ışınları ve oksijenin etkisiyle özelliğini kaybeder. Boya filminin yüzey bütünlüğü bozulur ve pigment maddeler toz tabakası hâlinde yüzeyi kaplar. Pigment maddelerin yüzeyde gevşek bir tabaka hâlinde bulunmasına **tebeşirlenme** denir (Görsel 3.10). Örneğin epoksi boya sistemleri UV ışınlarına karşı yeterince dayanıklı değildir ve uzun süre UV ışınlarına maruz kaldığında tebeşirlenme kusuru oluşabilir. Tebeşirlenme kusuru genellikle eski ve yıpranmış boya filmi tabakalarında gözlemlenir.



**Görsel 3.10:** Tebeşirlenme kusuruna sahip boyalı yüzey

Boya içinde pigmentin bozunması, yanlış oranda sertleştirici komponent kullanılması, boya üretimi esnasında doğru boya reçetesiyle üretim yapılmaması ve olumsuz hava şartları tebeşirlenmeye neden olur. Ayrıca boya içeriğindeki pigment oranı, bağlayıcı madde türü ve yüksek miktarda dolgu madde kullanımı da tebeşirlenme oluşturur. Tebeşirlenme kusurunu önlemek için boyanın yüzeye yapışmasını artırmak gerekir. Yüzeyin adezyon kuvvetini artırmak, astar uygulamasını doğru yapmak ve kullanılacak boyayı yüzeye uygun seçmek gerekir.

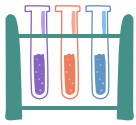
Tebeşirlenme kusuru olan boya filmi, fırça ve suyla temizlenerek kurumaya bırakılır. Yüzey üzerinde toz kalıp kalmadığı kontrol edilir. Yüzeyde tebeşirlenme kalıntısı kalmamış ise akrilik ve silikonlu astar kullanılarak astarlama işlemi yapılır. Ardından kaliteli akrilik veya silikon esaslı dış cephe boyası ile yüzey boyanır.

**Beyazlanma:** Son kat boyaların yüzeylerinde meydana gelen boya kusurudur. Beyaz tonların meydana gelmesi şeklinde ortaya çıkar. (Görsel 3.11). Nemli koşullarda püskürtme yöntemiyle yapılan boya uygulamalarında sıkça gözlenir. Boyanın yüzeyinde meydana gelen su yoğunlaşması suda çözünmeyen reçinelerin çökmesine neden olur. Çökmenin olduğu bölgeler beyaz veya rengi kaçmış ve parlaklığı düşük lekeler biçiminde görülür.



**Görsel 3.11:** Beyazlanma kusuruna sahip boyalı yüzey

Boya dolgu maddesine fazla miktarda sertleştirici içeren reçine konulduğunda sertleştirici olarak kullanılan peroksitler son katın ağarmasına ve yüzeyde beyazlanma kusuru oluşmasına neden olur.



Beyazlanma oluşumunu engellemek için iyi bir yüzey hazırlığı yapmak, doğru astar uygulaması yapmak, nemli hava koşullarında uygulama yapmamak ve fazla miktarda sertleştirici component kullanmamak gerekir. Beyazlanma olan yüzeylerde eski boyanın yüzeyden temizlenerek uzaklaştırılması ve boya uygulamasının yeniden yapılması gerekir.

### 3.3. UYGULAMA

#### KIRIŞMA, TEBEŞİRLENME VE BEYAZLANMA KUSURLARININ GİDERİLMESİ

**Amaç:** Boya filminin yüzeyinde meydana gelen kırışma, tebeşirlenme ve beyazlanma kusurlarını tespit edip gidermek.

**Araç Gereç:** Zımpara, boya veya vernik, boya tabancası, astar boya, uygun ölçekli zımparalar, retarder katkı maddesi ve yüzeyinde kırışma, tebeşirlenme, beyazlanma kusurları bulunan metal plakalar.

#### Sağlık, Çevre ve Güvenlik Önlemleri

Bu çalışmayı, kesinlikle solvent bazlı boyalarla **yapmayınız**. Çalışma koşullarına uygun kişisel koruyucu ekipmanlar kullanınız. Ortaya çıkan kontamine atıkları, ilgili yönetmeliklere uygun şekilde ortamdan uzaklaştırınız.

- Laboratuvar çalışmaları süresince işlem basamaklarına, güvenliğe ve temizliğe dikkat ediniz.

#### Değerlendirme

Performansınız, uygulama sonunda verilen uygulama çalışması kontrol listesine göre öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir.

#### Görev

Bu uygulamada sizden boya kusurlarını tespit etmeniz ve bu kusurları aşağıda verilen işlem basamakları doğrultusunda gidermeniz beklenmektedir.

#### İşlem Basamakları

1. Yüzeyinde kırışma, tebeşirlenme ve beyazlanma kusurları bulunan boyalı metal plakaları inceleyerek boya kusur türlerini belirleyiniz.
2. Boyalı metal plakaların yüzeyini uygun numaralı zımpara ile zımparalayınız.
3. Temizlenen metal yüzeye son kat boyasına uygun dolgu ve astar uygulaması yapınız.
4. Boya veya verniği inceltici ile uygun oranda seyrelterek viskoziteyi ayarlayınız.
5. Boya veya vernik içine uygun oranda retarder katkı maddesini ekleyiniz.
6. Boya veya verniği süzerek boya tabancasına doldurunuz.
7. Boya tabancasının uygulama ayarlarını yaparak hava filtrelerini kontrol ediniz.
8. Uygulama şartlarına dikkat ederek boyayı metal yüzey üzerine 25 cm mesafeden püskürtünüz.
9. Birinci kat boyanın kuruması için 25 dakika bekleyiniz.
10. Gerekliyse ikinci kat boya uygulamasını boya tabancası ile yapınız.
11. Boyanın kuruması için bekleyiniz.
12. Yüzey kusurlarının giderilip giderilmediğini gözlemleyiniz.
13. Çalışma ortamını ve malzemeleri temizleyip teslim ediniz.
14. İşlem basamaklarında elde ettiğiniz bulguları ve gözlemlerinizi neden-sonuç ilişkisi çerçevesinde rapor hâline getiriniz.

**KIRIŞMA, TEBEŞİRLENME VE BEYAZLANMA KUSURLARININ GİDERİLMESİ UYGULAMASI KONTROL LİSTESİ**

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	Evet	Hayır
1. Laboratuvar güvenlik kurallarına uygun koruyucu kıyafetler giydi.		
2. Boyalı metal plakaları inceleyerek boya kusur türlerini belirledi.		
3. Metal plakaların yüzeyini uygun numaralı zımpara ile zımparaladı.		
4. Son kat boyaya uygun dolgu ve astar uygulaması yaparak boyanın kurumasını bekledi.		
5. Boya veya verniği uygun oranda inceltici ile seyreltti.		
6. Boya veya vernik içine uygun oranda retarder katkı maddesini ekledi.		
7. Boya veya verniği süzerek boya tabancasına doldurdu.		
8. Boya tabancasının uygulama ayarlarını yaparak hava filtrelerini kontrol etti.		
9. Uygulama şartlarına dikkat ederek boyayı metal yüzey üzerine uygun mesafeden püskürttü.		
10. Birinci kat boyanın kuruması için bekledi.		
11. Gerekliğinde ikinci kat boya uygulamasını boya tabancası ile yaptı.		
12. Boya kusurunun giderilip giderilmediğini gözlemledi.		
13. Çalışma ortamını temizledi.		
14. Rapor hazırladı.		
"Hayır" olarak işaretlenen ölçütler için ilgili kısımları tekrar ediniz.		

