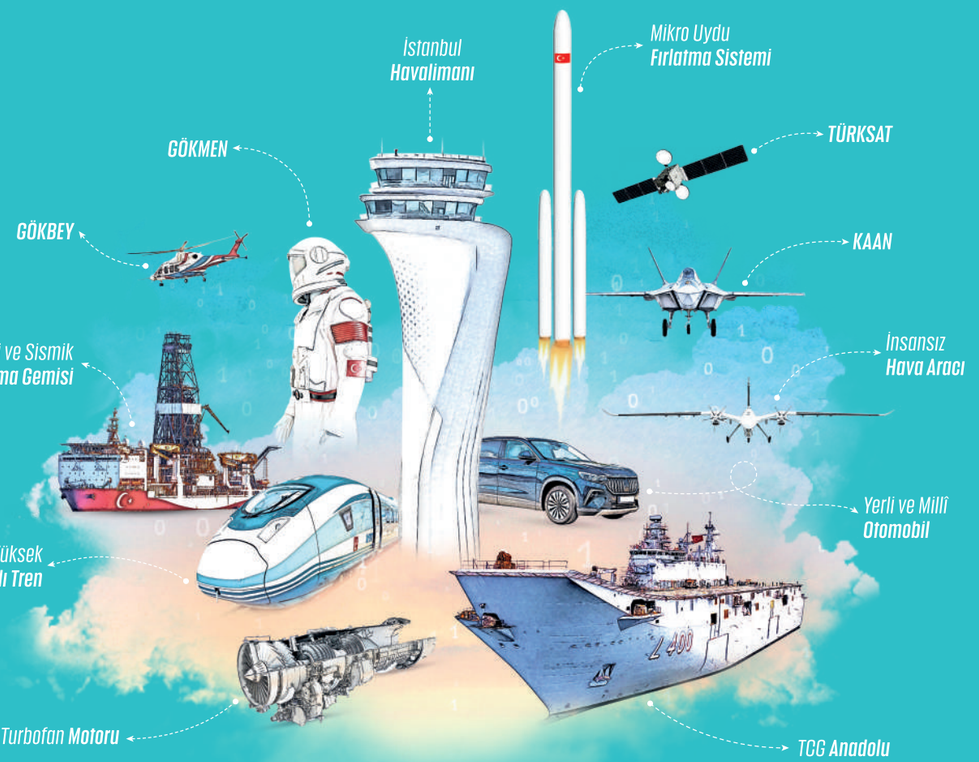
Bu kitaba sığmayan daha neler var!

eba
www.eba.gov.tr

Karekodu okut, bu kitapla ilgili EBA içeriklerine ulaş!

Teknoloji Yolculuğumuz



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

ISBN: 978-975-11-7037-8

Bandrol Uygulamasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmeliğin Beşinci Maddesinin İkinci Fıkrası Çerçevesinde Bandrol Taşıması Zorunlu Değildir.

KİMYA TEKNOLOJİSİ ALANI
BOYA ÜRETİMİ 11-12 DERS MATERYALİ

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

KİMYA TEKNOLOJİSİ ALANI

BOYA ÜRETİMİ

11-12

DERS MATERYALİ

MEB__206780-BOYA ÜRETİMİ 11-12+

MEB__206780-BOYA ÜRETİMİ 11-12+

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

KİMYA TEKNOLOJİSİ ALANI

BOYA ÜRETİMİ

11-12

DERS MATERYALİ

YAZARLAR

Burçin ŞEN

Hasan AYHAN AYCAN

Mehmet GÜRBÜZ

Mustafa YILDIRIM

Orhan YILMAZ

MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI ..... : 8729
YARDIMCI VE KAYNAK KİTAPLAR DİZİSİ ..... : 2614

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

HAZIRLAYANLAR

Dil Uzmanı

Pınar KILIÇ

Program Geliştirme Uzmanı

Erkan AKGÜN

Rehberlik Uzmanı

Zeynep GÖÇ HİSARKAYA

Ölçme ve Değerlendirme Uzmanı

Filiz İSNAÇ

Görsel Tasarım Uzmanı

Ferhat ÖZDAĞLAR

ISBN: 978-975-11-7037-8

Millî Eğitim Bakanlığının 24.12.2020 gün ve 18433886 sayılı oluru ile Meslekî ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğünce ders materyali olarak hazırlanmıştır.

BASKI
Ayrıntı Basım Yayım ve Mat. Hiz. Sanayi Ticaret A.Ş.
Saray Mahallesi 126. Cadde No: 20
Kahramankazan/Ankara
Sertifika No: 49599

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,
Medeniyyet 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 İlâhî, 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 İlâhî, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'şım;
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