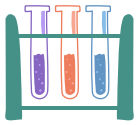
**3.4. YAPIŞMA ZAYIFLIKLARI VE ÇÖKÜNTÜLER**

Yapışma zayıflıkları ve çöküntüler; yüzey üzerindeki kirlilikten, boyanın reçetesine ve depolama koşullarına uyulmamasından kaynaklanan kusurlardır.

**Yapışma Zayıflığı:** Yapışma olayı; boyanın yüzeye fiziksel kenetlenmesi, elektrostatik çekim kuvveti ve difüzyonu (yayınma) ile gerçekleşir. İki taneciğin anahtar kilit modeli şeklinde birbirine yapışması fiziksel etkidir. Zıt yük taşıyan iki taneciğin birbirini çekmesi yapışma olayında elektrostatik etkidir. Boyanın yüzey üzerinde homojen olarak dağılması ise difüzyondur. Kuru boya filminin uygulandığı yüzeyden dış etkenler nedeniyle soyulması ve yüzeyden ayrılması **yapışma zayıflığı** olarak tanımlanır (Görsel 3.12).



**Görsel 3.12:** Yapışma zayıflığı kusuruna sahip boyalı yüzey



Yüzey veya kaplama tabakalarının üzerinde bulunan yağ, gres ve korozyon ürünleri, kaplama işlemlerinde yapılan teknik hatalar (iki komponentli üzerine tek komponent kaplama vb.), kaplama işlemlerinin aşırı kalın yapılması ve astarlama işleminin doğru yapılmaması yapışma zayıflığının nedenlerindedir. Katlar arasında yeterince kuruma süresi verilmemesi ve yüzey hazırlama işlemlerinin doğru yapılmaması da zayıf yapışma kusuruna neden olur.

Yapışma kusurunun giderilmesi için yapılacak tek işlem, boyanın yüzeyden kaldırılması ve yüzeyin yeniden boyanmasıdır. Yeni boya uygulaması yapılmadan önce yapışma zayıflığına neden olan etkenlerin giderilmesi gerekir. Boyanın katkı maddelerinin gözden geçirilmesi, fırınlama sıcaklığının ve bekletme sürelerinin azaltılması sorunun tekrar oluşmasını önler.

**Çöküntü:** Boya içinde katı yapıda bulunan pigment ve dolgu maddelerinin yoğunluk farkı sebebiyle boyanın sıvı bileşenlerinden ayrılarak sert veya yumuşak bir çöküntü hâlinde birikmesidir. Boyanın üstte kalan kısmı solvent ve bağlayıcılardır. Boyada çökme kusuru, depolama veya uygulama sonrasında gerçekleşir. Uygulama sonrasında meydana gelen çökme, boyanın farklı renklerde gözükmesine neden olur.

Boyanın yapısı bozulmadan katı boya bileşenlerinin dibe çökmesi **yumuşak çökme** olarak tanımlanır. Boya özelliğini yitirmediği için karıştırıldığında tekrar dispers hâle döner. Yumuşak çökme bir boya sorunu olarak değerlendirilmez.

Katı boya bileşenlerinin boyanın yapısından ayrılarak dipte sert ve dağılmayan çökelti oluşturması **sert çökme** olarak tanımlanır. Bu çökelti kolay kolay karışmaz ve yüksek hızda karıştırılsa dahi homojen yapıyı uzun süre koruyamaz. Bu şekilde çökmüş boyalar yapısını kaybettiği için kullanılmamalıdır.

Boyanın depoda fazla veya uygun olmayan şartlarda bekletilmesi, yoğunluğu fazla olan pigment kullanılması, boya reçetesinin yanlış uygulanması, boyada yapılan formülasyon hataları ve boyanın kirlenmesiyle çöküntü kusuru meydana gelir. Bu kusur özellikle çinko oranı fazla olan astarlarda gözlenen genel problemdir.

Çökme kusurunu önlemek için boya formülasyonunun doğru yapılması gerekir. Boya, raf ömrü boyunca sert çökme yapmamalıdır. Yumuşak çökme ise bazı yüksek katlı ve özel sistemlerde raf ömründen önce oluşabilir. Bu tür durumlarda, boya kullanılmadan önce çok iyi karıştırılmalıdır. Depolama koşullarına dikkat edilmesi önemlidir. Çökme problemi olan boya ile yapılan kaplama işlemlerinde boyanın sökülmesi ve kaplama işleminin yeniden yapılması gerekir.

### 3.4. UYGULAMA

#### YAPIŞMA ZAYIFLIĞININ VE ÇÖKÜNTÜ KUSURLARININ GİDERİLMESİ

**Amaç:** Boya filminin yüzeyinde meydana gelen yapışma zayıflığı ve çöküntü kusurlarını tespit ederek gidermek.

**Araç Gereç:** Boya veya vernik, boya tabancası, yüzeyinde yapışma zayıflığı ve çöküntü kusurları bulunan metal plakalar, uygun ölçekli zımparalar ve astar boya.

#### Sağlık, Çevre ve Güvenlik Önlemleri

Bu çalışmayı, kesinlikle solvent bazlı boyalarla **yapmayınız**. Çalışma koşullarına uygun kişisel koruyucu ekipmanlar kullanınız. Ortaya çıkan kontamine atıkları, ilgili yönetmeliklere uygun şekilde ortamdaki uzaklaştırınız.

- Laboratuvar çalışmaları süresince işlem basamaklarına, güvenliğe ve temizliğe dikkat ediniz.

#### Değerlendirme

Performansınız, uygulama sonunda verilen uygulama çalışması kontrol listesine göre öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir.

**Görev**

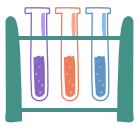
Bu uygulamada sizden boya filminin yüzeyinde meydana gelen yapışma zayıflığı ve çöküntü kusurlarını tespit edip verilen işlem basamakları doğrultusunda kusurları gidermeniz beklenmektedir.

**İşlem Basamakları**

1. Yüzeyinde yapışma zayıflığı ve çöküntü kusurları bulunan boyalı metal plakaları inceleyerek boya kusur türlerini belirleyiniz.
2. Boyalı metal plakaların yüzeyini uygun numaralı zımpara ile zımparalayınız.
3. Temizlenen metal yüzeye son kat boyasına uygun dolgu ve astar uygulaması yapınız.
4. Boya veya verniği inceltici ile uygun oranda seyrelterek viskoziteyi ayarlayınız.
5. Boya tabancasının uygulama ayarlarını yaparak hava filtrelerini kontrol ediniz.
6. Uygulama şartlarına dikkat ederek boyayı metal yüzey üzerine uygun mesafeden püskürtünüz.
7. Birinci kat boyanın kuruması için 25 dakika bekleyiniz.
8. Gerekirse ikinci kat boya uygulamasını boya tabancası ile yapınız.
9. Boyanın kuruması için bekleyiniz.
10. Yüzey kusurlarının giderilip giderilmediğini gözlemleyiniz.
11. Çalışma ortamını ve malzemeleri temizleyip teslim ediniz.
12. İşlem basamaklarında elde ettiğiniz bulguları ve gözlemlerinizi neden-sonuç ilişkisi çerçevesinde rapor hâline getiriniz.

**YAPIŞMA ZAYIFLIĞININ VE ÇÖKÜNTÜ KUSURLARININ GİDERİLMESİ UYGULAMASI KONTROL LİSTESİ**

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	Evet	Hayır
1. Laboratuvar güvenlik kurallarına uygun koruyucu kıyafetler giydi.		
2. Boyalı metal plakaları inceleyerek boya kusur türlerini belirledi.		
3. Metal plakaların yüzeyini uygun numaralı zımpara ile zımparaladı.		
4. Son kat boyaya uygun dolgu ve astar uygulaması yaparak boyanın kurumasını bekledi.		
5. Boya veya verniği uygun oranda inceltici ile seyreltti.		
6. Boya tabancasının uygulama ayarlarını yaparak hava filtrelerini kontrol etti.		
7. Uygulama şartlarına dikkat ederek boyayı metal yüzey üzerine uygun mesafeden püskürttü.		
8. Birinci kat boyanın kuruması için bekledi.		
9. Gerekteğinde ikinci kat boya uygulamasını boya tabancası ile yaptı.		
10. Boya kusurunun giderilip giderilmediğini gözlemledi.		
11. Çalışma ortamını temizledi.		
12. Rapor hazırladı.		
"Hayır" olarak işaretlenen ölçütler için ilgili kısımları tekrar ediniz.		



### 3.5. RENK SAPMALARI, PİSTOLE İZLERİ VE BULUTLANMA

Renk sapmaları, pistole izleri ve bulutlanma özellikle otomobil kaporta boya uygulamalarında sık rastlanan kusurlardır.

**Renk Sapması:** Yeniden boyanan veya boya onarımı yapılan bölgenin renk tonuyla diğer bölge-lerdeki renk tonu arasında uyumsuzluk veya farklılık olması **renk sapması** olarak tanımlanır (Görsel 3.13). Boyanın kürlenmesi sonrasında boya renginin kabul edilebilir sınırlar dışında değişmesi de renk sapması olarak tanımlanır.



**Görsel 3.13:** Boya yapılmış aracın kapısında oluşan renk sapması

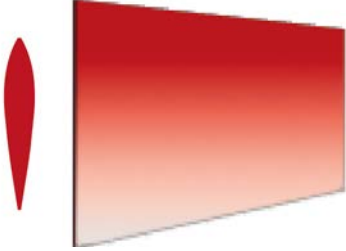
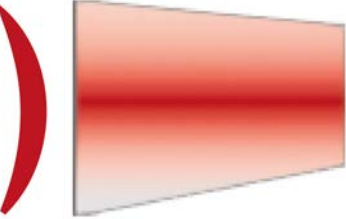
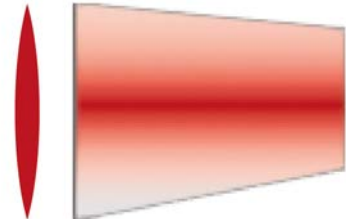
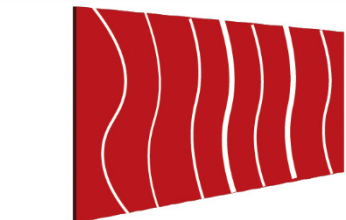
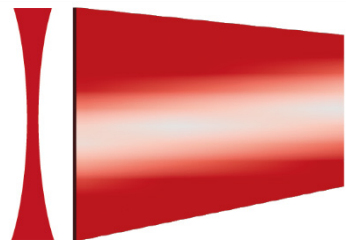
Boyama işleminin farklı boya partileriyle yapılması, boya renk seçiminde göz kaynaklı hatalar, metamerik farklılık, boyanmış yüzeyde nem dağılımının homojen olmaması, yüzeyde meydana gelen boya kusurları, pigment yoğunluğunun homojen olmaması, tozlanmış eski boya üzerine yeni boya uygulanması renk sapmalarına neden olur. Boya uygulamalarında insan kaynaklı hatalar, boya uygulama parametrelerinin (ısı, püskürtme basıncı, nem vb.) farklı olması, inceltici seçiminin yanlış yapılması, boya viskozitesinin farklı olması ve fırınlama sürecinde yapılan hatalar da renk sapmalarının nedenlerindedir.

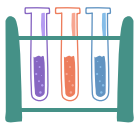
Renk sapma hatasını önlemek için uygulamanın aynı şartlarda yapılması, metamerik farklılığa dikkat edilmesi, boyanın viskozite ayarlarının aynı değerde kalması, boyama işleminin robotik kolla veya aynı kişiyle yapılması, boya tabanca ayarlarının değiştirilmemesi ve fırınlama sürelerinin eşit olması gerekir.

Renk sapma hatasını gidermek için kusurlu bölge uygun numaralı zımpara ile zımparalanır. Zımparalama işlemi sonrasında oluşan tozlar temizlenir ve boyama işlemi yeniden yapılır. Boyanın kurumasından sonra polisaj işlemi yapılır. Polisaj işlemi boya üzerinde matlığı gidererek boyaya parlaklık kazandırır. El ile yapılan polisaj işleminde pasta sıvısı beze emdirilerek dairesel hareketlerle bütün yüzeye uygulanır. Bu işlem sırasında kullanılan pastanın kurumamasına dikkat edilir. Kullanılan pasta kurursa boya yüzeyini çizebilir. Bezde bulunan pastanın kurumması durumunda bez, pasta ile tekrar ıslatılarak polisaj işlemine devam edilir.

**Pistole İzleri:** Boya tabancası ile yapılan uygulamalarda görülen boya kusurlarıdır. Boyanın viskozite değerine, püskürtme basıncına, boya tabancasının önceden temizlenmemesine, püskürtme aksamındaki tıkanmalara ve uygulama parametrelerine bağlı olarak boya filminin yüzeyinde pistole kusurları meydana gelir (Tablo 3.1).

Tablo 3.1: Bazı Pistole İzi Kusurları

KUSURLU BOYA GÖRÜNTÜSÜ	KUSURUN OLUŞMA NEDENİ
	Üst veya alt tarağın yoğun boya püskürtmesi nedeniyle oluşan kusur
	Sağ veya sol tarağın yoğun boya püskürtmesi nedeniyle oluşan kusur
	Tarağın ortada yoğun boya püskürtmesi nedeniyle oluşan kusur
	Titrek veya kesintili püskürtme fanı nedeniyle oluşan kusur
	Çatlak püskürtme tarağı nedeniyle oluşan kusur



Boya tabancası kullanılırken pistole izlerinin önlenmesi için tabanca boya iğnesinin tam açık durumda olması, boya tabancasının türüne göre püskürtme basıncının doğru ayarlanması, tabancanın yüzeye dik olarak tutulması ve paralel hareketle püskürtülmesi gerekir. Bunların dışında püskürtme mesafesine uyulması, boyanın düzgün hareketle püskürtülmesi ve boya püskürtme işleminin sabit hızla yapılması da pistole izlerinin oluşumunu engeller.

Pistole izlerinin giderilmesi için boyalı yüzeyin zımparalanarak temizlenmesi ve boyama işleminin yeniden yapılması gerekir. Boya işlemi esnasında uygulama ayarlarına ve boya tabancasının temiz olmasına dikkat edilir.

**Bulutlanma:** Yeni uygulanmış metalik boyaların yüzeylerinde hafif düzeyde ve bölgesel olarak renk farklılıklarının oluşmasıdır (Görsel 3.14). Bulutlanma kusuru açık renk, koyu renk ya da çizgi formunda ortaya çıkar.



**Görsel 3.14:** Bulutlanma kusuruna sahip boyalı yüzey

Boya tabancasının uygulama ayarlarının doğru yapılmaması, metal yüzey üzerinde boya filmi kalınlığının homojen olmaması, doğru oranlarda inceltme ve sertleştirici component kullanılmaması, boya veya verniğin kuruma sürelerine uyulmaması, boya astarının doğru uygulanmaması ve son kat boya filmi kalınlığının fazla olması bulutlanma kusuruna neden olur.