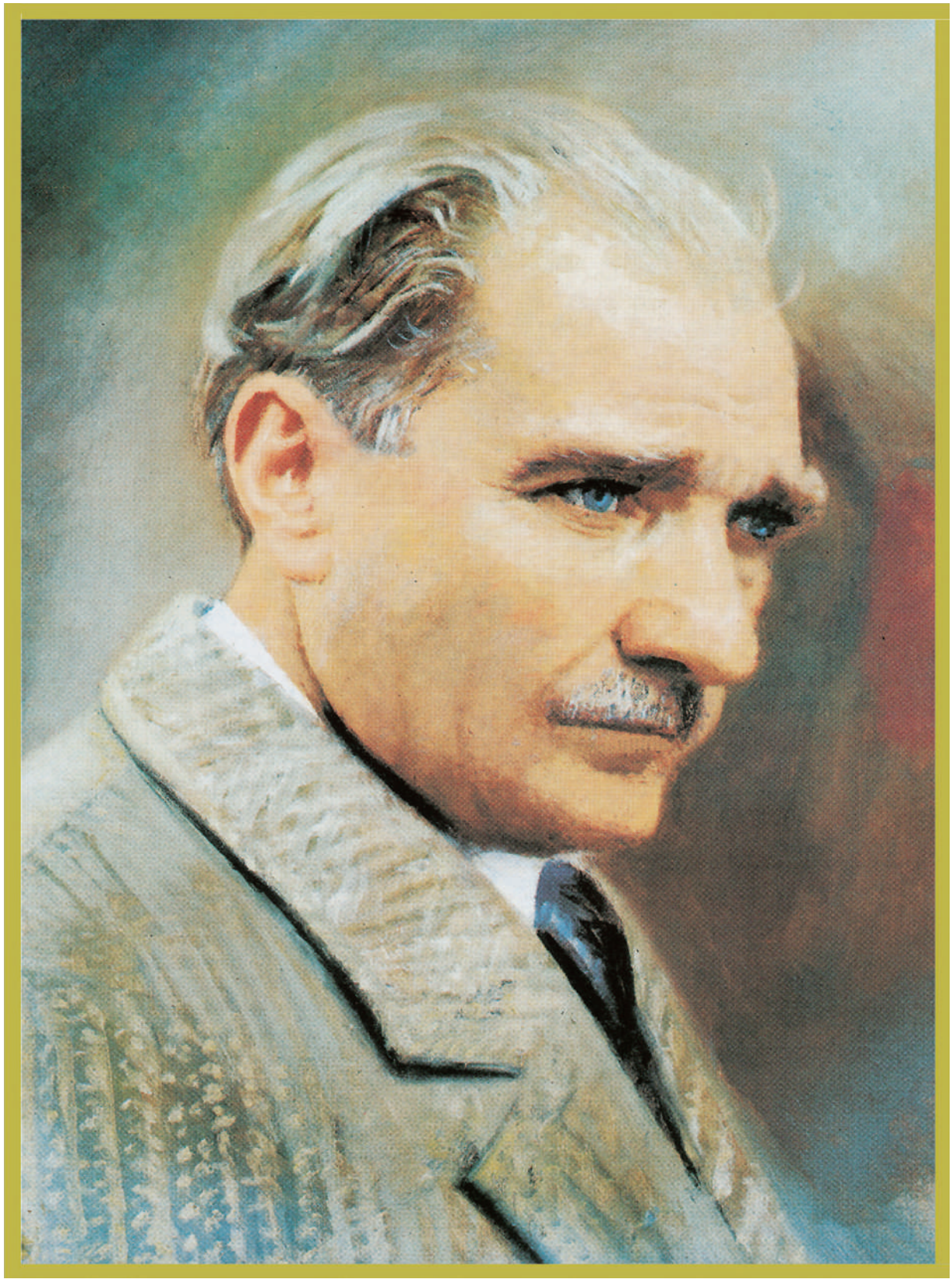
GENÇLİĞE HİTABE

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 namüsait 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

İÇİNDEKİLER

1. ÖĞRENME BİRİMİ
BOYA ANA HAM MADELERİ

DERS MATERYALİNİN TANITIMI 12
1. BOYA ANA HAM MADDELERİ 17
1.1. BAĞLAYICILAR VE REÇİNELER 18
1.1.1. Boyar Maddelerin Tarihi 19
1.1.2. Boya Nedir? 20
1.1.3. Boya Çeşitleri 21
1.1.4. Boya Ana Ham Maddeleri 23
1.1.5. Bağlayıcılar (Reçineler) 23
1.1.6. Boyada Katı Madde Miktarı Tayini (Solid Tayini) 23
1.1. Laboratuvar Çalışması 26
Derecelendirme Ölçeği 27
1.2. Laboratuvar Çalışması 28
Derecelendirme Ölçeği 29
1.2. PİGMENT VE BOYAR MADDELER 30
1.2.1. Pigmentler 31
1.2.2. Pigmentlerin Yağ Absorbsiyonu Tayini 33
1.3. Laboratuvar Çalışması 34
Derecelendirme Ölçeği 35
1.4. Laboratuvar Çalışması 36
Derecelendirme Ölçeği 37
1.3. SOLVENTLER (ÇÖZÜCÜLER) 38
1.3.1. Solventler 39
1.3.2. Solvent Çeşitleri 40
1.3.3. Solventlerde Kırılma İndisi Tayini 41
1.5. Laboratuvar Çalışması 42
Derecelendirme Ölçeği 43
1.6. Laboratuvar Çalışması 44
Derecelendirme Ölçeği 45
1.4. KATKI MADDELERİ 46
1.4.1. Boya Katkı Maddeleri 47
1.7. Laboratuvar Çalışması 48
Derecelendirme Ölçeği 49
1.5. DOLGU MADDELERİ 50
1.5.1. Dolgular 51
1.8. Laboratuvar Çalışması 52
Derecelendirme Ölçeği 53
1. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 54

2. ÖĞRENME BİRİMİ
BOYA ÜRETİMİNE HAZIRLIK

2. BOYA ÜRETİMİNE HAZIRLIK 57
2.1. BOYA HAM MADDELERİ KALİTE KONTROLÜ 58
2.1.1. Ham Maddelerin Kalite Kontrolü 59
2.1.2. Numune Alma Usulleri 59
2.1.3. Boya Ham Maddelerinin Girdi Kalite Kontrolü 59
2.1.4. Pigmentlerde Renk Kontrolü 60
2.1.5. Sıvı Ham Maddelerin Viskozite (Akışmazlık) Testi 60
2.1.6. Yoğunluk Testi 60
2.1.7. Akış Süresinin Ölçümü 60
2.1. Laboratuvar Çalışması 62
Derecelendirme Ölçeği 63
2.2. BOYA ÜRETİM EKİPMANLARI 64
2.2.1. Boya Üretiminde Kullanılan Ekipmanlar 65
2.2.2. Boya Üretim ve Dolum Sürecine Etki Eden Parametreler 69
2.2.3. Dispersiyon İşlemi 70
2.2.4. Üretim Basamakları 71
2.2.5. Üretim Sonrası Boya Kalite Kontrol Testleri 73
2.2. Laboratuvar Çalışması 74
Derecelendirme Ölçeği 75
2.3. Laboratuvar Çalışması 78
Derecelendirme Ölçeği 79