Bulutlanma kusurunu önlemek için inceltme ve sertleştirici maddelerin doğru oranlarda kullanılması, tabancanın doğru ayarlanması, boya tabancasının temizliğinin düzenli olarak yapılması ve doğru spreysel uygulama biçiminin seçilmesi gerekir. Bulutlanma kusurunu gidermek için boyama işleminin doğru şekilde tekrar yapılması gerekir.



**3.5. UYGULAMA****RENK SAPMASI, PİSTOLE İZİ VE BULUTLANMA KUSURLARININ GİDERİLMESİ**

**Amaç:** Boya filminin yüzeyinde meydana gelen renk sapması, pistole izi ve bulutlanma kusurlarını tespit ederek gidermek.

**Araç Gereç:** Boya veya vernik, boya tabancası, yüzeyinde renk sapması, pistole izi ve bulutlanma kusurları bulunan metal plakalar, uygun ölçekli zımparalar.

**Sağlık, Çevre ve Güvenlik Önlemleri**

Bu çalışmayı, kesinlikle solvent bazlı boyalarla **yapmayınız**. Çalışma koşullarına uygun kişisel koruyucu ekipmanlar kullanınız. Ortaya çıkan kontamine atıkları, ilgili yönetmeliklere uygun şekilde ortamdaki uzaklaştırınız.

- Laboratuvar çalışmaları süresince işlem basamaklarına, güvenliğe ve temizliğe dikkat ediniz.

**Değerlendirme**

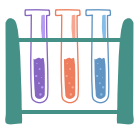
Performansınız, uygulama sonunda verilen uygulama çalışması kontrol listesine göre öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir.

**Görev**

Bu uygulamada sizden boya kusurlarını tespit etmeniz ve bu kusurları aşağıda verilen işlem basamakları doğrultusunda gidermeniz beklenmektedir.

**İşlem Basamakları**

1. Yüzeyinde renk sapması, pistole izi ve bulutlanma kusurları bulunan boyalı metal plakaları inceleyerek boya kusur türlerini belirleyiniz.
2. Her üç boyalı metal plakanın yüzeyini uygun numaralı zımpara ile zımparalayınız.
3. Boya veya verniği inceltici ile uygun oranda seyrelterek viskoziteyi ayarlayınız.
4. Boya tabancasının uygulama ayarlarını yaparak hava filtrelerini kontrol ediniz.
5. Uygulama şartlarına dikkat ederek boyayı metal yüzey üzerine uygun mesafeden püskürtünüz.
6. Birinci kat boyanın kuruması için 25 dakika bekleyiniz.
7. Renk sapması olan metal yüzeye polisaj işlemi yapınız.
8. Yüzey kusurlarının giderilip giderilmediğini gözlemleyiniz.
9. Çalışma ortamını ve malzemeleri temizleyip teslim ediniz.
10. İşlem basamaklarında elde ettiğiniz bulguları ve gözlemlerinizi neden-sonuç ilişkisi çerçevesinde rapor hâline getiriniz.



#### RENK SAPMASI, PİSTOLE İZİ VE BULUTLANMA KUSURLARININ GİDERİLMESİ UYGULAMASI KONTROL LİSTESİ

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	Evet	Hayır
1. Laboratuvar güvenlik kurallarına uygun koruyucu kıyafetler giydi.		
2. Boyalı metal plakaları inceleyerek boya kusur türlerini belirledi.		
3. Metal plakaların yüzeyini uygun numaralı zımpara ile zımparaladı.		
4. Boya veya verniği uygun oranda inceltici ile seyreltti.		
5. Boya tabancasının uygulama ayarlarını yaptı.		
6. Uygulama şartlarına dikkat ederek boyayı metal yüzey üzerine uygun mesafeden püskürttü.		
7. Boyanın kuruması için bekledi.		
8. Renk sapması olan metal yüzeye polisaj işlemi yaptı.		
9. Boya kusurunun giderilip giderilmediğini gözlemledi.		
10. Çalışma ortamını temizledi.		
11. Rapor hazırladı.		
"Hayır" olarak işaretlenen ölçütler için ilgili kısımları tekrar ediniz.		

### 3.6. KUSMA VE KURU PÜSKÜRTME HATALARI

Boyada kuma kusuru uygulamadan sonra ortaya çıkarken kuru püskürtme kusuru boya tabancası ile uygulama sırasında oluşur.

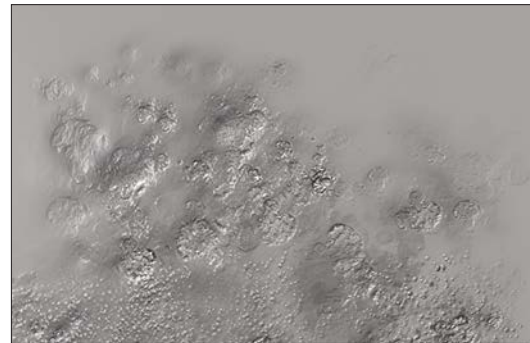
**Kuma:** Macun veya astar içinde bulunan pigmentlerin, son kat boya çözücüsü tarafından çözünmesiyle yüzey üzerinde farklı tonda lekeli görüntü oluşması **kuma** olarak tanımlanır (Görsel 3.15). Benzer bir durumla sertleştirici komponentlerin son kat boya pigmentleri ile kimyasal reaksiyona girmesi sonucunda da karşılaşılr. Kuma kusuru **kanama** olarak da bilinir.

Astar boyanın tam kuruması gerçekleşmeden son kat boya uygulaması yapıldığında son kat boya çözücüsünün alttaki boyanın pigmentini çözmesi, komponentli boya ürünlerinde sertleştirici ilavesinin doğru oranda yapılmaması ve astar boyanın son kat boyayla uyumsuzluğu kuma problemlerinin nedenleridir. İnşaat boyalarının alt kısımlarındaki sıvada bulunan nem, boyanın çatlak kısımlarından uzaklaşırken sıvadan çözerek taşıdığı tuzu boya üzerinde biriktirerek tuz kusmasına neden olur (Görsel 3.16). Kusmanın nedenini bulabilmek için solvent testi yapılır.

Komponentli boya ürünleri kullanılırken doğru oranda sertleştirici kullanılması, birbirine uygun astar ve son kat boya seçilmesi, yaş üstü yaş uygulamaya uygun olmayan boya uygulamalarında astar boya kurumadan son kat boya uygulanmaması kuma problemlerini engeller. Boyamaya başlamadan önce yüzeydeki safsızlıklar yüzeyden temizlenmelidir.



Görsel 3.15: Kuma kusuruna sahip boyalı yüzey

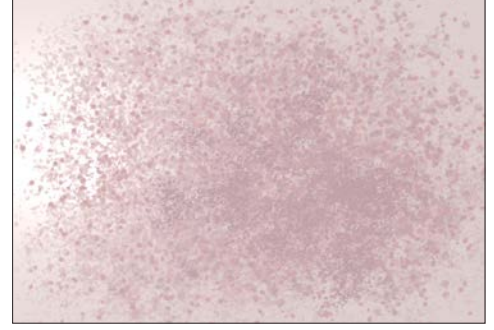


Görsel 3.16: Tuz kusmasına sahip boyalı yüzey

İnşaat boyaalarında tuz kusmasını engellemek için boyanın alt yüzeyinde bulunan sıvada suda kolayca çözünen tuz kullanılmaması, sıvanın kuruma süresini tamamlaması, boyanın gereğinden fazla inceltilmemesi, sıva ve son kat boyasına uygun astar kullanılması gerekir.