9

2.4. Laboratuvar Çalışması 80
Derecelendirme Ölçeği 81
2.2.6. Performans Testleri 84
2.2.7. Kimyasal Maddelere Karşı Direnç Testleri 85
2.5. Laboratuvar Çalışması 86
Derecelendirme Ölçeği 87
2.3. BOYA ALT İLAVE (TAMAMLAMA) PROSESİ 88
2.3.1. Boya Alt İlave (Let Down) Prosesi 89
2.6. Laboratuvar Çalışması 90
Derecelendirme Ölçeği 91
2. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 92

3. ÖĞRENME BİRİMİ
RENK EŞLEME İŞLEMİ

3. RENK EŞLEME İŞLEMİ 95
3.1. BOYADA RENK 96
3.1.1. Renk Algısı 97
3.1.2. Işık Kavramı 97
3.1.3. Işık ve Pigment 98
3.1.4. Renk Karışımları 99
3.1.5. Tamamlayıcı Renkler 99
3.1.6. Munsell (Münsel) Renk Sistemi 99
3.1.7. Doğal Renk Sistemi [Natural Color System (Ncs)] 100
3.1.8. RAL Renk Sistemi 101
3.1.9. Pantone Renk Sistemi 101
3.1. Laboratuvar Çalışması 102
Derecelendirme Ölçeği 103
3.1.10. Renk Ölçümleri 104
3.1.11. Renk Ölçüm Cihazında Ölçümü Etkileyen Faktörler 107
3.2. Laboratuvar Çalışması 108
Derecelendirme Ölçeği 109
3.3. Laboratuvar Çalışması 110
Derecelendirme Ölçeği 111
3.1. BOYADA RENK AYARI 112
3.2.1. Boya Renginin Ayarlanması 113
3.2.2. Fabrikada Renkli Boya Üretimi 114
3.2.3. Perakende Satış Noktalarında Boya Renklendirme 114
3.2.4. Renk Ayarında Kullanılan Ekipmanlar 115
3.4. Laboratuvar Çalışması 116
Derecelendirme Ölçeği 117
3. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 118

4. ÖĞRENME BİRİMİ
SÜZME, AMBALAJLAMA VE DEPOLAMA

4.SÜZME, AMBALAJLAMA VE DEPOLAMA 121
4.1. SÜZME VE DOLUM İŞLEMLERİ 122
4.1.1. Süzme İşlemi 123
4.1.2. Dolum İşlemi 123
4.1. Laboratuvar Çalışması 124
Derecelendirme Ölçeği 125
4.2. Laboratuvar Çalışması 128
Derecelendirme Ölçeği 129
4.1.3. Boya Sektöründe Kullanılan Ambalaj Çeşitleri 130
4.1.4. Paketleme Makineleri 130
4.2. DEPOLAMA 132
4.2.1. Depolama Güvenliği 133
4.2.2. Boya Ham Maddeleri Gruplarına İlişkin Depolama Kuralları 135
4.2.3. Boya Sanayisinde Kullanılan Depo Türleri 137
4.2.4. Depo Uygulamalarında Barkod Sistemi 138
4. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 142

5. ÖĞRENME BİRİMİ
SU BAZLI, SOLVENT BAZLI VE TOZ BOYA ÜRETİMİ

5. SU BAZLI, SOLVENT BAZLI VE TOZ BOYA ÜRETİMİ 145
5.1. YAŞ BOYA 146
5.1.1. Yaş Boya Üretimi 147
5.1.2. Yaş Boya Formülasyonları 149
5.1.3. Boya Üretiminde Tehlike Yönetimi 151
5.1.4. Boya Üretiminde Atık Yönetimi 152
5.2. SU BAZLI BOYA ÜRETİMİ 154
5.2.1. Su Bazlı Boyalar 155
5.2.2. Su Bazlı Astar Boyalar 155
5.2.3. Su Bazlı Boya Çeşitleri 156
5.2.4. Su Bazlı Boya Üretimi 157
5.1. Laboratuvar Çalışması 158
Derecelendirme Ölçeği 160
5.3. SOLVENT BAZLI BOYA ÜRETİMİ 162
5.3.1. Solvent Bazlı Boyalar 163
5.3.2. Solvent Bazlı Boya Üretimi 163
5.2. Laboratuvar Çalışması 164
Derecelendirme Ölçeği 166
5.4. TOZ BOYA ÜRETİMİ 168
5.4.1. Toz Boyalar 169
5.4.2. Toz Boya Çeşitleri 170
5.4.3. Toz Boya Uygulama Yöntemleri 171
5.4.4. Toz Boya Üretim Aşaması 172
5. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 174