Kusma probleminde boya sökölür, uygun önlemler alınarak boyama işlemi tekrarlanır.

**Kuru Püskürtme:** Kuru püskürtme hatası boya tabancası ile yapılan uygulamalarda görülür. Boya veya verniğin uygulama yüzeyine toz hâlinde ulaşmasıyla meydana gelir. Buna bağlı olarak boya filminde yapışma ve parlaklık kaybı oluşur (Görsel 3.17).



**Görsel 3.17:** Kuru püskürtme kusuruna sahip boyalı yüzey

Boya tabancasının uygulama yüzeyine uzak tutulması, tabanca sürüklenme hızının yüksek olması, boya püskürtme basıncının yüksek olması, boya veya verniğin uygun oranda inceltilmemesi ve inceltme amacıyla kullanılan solventin çok hızlı buharlaşması kuru püskürtme kusurunun oluşmasına neden olur.

Kuru püskürtme kusurunu önlemek için püskürtme basıncının ve püskürtme mesafesinin doğru olması; boya tabancasının yüzeye dik, püskürtmenin paralel ve uygun hızda yapılması; boya veya verniğin doğru oranda inceltilmesi gerekir. Hızlı buharlaşan inceltici kullanılmamalıdır.

Kuru püskürtme kusurunu ortaya çıkaran sebepler tespit edilerek giderilmeli ve yüzey, zımpara ile temizlendikten sonra boyama işlemi tekrarlanmalıdır.

**Zımpara Olma Süresinin Gecikmesi:** Boya sistemlerinde alt katlara uygulanan boyaların geç kuruması nedeniyle zımparalama işleminde karşılaşılan zorluktur. Boya veya verniğin geç kuruması nedeniyle toz hâle geçememesi ve zımparaya yapışması **zımpara olma süresi gecikmesi** olarak tanımlanır. Bu kusur boya ustaları tarafından **zımparaya sarma** olarak da adlandırılır.

Kimyasal reaksiyonla kuruyan sistemlerde kuruma reaksiyonlarının yavaş gerçekleşmesi, komponent oranlarının doğru olarak yapılmaması, boya karışımının uygun oranda inceltilmemesi, boya uygulamasının kalın olması zımparalama süresini geciktirir. Bunların dışında uygulama sıcaklığının düşük olması, komponent içerikli karışım oranlarına ve uygulama süresine uyulmaması da zımparalama süresinin gecikmesine neden olur.

Zımparalama süresinin gecikmemesi için sertleştirici ve hızlandırıcı komponent oranlarının doğru ayarlanması, düşük sıcaklıklarda uygulama yapılmaması ve boyanın uygun oranda inceltilmesi

### 3.6. UYGULAMA

#### KUSMA, KURU PÜSKÜRTME VE ZIMPARA OLMA SÜRESİNİN GECİKMESİ KUSURLARININ GİDERİLMESİ

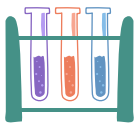
**Amaç:** Boya filminin yüzeyinde meydana gelen kusma, kuru püskürtme ve zımpara olma süresinde gecikme kusurlarını tespit ederek gidermek.

**Araç Gereç:** Poliüretan boya sistemi, boya tabancası, uygun ölçekli zımparalar ve yüzeyinde kusma, kuru püskürtme, ve zımpara olma süresinin gecikmesi kusurları bulunan metal plakalar.

#### Sağlık, Çevre ve Güvenlik Önlemleri

Bu çalışmayı, kesinlikle solvent bazlı boyalarla **yapmayınız**. Çalışma koşullarına uygun kişisel koruyucu ekipmanlar kullanınız. Ortaya çıkan kontamine atıkları, ilgili yönetmeliklere uygun şekilde ortamdaki uzaklaştırınız.

- Laboratuvar çalışmaları süresince işlem basamaklarına, güvenliğe ve temizliğe dikkat ediniz.



#### Değerlendirme

Performansınız, uygulama sonunda verilen uygulama çalışması kontrol listesine göre öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir.

#### Görev

Bu uygulamada sizden boya kusurlarını tespit etmeniz ve bu kusurları aşağıda verilen işlem basamakları doğrultusunda gidermeniz beklenmektedir.

#### İşlem Basamakları

1. Yüzeyinde kuma, kuru püskürtme ve zımpara olma süresinin gecikmesi kusurları bulunan boyalı metal plakaları inceleyerek boya kusur türlerini belirleyiniz.
2. Boyalı metal plakaların yüzeyini uygun numaralı zımpara ile zımparalayınız.
3. Poliüretan boyaya uygun oranda sertleştirici ve inceltici ilave ediniz.
4. Boya tabancasının uygulama ayarlarını yapınız.
5. Uygulama şartlarına dikkat ederek boyayı metal yüzey üzerine uygun mesafeden püskürtünüz.
6. Boyanın kuruması için ortamı ısıtarak 25 dakika bekleyiniz.
7. Yüzey kusurlarının giderilip giderilmediğini gözlemleyiniz.
8. Çalışma ortamını ve malzemeleri temizleyip teslim ediniz.
9. İşlem basamaklarında elde ettiğiniz bulguları ve gözlemlerinizi neden-sonuç ilişkisi çerçevesinde rapor hâline getiriniz.

#### KUSMA, KURU PÜSKÜRTME VE ZIMPARA OLMA SÜRESİNİN GECİKMESİ KUSURLARININ GİDERİLMESİ UYGULAMASI KONTROL LİSTESİ

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	Evet	Hayır
1. Laboratuvar güvenlik kurallarına uygun koruyucu kıyafetler giydi.		
2. Boyalı metal plakaları inceleyerek boya kusur türlerini belirledi.		
3. Metal plakaların yüzeyini uygun numaralı zımpara ile zımparaladı.		
4. Poliüretan boyaya uygun oranda sertleştirici ilave etti.		
5. Poliüretan boyaya uygun oranda inceltici ilave etti.		
6. Boya tabancasının uygulama ayarlarını yaptı.		
7. Uygulama şartlarına dikkat ederek boyayı metal yüzey üzerine püskürttü.		
8. Boyanın kuruması için ortamı ısıtarak bekledi.		
9. Boya kusurunun giderilip giderilmediğini gözlemledi.		
10. Çalışma ortamını temizledi.		
11. Rapor hazırladı.		
"Hayır" olarak işaretlenen ölçütler için ilgili kısımları tekrar ediniz.		

### 3.7. ÇATLAMALAR, BOYANIN BATMASI VE KÜFLENME

Boya yüzeyinde meydana gelen gerilme kuvvetleri, çatlama; son kat boya tabanında bulunan izler, boyanın batmasına ve su bazı boyalarda bulunan mikroorganizmalar, küflenmeye neden olur.

**Çatlama:** Son kat boya filmi üzerinde meydana gelen boya kusurları gerilim kuvvetlerinin artmasına ve boyanın çatlamasına neden olur. Bazı çatlaklar tabana kadar inerken bazıları yüzeyseldir. Dış cephe boyalarında çatlaklar yüzeysel olurken iç cephe boyalarında çatlaklar daha derindir. Çatlaklar, boya filminin koruyucu özelliğini kaybetmesine ve dekoratif görünümünün bozulmasına neden olur (Görsel 3.18).