6. ÖĞRENME BİRİMİ
GENEL SANAYİ BOYASI, SELÜLOZİK BOYA VE OTOMOTİV BOYA ÜRETİMİ

6. GENEL SANAYİ BOYASI, SELÜLOZİK BOYASI VE OTOMOTİV BOYASI ÜRETİMİ 177
6.1. SANAYİ BOYASI ÜRETİMİ 178
6.1.1. Sanayi Boyaları 179
6.1.2. Ahşap Boyaları 180
6.1.3. Bobin Boyaları 180
6.1.4. Deniz ve Konteyner Boyaları 180
6.1.5. İnşaat Boyaları 181
6.1. Laboratuvar Çalışması 182
Derecelendirme Ölçeği 184
6.1.6.Metal Ambalaj Boyaları 186
6.1.7. Plastik Boyaları 186
6.1.8. Uçak Boyaları 187
6.2. SELÜLOZİK BOYA ÜRETİMİ 188
6.2.1. Selülozik Boyalar 189
6.2.2. Selülozik Tiner ile Sentetik Tiner Arasındaki Farklar 189
6.2.3. Selülozik Boya Üretimi 190
6.2. Laboratuvar Çalışması 192
Derecelendirme Ölçeği 194
6.3. OTOMOTİV BOYASI ÜRETİMİ 196
6.3.1. Otomotiv Boyaları 197
6.3.2. Oto Tamir Boyaları 198
6.3.3. Oto Boya Üretimi 198
6.3. Laboratuvar Çalışması 200
Derecelendirme Ölçeği 202
6. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 204
TERİMLER SÖZLÜĞÜ 206
CEVAP ANAHTARLARI 207

BU DERS MATERYALİNDE NELER VAR?

Öğrenme biriminin adını gösterir.

Öğrenme biriminin numarasını gösterir.

Öğrenme biriminde-
ki bölüm başlıklarını
gösterir.

Öğrenme biriminin
karekodunu gösterir.

Öğrenme biriminde hedeflenen
kazanımları gösterir.

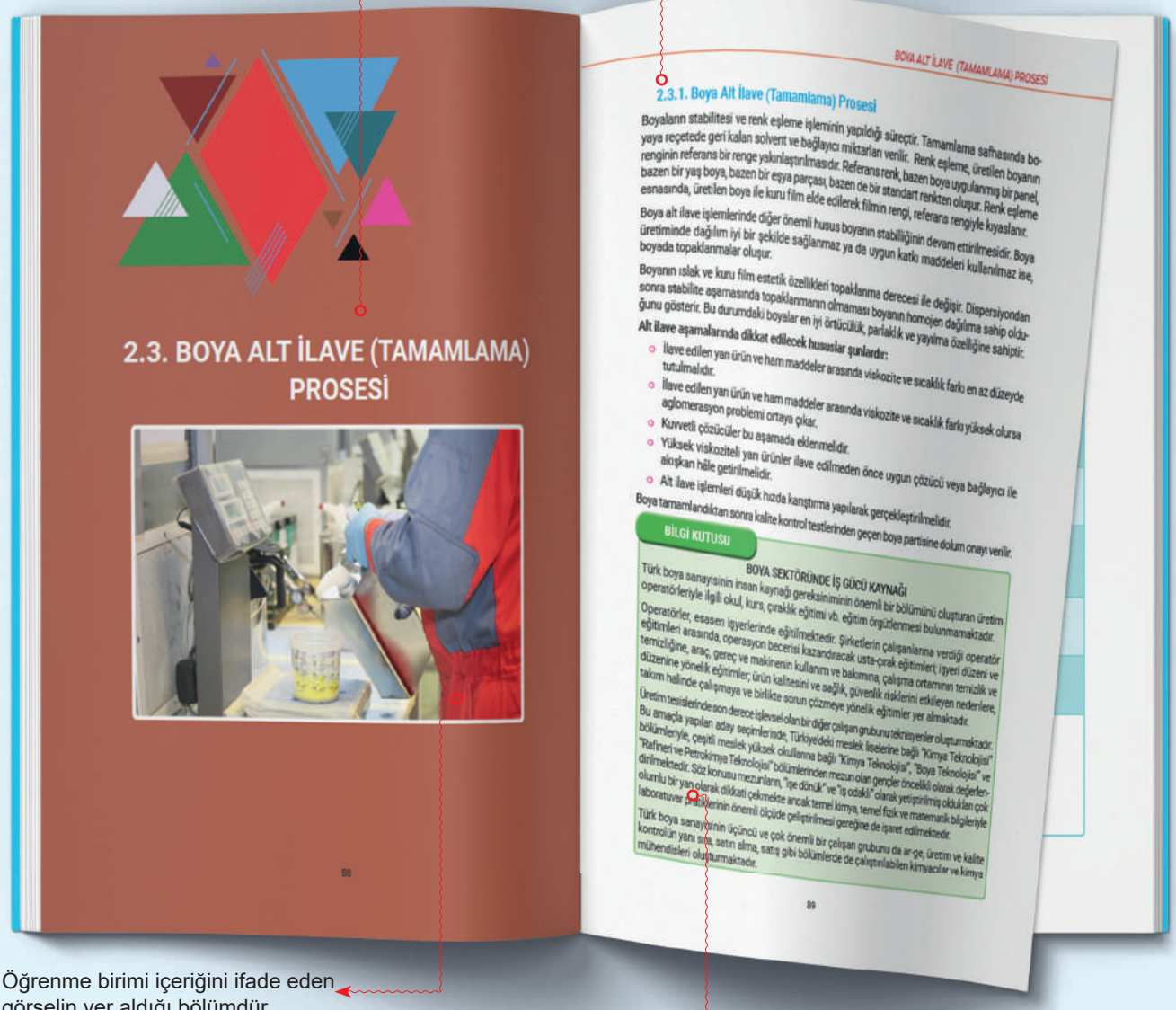
Öğrencinin hazırbulunuşluluğunu
ortaya çıkaran çalışmaları içerir.

Öğrenme biriminde yer alan
kavramları gösterir.

12

Öğrenme biriminin ana başlık numarasını ve adını gösterir.

Bölümdeki konu başlığını ve numarasını gösterir.



Öğrenme birimi içeriğini ifade eden görselin yer aldığı bölümdür.

Öğrenme birimindeki konularla ilgili ilginç bilgilerin yer aldığı bölümdür.