**Görsel 3.18:** Çatlama kusuruna sahip boyalı yüzey

Uygulama öncesi boyanın homojen yapıda olmaması, yüzey hazırlama işlemlerinin doğru yapılmaması, uygulama şartlarına ve kuruma süresine uyulmaması, astar ve son kat boyaların uyumsuz olması, yüzey gerilim kuvvetleri arasında büyük fark olan yüzey ve boya sistemleri çatlamaya sebep olan etmenlerin başında gelir. Ayrıca boya formülasyonunda yapılan hatalar, komponentlerin ve incelticilerin doğru oranda ilave edilmemesi, boya kürlenmesi esnasında meydana gelen reaksiyonlar, boya filminin gevrekleşmesi vb. nedenler de çatlama kusuruna neden olur.

Çatlama kusurunu önlemek için boya formülasyonunun doğru yapılması, yüzeye uygun boya sistemi seçilmesi, komponent ve inceltici oranlarının doğru yapılması gerekir. Ayrıca kuruma süresine dikkat edilmesi, uygulama parametrelerinin doğru ayarlanması ve çatlamaya neden olacak diğer boya kusurlarının önlenmesi gerekir.

Çatlak bulunan yüzeylerde kazıma ve zımparalama yapılarak boya filmi temizlenir. Gerekli görülürse dolgu macunu yapılarak yüzey bozuklukları giderilir. Uygulama yüzeyinin türüne uygun olacak şekilde astarlama ve son kat boya uygulaması yapılır.

**Boyanın Batması:** Genellikle metalik son kat uygulamalarında sıkça karşılaşılan bir kusurdur. Alt katta bulunan zımpara vb. yüzey bozukluklarının son kat boya yüzeyinde kusur oluşturmasıdır. Bu kusur **telgraf kusuru** olarak da tanımlanır. Boyanın batması, boya parlaklığının azalmasına neden olur.

Astar boyanın kalın uygulanması ya da kalın zımpara ile zımparalanması, boyanın kuruma süresine uyulmaması ve astar boyanın yaş hâlde kalması boya batmasına neden olur. Ayrıca son kat boya çözücüsünün astar tarafından emilmesi, son katın yeterli kalınlıkta uygulanmaması ve solvent buharlaşmasının uzun sürmesi de boya batmasının temel nedenlerindedir.

Astar ve son katlar üreticinin önerdiği kalınlıklarda uygulanmalı, kat kuruma sürelerine mutlaka uyulmalı ve kademeli zımparalama işlemi yapılmalıdır. Ayrıca son kat çözücüsünün astar boya tarafından emilmesini önlemek için solvent testi yapılmalıdır.

**Küflenme:** Su bazlı boya uygulaması yapılan yüzeyler üzerinde siyah, gri veya kahverengi noktalar olarak gözlenen boya kusurudur (Görsel 3.19). Su bazlı boyaların formülasyonunda kullanılan doğal yağlar küf mantarları için besleyicidir. Bu durum küf mantarlarının çoğalmasına ve boya üzerinde görülmesine neden olur. Sentetik reçineler küf mantarlarına karşı dayanıklıdır. Bazı pigment türlerinin ve biyosidal katkı maddelerinin kullanılması küf mantarlarının çoğalmasını önler.

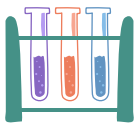
Küflenme, diğer renk bozulmalarından çamaşır suyu testi ile ayırt edilebilir. Renk bozukluğu olan kısma iki damla çamaşır suyu damlatıldığında, mantarlardan kaynaklanan renk değişikliği varsa birkaç dakika içerisinde yüzeyde ağarma oluşur. Diğer tip renk bozulmalarında ağarma meydana gelmez. Küf oluşumunu engellemek için boya filmi üzerinde rutubet ve toz birikmesinin engellenmesi gerekir.

İç ve dış cephe boyalarında meydana gelen küflenmenin nedeni nemli ortam ve boyada biyosidal katkı maddelerinin kullanılmamasıdır. Özellikle gemi ve teknelerin suya batan kısımlarında küflenme problemleri daha fazla görülür. Su bazlı boya kullanımı da küflenmenin artmasına neden olur.

Boyanın küflenmesini önlemek amacıyla solvent bazlı boya kullanılması, boya üretiminde küflenmeyi önleyici biyosidal katkı maddesi eklenmesi ve uygulama ortamında nem oranına dikkat edilmesi gerekir. Küflenme olan boya yüzeylerine yüzey hazırlama işlemi uygulanır ve boyama tekrarlanır.



**Görsel 3.19:** Küflenme kusuruna sahip boyalı yüzey



### 3.7. UYGULAMA

#### ÇATLAMA, BOYA BATMASI VE KÜFLENME KUSURLARININ GİDERİLMESİ

**Amaç:** Boya filminin yüzeyinde meydana gelen çatlama, boya batması ve küflenme kusurlarını tespit ederek gidermek.

**Araç Gereç:** Uygun ölçekli zımparalar, biyosidal katkılı boya veya vernik sistemi, boya tabancası ve yüzeyinde çatlama, boya batması ve küflenme kusurları bulunan metal plakalar.

#### Sağlık, Çevre ve Güvenlik Önlemleri

Bu çalışmayı, kesinlikle solvent bazlı boyalarla **yapmayınız**. Çalışma koşullarına uygun kişisel koruyucu ekipmanlar kullanınız. Ortaya çıkan kontamine atıkları, ilgili yönetmeliklere uygun şekilde ortamdaki uzaklaştırınız.

- Laboratuvar çalışmaları süresince işlem basamaklarına, güvenliğe ve temizliğe dikkat ediniz.

#### Değerlendirme

Performansınız, uygulama sonunda verilen uygulama çalışması kontrol listesine göre öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir.

#### Görev

Bu uygulamada sizden boya kusurlarını tespit etmeniz ve bu kusurları aşağıda verilen işlem basamakları doğrultusunda gidermeniz beklenmektedir.

#### İşlem Basamakları

1. Yüzeyinde çatlama, boya batması ve küflenme kusurları bulunan boyalı metal plakaları inceleyerek boya kusur türlerini belirleyiniz.
2. Boyalı metal plakaların yüzeylerini uygun numaralı zımpara ile zımparalayınız.
3. Boya veya verniğe uygun oranda inceltici ilave ediniz.
4. Boya tabancasının uygulama ayarlarını yapınız.
5. Uygulama şartlarına dikkat ederek boyayı yüzey üzerine püskürtünüz.
6. Boyanın kuruması için bekleyiniz.
7. Yüzey kusurlarının giderilip giderilmediğini gözlemleyiniz.
8. Çalışma ortamını ve malzemeleri temizleyip teslim ediniz.
9. İşlem basamaklarında elde ettiğiniz bulguları ve gözlemlerinizi neden-sonuç ilişkisi çerçevesinde rapor hâline getiriniz.

#### ÇATLAMA, BOYA BATMASI VE KÜFLENME KUSURLARININ GİDERİLMESİ UYGULAMASI KONTROL LİSTESİ

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	Evet	Hayır
1. Laboratuvar güvenlik kurallarına uygun koruyucu kıyafetler giydi.		
2. Boyalı metal plakaları inceleyerek boya kusur türlerini belirledi.		
3. Metal plakaların yüzeyini uygun numaralı zımpara ile zımparaladı.		
4. Boya veya verniğe uygun oranda inceltici ilave etti.		
5. Boya tabancasının uygulama ayarlarını yaptı.		
6. Uygulama şartlarına dikkat ederek boyayı yüzey üzerine püskürttü.		
7. Boyanın kuruması için bekledi.		
8. Boya kusurunun giderilip giderilmediğini gözlemledi.		
9. Çalışma ortamını temizledi.		
10. Rapor hazırladı.		
"Hayır" olarak işaretlenen ölçütler için ilgili kısımları tekrar ediniz.		

### 3.8. DÜŞÜK MAR DİRENCİNİ GİDERMEK VE ÖRTÜCÜLÜĞÜ SAĞLAMAK

Boyanın taş, kum vb. etkilere karşı dayanıklılığı **mar direnci**; son kat boyanın alt yüzeyi kapatması ise **örtücülük** olarak tanımlanır.

**Örtücülük:** Boyanın altındaki yüzeyin rengini kapatma gücü **boyanın örtme gücü** olarak tanımlanır. Boyanın örtücülüğü ne kadar fazlaysa boya sarfiyatı da o kadar az olur. Bu nedenle boyanın en çok istenen özelliklerinden biri de yüksek örtme gücüne sahip olmasıdır. Birim alan örtmek için gereken boya miktarı  $m^2/L$  olarak ifade edilir. Örtücülük testi zebra kâğıdı ile yapılır (Görsel 3.20).

Boyaya çarpan ışık, etrafa ne kadar çok saçılırsa ve boya içinde yutulursa örtme gücü de o denli yüksektir. Boyanın saçılmasında en önemli etkenler; pigment boyutu, pigmentin geometrik yapısı ve pigmentin dağılımıdır. Pigment tanecik boyutu artarsa ışığın saçılması belirli bir orana kadar artar ancak sonra azalır.

Son kat boya altında bulunan eski boyalı yüzeyin veya astar tabakalarının görünmesi zayıf örtücülük olarak tanımlanır. Düşük örtücülüğe sahip pigment kullanılması, astar boya kullanılmaması, astar boya kullanılsa da doğru seçim yapılmaması, tek kat uygulama yapılması, koyu renk yüzey üzerine açık renk boya uygulanması ve boyanın uygun oranda seyreltilmemesi zayıf örtücülüğün nedenlerindedir. Zayıf örtücülük zaman ve maliyet kaybına neden olur.

Düşük örtücülük kusuruyla karşılaşmamak için astar boya kullanmak, örtücülüğü fazla pigment boya içeren boya kullanmak, boyayı doğru oranda inceltmek ve son kat boyayı ince katlar hâlinde uygulamak gerekir.

Örtücülüğün düşük olduğu hatalı boya uygulamalarında yüzey uygun zımparayla temizlenir. Uygun renge sahip astar kullanılarak yüzey astarlanır. Yüksek örtme gücüne sahip boya ile boyama işlemi tekrarlanır.

**Düşük Mar Direnci:** Boya filmi, sürüldüğü yüzeyi dış etkilere karşı korur. Ancak boya tabakası olumsuz dış etkilere maruz kalabilir. Örneğin yoldan sıçrayan kum ve taşlar, araba boyalarının boya filmine zarar verebilir (Görsel 3.21). Boyanın fiziksel etkilere karşı mekanik direncinin yüksek olması gerekir.

Mekanik direnci düşük boya sistemi üzerine fiziksel kuvvet uygulandığında boya tabakası kolayca çizilir. Boyanın yüzeyinde kalıcı iz ve hasar oluşması **düşük mar direnci** olarak tanımlanır. Komponentli boya sistemlerinde sertleştirici oranının düşük olması, boyanın kürlenme reaksiyonlarının tamamlanmaması ve boyanın direncini artırıcı katkı maddesi kullanılmaması düşük mar direncine neden olur.

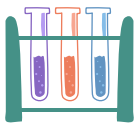
Düşük mar direncini önlemek için componentli sistemlerde uygun oranda sertleştirici kullanmak ve boyanın kuruma süresine uymak gerekir. Düşük mar dirençli boyalı yüzeyler zımparalama işlemiyle temizlenir ve uygun oranda sertleştirici component uygulanarak boyama işlemi tekrarlanır.



**Görsel 3.20:** Zebra kâğıdıyla yapılan örtücülük testi



**Görsel 3.21:** Dış etkilere maruz kalan boyanın çizilmesi



### 3.8. UYGULAMA

#### ZAYIF ÖRTÜCÜLÜK VE ZAYIF MAR DİRENCİ KUSURLARININ GİDERİLMESİ

**Amaç:** Boya filminin yüzeyinde meydana gelen zayıf örtücülük ve düşük mar direnci kusurlarını tespit ederek gidermek.

**Araç Gereç:** Uygun ölçekli zımparalar, çift komponentli boya sistemi, nötr astar boya, boya tabancası, yüzeyinde zayıf örtücülük ve düşük mar direnci kusurları bulunan metal plakalar.

#### Sağlık, Çevre ve Güvenlik Önlemleri

Bu çalışmayı, kesinlikle solvent bazlı boya ile **yapmayınız**. Çalışma koşullarına uygun kişisel koruyucu ekipmanlar kullanınız. Ortaya çıkan kontamine atıkları, ilgili yönetmeliklere uygun şekilde ortamdaki uzaklaştırınız.

- Laboratuvar çalışmaları süresince işlem basamaklarına, güvenliğe ve temizliğe dikkat ediniz.

#### Değerlendirme

Performansınız, uygulama sonunda verilen uygulama çalışması kontrol listesine göre öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir.

#### Görev

Bu uygulamada sizden boya kusurlarını tespit etmeniz ve bu kusurları aşağıda verilen işlem basamakları doğrultusunda gidermeniz beklenmektedir.

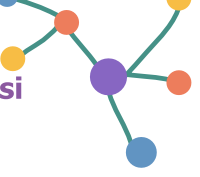
#### İşlem Basamakları

- Yüzeyinde zayıf örtücülük ve düşük mar direnci bulunan boyalı metal plakaları inceleyerek boya kusur türlerini belirleyiniz.
- Boyalı metal plakaların yüzeylerini uygun numaralı zımpara ile zımparalayınız.
- Metal yüzeyi nötr astar ile astarlayınız.
- Çift komponentli boya sistemine uygun oranda sertleştirici ve inceltici ilave ediniz.
- Boya tabancasının uygulama ayarlarını yapınız.
- Uygulama şartlarına dikkat ederek boyayı yüzey üzerine püskürtünüz.
- Boyanın kuruması için bekleyiniz.
- Yüzey kusurlarının giderilip giderilmediğini gözlemleyiniz.
- Çalışma ortamını ve malzemeleri temizleyip teslim ediniz.
- İşlem basamaklarında elde ettiğiniz bulguları ve gözlemlerinizi neden-sonuç ilişkisi çerçevesinde rapor hâline getiriniz.

#### ZAYIF ÖRTÜCÜLÜK VE ZAYIF MAR DİRENCİ KUSURLARININ GİDERİLMESİ UYGULAMASI KONTROL LİSTESİ

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	Evet	Hayır
1. Laboratuvar güvenlik kurallarına uygun koruyucu kıyafetler giydi.		
2. Boyalı metal plakaları inceleyerek boya kusur türlerini belirledi.		
3. Metal plakaların yüzeyini uygun numaralı zımpara ile zımparaladı.		
4. Metal yüzeyi nötr astar ile astarladı.		
5. Çift komponentli boya sistemine uygun oranda sertleştirici ilave etti.		
6. Çift komponentli boya sistemine uygun oranda inceltici ilave etti.		
7. Boya tabancasının uygulama ayarlarını yaptı.		
8. Uygulama şartlarına dikkat ederek boyayı yüzey üzerine püskürttü.		
9. Boyanın kuruması için bekledi.		
10. Boya kusurunun giderilip giderilmediğini gözlemledi.		
11. Çalışma ortamını temizledi.		
12. Rapor hazırladı.		
"Hayır" olarak işaretlenen ölçütler için ilgili kısımları tekrar ediniz.		