Öğrencilere kazandırılmak istenen performans kriterlerinin ölçeklerini gösterir.

Laboratuvar çalışmalarını içerir.

Laboratuvar çalışmalarında dikkat edilmesi gereken güvenlik tedbirlerini gösterir.

Laboratuvar çalışmasının adını, çalışmada kullanılacak malzeme ve kimyasalları gösterir.

Laboratuvar çalışmasının işlem basamaklarını gösterir.

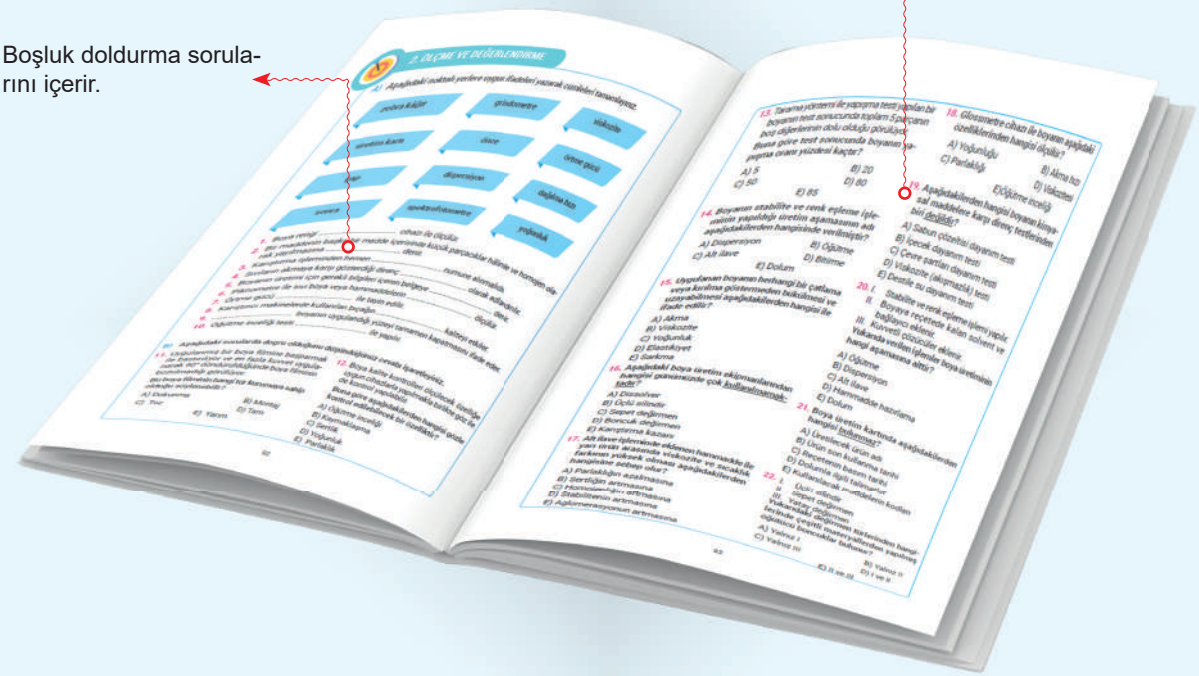
Uygulamaya ait görselleri içerir.

Uygulama sırasında öğrencilerden beklenen performans kriterlerini gösterir.

14

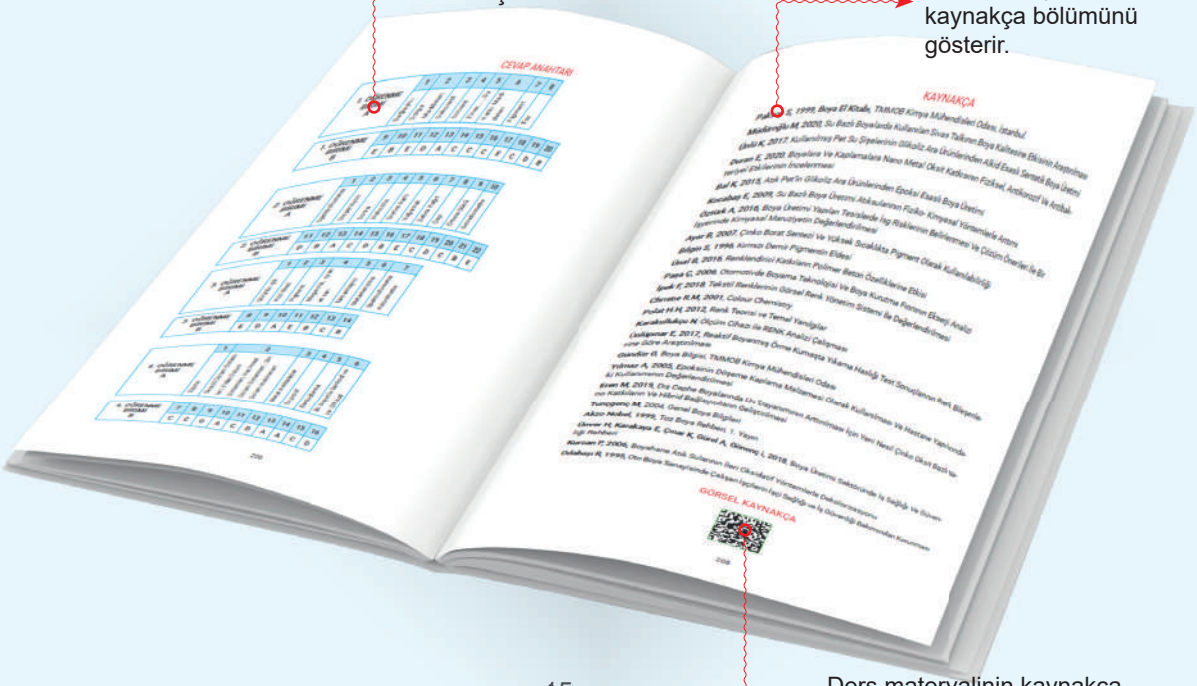
Çoktan seçmeli soruları içerir.

Boşluk doldurma sorularını içerir.



Ölçme ve değerlendirme çalışmalarının cevap anahtarını içerir.

Ders materyalinin kaynakça bölümünü gösterir.



Ders materyalinin kaynakça karekodunu gösterir.

1. ÖĞRENME BİRİMİ

KONULAR

1.1. BAĞLAYICILAR VE REÇİNELER
1.2. PİGMENTLER VE BOYAR MADDELER
1.3. SOLVENTLER (ÇÖZÜCÜLER)
1.4. KATKI MADDELERİ
1.5. DOLGU MADDELERİ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Boya üretiminde kullanılan ana ham maddelerden bağlayıcılar, pigmentler, çözücüler, katkı maddeleri ve dolgu maddeleri

TEMEL KAVRAMLAR

- Bağlayıcı
- Reçine
- Pigment
- Katkı maddesi
- Çözücü

BOYA ANA HAM MADDELERİ

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Aynı boya türü farklı yüzeyler için neden kullanılamaz? Geçmişte yaşadığınız deneyimleri düşünerek sınıfta arkadaşlarınızla tartışınız.
2. Günlük hayatta karşılaştığınız boyalı yüzeylerin boyanma amacı nelerdir? Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

1.1. BAĞLAYICILAR VE REÇİNELER

Reçine olarak da adlandırılan bağlayıcılar boyayı oluşturan ham maddeleri bir arada tutar. Öncelikle boyar maddelerin tarihi, boyanın tanımı ve çeşitlerine değinilecektir.

1.1.1. Boyar Maddelerin Tarihi

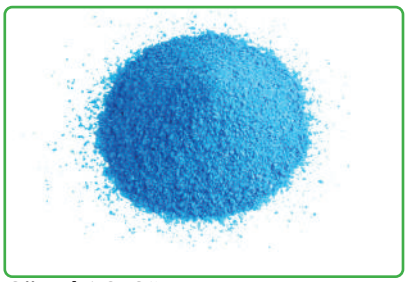
İnsanoğlu, ilk çağlardan itibaren doğada kamufle olmaya ve gördüklerini resimlemeye çalışmıştır (Görsel 1.1 ve 1.2). Bu nedenle tarihin eski dönemlerinden itibaren doğadan birçok boya ve boyar madde elde etmiştir.

Görsel 1.1: Yüzünü boyamış bir kabile mensubu

Boyar madde olarak kullanılan ilk bileşenler killi toprak ve bazı bitki öz sularıdır. Bunlar su ile karıştırılarak kullanılmıştır. Eski Mısır'da boyalara sağlamlık ve parlaklık vermek için ağaç reçineleri karıştırılmıştır. Bu tip boyalara Mısır mumyalarında rastlanmaktadır. Boyaların hava tesirinden ve nemden korunması için de üzerleri mum tabakasıyla kaplanmıştır.

Görsel 1.2: Eski çağlardan kalan mağara resimleri

Simyacılar tarafından keşfedilen ve günümüzde de kullanılan boyar maddeler mevcuttur. Bu boyar maddelerden en çok bilinenleri kıbrıs taşı, göz taşı (Görsel 1.3), şap, alizarin, çivit, malahit yeşili (Görsel 1.4) vb.dir.



Görsel 1.3: Göz taşı

1771 yılında Peter Woulfe (Pitır Wolf), ipeğin boyanmasında kullanılan pikrik asidi sentezlemeyi başarmıştır. 1856 yılında Henry Perkin (Henri Pörkin) kinin elde etmek için çalışmalar yaparken mauveini [movein (anilin moru)] elde etmiştir. Mauvein, tarihte ilk defa sentetik olarak üretilmiş ve satışa sunulmuş boyar maddedir.

Carl Liebermann (Karl Liberman) 1868 yılında sentetik alizarini elde etmiştir. **Alizarin**, yapısı hakkında çalışmalar yapılabilen ilk organik boyar maddedir. Pamuk ve ketenlerin boyanmasında sıkça kullanılan kükürtlü boyar maddeler 1873 yılında keşfedilmiştir. Suda çözünebilen küp boyar maddeler olan indigosoller 1911 yılında elde edilmiştir. Tamamen yeni bir boyar madde sınıfı olan ftalosiyaninler 1927 yılında keşfedilmiştir. **Ftalosiyaninler** yüksek soğurma ve dolgun renk verme özelliklerine sahip boyar maddelerdir. Reaktif boyar maddeler ise 1956 yılında bulunmuştur.

Görsel 1.4: Malahit

Türkiye'nin 1833 yılında ticaretle başlayan boya serüveni, iki dünya savaşı arasındaki dönemde, imalathane düzeyinde girişimlerle başlamıştır. Fabrika boyutundaki boya üretim yatırımları İkinci Dünya Savaşı'nı izleyen süreç içinde gerçekleşmiştir. İkinci Dünya Savaşı sonrasında bir sanayi etkinliğine dönüşmeye başlamıştır.

Türkiye, 2021 yılı itibarı ile Avrupa'nın 5. boya üreticisi konumundadır. Sektörün toplam üretim kapasitesi yaklaşık 800 bin ton/yıl olup kapasite kullanım oranı %65 düzeyindedir. Sektörün toplam üretim kapasitesinin %55'ini su bazlı boyalar, %45'ini solvent bazlı boyalar oluşturmaktadır. Sektörde %35 yerli ham madde kullanılmaktadır.