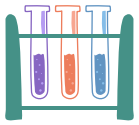


### 3. ÖĞRENME BİRİMİ ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki sorularda doğru cevabı işaretleyiniz.

- 1. Aşağıdakilerden hangisi boyanın mekanik dayanıklılığının azalması ve estetik görünümünün bozulması olarak tanımlanır?**
  - A) Boya direnci
  - B) Geri dönüşüm
  - C) Üretim prosesi
  - D) Boya kusuru
  - E) Kalite kontrol
- 2. Aşağıdakilerden hangisi dik yüzeylere yapılan boya uygulamalarında yer çekimi kuvvetinin etkisiyle oluşan boya kusurudur?**
  - A) Akma ve sarkma
  - B) Portakallanma
  - C) Kabarcıklanma
  - D) Küflenme
  - E) Yüzey matlaşması
- 3. Aşağıdakilerden hangisi doğru yüzey hazırlama işlemi yapılmayan ve nemli yüzeylerde görülen muhtelif boyutlarda kubbe görümlü boya kusurudur?**
  - A) Portakallanma
  - B) Düşük mar direnci
  - C) Kabarcıklanma
  - D) Zımpara izi
  - E) Yüzey matlaşması
- 4. Aşağıdakilerden hangisi alt kat yüzeyinde bulunan izlerin son kat boya filmi yüzeyinde görülmesi kusurudur?**
  - A) Telgraf kusuru
  - B) Silikonlaşma
  - C) Matlaşma
  - D) Tebeşirlenme
  - E) Düşük mar direnci





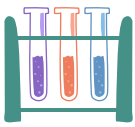
- 5. Aşağıdakilerden hangisi boya katmanının üst kısımları ile alt kısımlarındaki kuruma hızı farklılığından oluşan boya kusurudur?**
- A) Tebeşirlenme
  - B) Beyazlanma
  - C) Yapışma zayıflığı
  - D) Kırışma
  - E) Renk sapması
- 6. Aşağıdakilerden hangisi üst üste iki farklı renk boya sürüldüğünde alttaki boya renginin üst kata çıkması kusurudur?**
- A) Kuru püskürtme
  - B) Kuma
  - C) Zımparaya sarma
  - D) Çatlama
  - E) Küflenme
- 7. Aşağıdakilerden hangisi son kat boya altında bulunan eski boyalı yüzeyin kapanmaması kusurudur?**
- A) Çatlama
  - B) Küflenme
  - C) Zayıf örtücülük
  - D) Kuru püskürtme
  - E) Renk sapması
- 8. Aşağıdakilerden hangisi boya veya verniğin uygulama yüzeyine toz hâlinde ulaşmasından kaynaklanan kusurdur?**
- A) Portakallanma
  - B) Kuru püskürtme
  - C) Tuz kusması
  - D) Düşük mar direnci
  - E) Boyanın batması



1. ÖĞRENME BİRİMİ	
1	E
2	A
3	C
4	A
5	D
6	D
7	E
8	C

2. ÖĞRENME BİRİMİ	
1	E
2	D
3	A
4	E
5	B
6	D
7	B
8	B
9	B
10	C
11	C
12	E

3. ÖĞRENME BİRİMİ	
1	D
2	A
3	C
4	A
5	D
6	B
7	C
8	B



- Akbul, K. (2010). *Kalite Kontrol Grafikleri ve Bir ERP Programı Olan Canias ERP'de Kalite Kontrol Grafikleri Uygulaması*. (Tez No.273799) [Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.
- Akgün, N. (2016). *Atık PET'in 1,3 Propandiol Glikoz Ürünlerinden Su Bazlı Akrilik Modifiye Alkid Reçinelerin Üretimi*. (Tez No.431952) [Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.
- Akgün, E. (2008). *Ahşap Yüzeylerde Kullanılan Nanoteknolojik Verniklerin Dayanım Özelliklerinin Diğer Vernik Sistemleriyle Karşılaştırılması*. (Tez No.222227) [Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.
- Bal, F. (2021). *Akrilik Kalınlaştırıcı Monomer Kompozisyonunun Su Bazlı Boya Performansı ve Reolojisi Üzerine Etkisi*. (Tez No.678176) [Yüksek Lisans Tezi, Gebze Teknik Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.
- Balkan, N. (2021). *Modifiyeli Alkid Reçinesinin Molekül Ağırlığının Reçine ve Boyanın Karakterizasyonuna Etkisi ve İncelenmesi*. (Tez No.667997) [Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.
- Bekircan, E. (2007). *Su Bazlı Boyalarda Süreç Koşullarının Dağılım Kalitesine ve Boya Özelliklerine Etkisi*. (Tez No.232653) [Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.
- Eren, M. (2019). *Dış Cephe Boyalarında UV Dayanımının Artırılması İçin Yeni Nesil Çinko Oksit Bazlı Nano Katkıların ve Hibrid Bağlayıcıların Geliştirilmesi*. (Tez No.587435) [Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.
- Gönültaş, İ. (2008). *Kalite, Kalite Güvence ve Tekstilde Uygulaması*. (Tez No.214726) [Yüksek Lisans Tezi, Kadir Has Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.
- Gülçelik, A. (2019). *Elektrolitik Çinko Kaplamalı Plakalarda Hızlandırılmış Korozyon Testi Uygulaması*. (Tez No.559996) [Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.
- Gündüz, G. (2007). *Boya Bilgisi*. TMMOB Kimya Mühendisleri Odası.
- Hazır, E. (2018). *Ahşap Yüzey Performans Parametrelerinin Optimizasyonuna Yönelik Deney Tasarımı ve Yapay Zekâ Modeli Entegrasyonu*. (Tez No.543031) [Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.
- Tunçgenç, M. (2004). *Boya Teknolojisine Giriş*. Akzo Nobel.
- Karamanlı, Y. (2019). *Alkit Boyaların Oksidatif Kuruma Kinetiği*. (Tez No.600271) [Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.
- Kızılkoca DURAN, E. (2020). *Boyalara ve Kaplamalara Nano Metal Oksit Katkısının Fiziksel, Antikorozif ve Antibakteriyel Etkilerinin İncelenmesi*. (Tez No.653876) [Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.
- Koçyiğit, K. (2022). *Savunma Sanayiinde Kullanılan Su Araçlarının Al 6061 Malzeme Yüzeylerinde Kaplama Yöntemleri Uygulanarak Korozyon ve Aşınma Etkilerinin Deneyle İncelenmesi*. (Tez No.740103) [Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.
- Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi Anadolu Meslek ve Anadolu Teknik Programı Kimya Teknolojisi Alanı Çerçeve Öğretim Programı. (2020).
- Örtten, C. (2006). *Boya Endüstrisinde Sürekli İyileştirme Faaliyetlerinin Prosesler Üzerine Katkısının İncelenmesi*. (Tez No.181039) [Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.
- TDK Yazım Kılavuzu.
- Türkçe Sözlük

NOT: Kaynakça APA 7 kaynakça yazım kurallarına göre düzenlenmiştir.



### **GENEL AĞ KAYNAKÇASI VE GÖRSEL KAYNAKÇASI**

Materyalin genel ağ kaynakçasına ve görsel kaynakçasına buradan ulaşabilirsiniz.

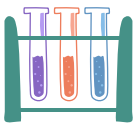
Karekoda ulaşılmaması durumunda aşağıdaki linki kullanabilirsiniz.

<http://kitap.eba.gov.tr/karekod/Kaynak.php?KOD=2137>



**NOT:**





**NOT:**