1.1.2. Boya Nedir?

Boya, yüzeylerin doğal özelliğini korumak ve dekoratif görüntü vermek amacı ile yüzeylere uygulanan ve kuruma sonucu istenen performansta film oluşturan kimyasal kaplama maddeleridir. Aynı zamanda ana maddeleri organik, metalik veya plastik esaslı pigment, bağlayıcı ve incelticilerden meydana gelmiş, renkli bir sıvı bileşimi olarak da tanımlanabilir (Görsel 1.5).

Görsel 1.5: Çeşitli renklerde boyalar

Boyaların değişik türleri ve özellikleri vardır. Boyaların özelliklerine ve kullanım amaçlarına göre farklı uygulama alanları bulunur. Boyalar renk verici, örtücü, koruyucu ve dekoratiftir.

Koruyuculuk; boyanın uygulandığı malzemenin ortamdaki fiziksel ve kimyasal aşındırıcılar, oksijen, nem, su vb. dış etkenlerden korunmasıdır (Görsel 1.6). Yıprandığında yenisi ile değiştirilmesi gereken araç gerecin kullanım ömrü, boya onarımı sayesinde uzar. Boyalar, ekonomiye de bu sayede büyük katkı sağlar.

Dekoratif olma özelliği; boyanın uygulandığı yüzeyde göze hoş görünme, parlak, yarı mat, mat görünüm sağlama ve istenen renk tonunu karşılayabilme özelliğidir (Görsel 1.7). Boya renk tonunun insanların psikolojisi üzerinde etkisi vardır. Bu nedenle boyaların dekoratif olma özelliği de koruyuculuğu kadar önemlidir.

Görsel 1.6: Koruma amaçlı boyanan platform

Görsel 1.7: Dekoratif olarak boyanmış oda

Boyaların uygulamadan önce sahip olması gereken özellikler şunlardır:

- Faz ayrışması olmayıp homojen görünümlü olması
- Jel parçacıkları içermemesi
- Boya ambalajı dibinde homojenize edilemeyen sert çökelti olmaması
- Raf ömrü süresince stabil kalması

Boyaların uygulamadan sonra sahip olması gereken özellikler şunlardır:

- Boyanın teknik şartnamesini karşılaması
- Litre veya kilogram boya başına uygulanabildiği alanın büyük olması
- Kestirme ve tamir işlemlerine uygun olması
- Şartnameye uygun olarak uygulanabilmesi

Püskürtme makinesi ile uygulama özellikleri şunlardır:

Endüstride boyaların şartnamelerine uygun olarak en verimli, ekonomik ve çevreci şekilde uygulanması püskürtme makinesi ile yapılır.

Boyaların, püskürtme yöntemiyle uygulanmasının faydaları şunlardır:

- Yüzeye tutunması
- Zaman tasarrufu sağlaması
- Parlak olması
- Koruyucu olması
- Homojen renk tonunun olması
- Homojen boya kalınlığının olması

1.1.3. Boya Çeşitleri

Endüstride kullanım amaçlarına göre çok sayıda boya çeşidi vardır. Boyaların içindeki ham maddeleri bir arada tutan ve boyaların uygulama sonrası istenen özellikleri göstermesini sağlayan ana bileşen reçinedir. Aynı zamanda reçine çeşidinin adı boyaların aile gruplarının adını da belirler. Endüstride en çok kullanılan boya çeşitleri şunlardır:

Görsel 1.8: Alkid boya ile boyanmış bahçe mobilyası

Alkid boyalar: Yağlı boya olarak bilinen, endüstride genel amaçlar için kullanılan ve tam kuruma için özellikle oksijene ihtiyaç duyan bir boya çeşididir. Buna bağlı olarak alkid boyalar, atmosferik ortamlarda ve şiddetli olmayan korozif ortamlarda kullanıma uygundur. Bu tür boyalar kimyasal etkilere karşı dayanıksızdır (Görsel 1.8).

Görsel 1.9: Vinil boya ile yol çizgi çalışması

Vinil boyalar: Vinil yapıların (-CH=CH-) polimerleşmesiyle elde edilen boya türüdür. Vinil yapılı boyalar kimyasal etkenlere karşı son derece dayanıklıdır. Su absorbsiyonu ve geçirimliliği az olduğundan hem su üstü hem de su altında tercih edilir. Bu boyaların en büyük dezavantajı hidrokarbon tipi solventlere karşı dayanıksız olmasıdır (Görsel 1.9).

Görsel 1.10: Epoksi boya uygulanan zemin

Epoksi boyalar: Kondenzasyon yöntemiyle elde edilen polimer boyalardır. Elde edilen polimer yapıya çeşitli organik gruplar katılarak değişik özelliklerde epoksi boyalar üretilir. Yüzeye iyi yapışır ve kimyasal etkilere karşı dayanıklıdır. Coal tar epoksi (koal tar epoksi) boya suya en dayanıklı epoksi boyadır. Bu nedenle su altı yapılarda tercih edilir (Görsel 1.10).

Görsel 1.11: Poliüretan boya ile boyanmış spor salonu zemini

Klor kauçuk boyalar: Doğal kauçuğun klorlanmasıyla elde edilir. Bu boyalar güneş ışığına dayanıklıdır. Yıprandığında aynı tip boya sürülerek kolayca tamir edilir.

Poliüretan boyalar: Alkol bileşikleriyle izosiyanat bileşiklerinin tepkimesinden elde edilir. Uygun solventlerde çözülerek doğrudan kullanılabilme özelliğine sahiptir (Görsel 1.11).

Organik çinko tozlu boyalar: Korozyona karşı koruyucu olması sebebiyle astar boya olarak kullanılır. Korozyona karşı koruyucu etki boyanın içinde çok yüksek oranda çinko tozu bulunması ile sağlanır. Ancak boyanın içindeki çinko tozu, dibe tortu hâlinde çöker ve uygulamalarda zorluk yaşanmasına neden olur. Çinko tozlu boyaların en büyük dezavantajı kuvvetli asit ve baz ortamlara karşı dayanıksız olmasıdır.

Görsel 1.12: İnorganik çinko boya uygulanmış petrol iletim boruları

İnorganik çinko boyalar: Bağlayıcı maddesi silikatlar olan boya türüdür (Görsel 1.12). İnorganik çinko boyalar yüksek sıcaklıklara dayanabilir. Bu nedenle fırınlarda ve bacalarda kullanılır.

Toz boyalar: Yüzeylerin üzerinde eridiğinde sürekli ve düzgün bir film oluşturan boya türüdür (Görsel 1.13). Boya bağlayıcısı olarak seçilen polimerler, yüksek sıcaklıkta eritilmek suretiyle akışkanlaştırılır. Pigment ve dolguların bu akışkan ortamda dispersiyonu sağlanır. Hava ve su kirliliğinin azaltılması için toz boya üretiminin artırılması gerekir. Toz boyaların, boyama kabinlerindeki hava gereksinimleri azdır. Bu boyaların yüksek üretim verimliliği vardır, uygulanma maliyeti düşüktür ve kullanımı kolaydır. Toz boya alanında çalıştırılan personele verilmesi gereken eğitimler azdır. Toz boyalar solvent içermediğinden çevrecidir. Yangın ve iş sağlığı açısından daha güvenlidir. Bu özelliklerinden dolayı yaygınlaşan bir boya türüdür. Toz boya ile boyanan parçaların kuruması için mutlaka fırınlanması gerekir. Büyük ebatlı malzemeler ve karmaşık geometrili parçaların toz boya ile boyanması zordur. Belirtilen bu durumlar toz boyanın en büyük dezavantajıdır.

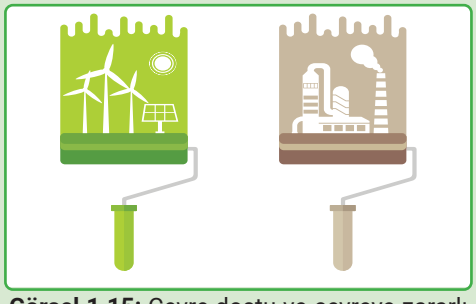
Görsel 1.13: Elektrostatik püskürtme ile toz boya uygulaması

Görsel 1.14: Bina dış cephesinde uygulanmış emülsiyon boya

Emülsiyon boyalar: Eski adı plastik boya olan bu boyalar betonarme yapıların iç, dış cephe ile tavanlarında kullanılır (Görsel 1.14).

BİLGİ KUTUSU

Günümüzde önemi daha çok anlaşılan çevre dostu yaklaşımlar ve yönetmeliklerden dolayı alkid ve vinil boyaların yakın gelecekte kullanımdan kalkması öngörülmektedir (Görsel 1.15).



Görsel 1.15: Çevre dostu ve çevreye zararlı boyaları temsil eden çizimler

1.1.4. Boya Ana Ham Maddeleri

Boyalar kullanım alanlarına, uygulanma şekillerine ve depolanma şartlarına göre farklı malzemelerden üretilir. Boyaların hepsinde pigmentler, bağlayıcılar, solventler (çözücüler), dolgu ve katkı maddeleri kullanılır. Boyaların kendine uygun solventleri vardır. Bazı boyaların üretimleri sırasında solvent kullanılmaz. Bunlara **solventsiz boya** denir.

Sıvı boyalarda akışkanlığın ayarlanması solventler ile sağlanır. Boyaların üretim, uygulanma ve kullanım özelliklerini ayarlamak amacıyla değişik katkı maddeleri kullanılır.

Tüm boyalar yüzey üzerinde sürekli, sağlam ve yapışan bir film oluşturur. Bu film tabakası, boyanın formülünde olan bağlayıcılar ile sağlanır. Bağlayıcılar, tüm boya bileşenleri içerisinde en önemlisidir. Bazı boya çeşitlerinde bağlayıcılar polimerleşme adı verilen kimyasal tepkimeler sayesinde film oluşturur. Ancak pigmentler, katkılar ve dolgular, kuruyan film içinde kimyasal değişime uğramadan kalır.

Boya sanayisinde beş ana kategoride gruplandırılan ham maddeler şunlardır:

- Bağlayıcılar
- Solventler
- Pigmentler
- Katkı maddeleri
- Dolgular

1.1.5. Bağlayıcılar (Reçineler)

Bağlayıcılar; boyanın içerdiği tüm ham maddeleri bir arada tutan, boyanın cinsine bağlı olarak farklı şekillerde kuruyan, uygulandığı yüzeyi dış etkilerden film oluşturarak koruyan maddelerdir (Görsel 1.16). Boya üretiminde boyanın türüne göre %10 ile %90 arasında bağlayıcı kullanılır. Boyanın kuruma süresi, yapışma, esneklik, darbe dayanımı, sertlik, kimyasal maddelere karşı direnç gibi fonksiyonel özellikleri büyük ölçüde bağlayıcının cinsine bağlıdır.

Görsel 1.16: Bağlayıcı

En çok kullanılan bağlayıcı çeşitleri şunlardır:

Polyester reçineler: Polyester reçineler doymuş ve doymamış olarak gruplandırılırlar. Otomotiv, beyaz eşya, bobin ve plastik malzemelerin astar ve son kat boya uygulamalarında, doymuş polyester reçineler kullanılır.

Otomotiv, metal, ahşap ve makine imalat sanayi macunlarında, dolgun ve parlak yüzeyler veren ahşap vernik boya uygulamalarında doymamış polyester reçineler kullanılır.

Alkid reçineler: Yağ veya yağ asitleri ile hazırlanan polyester yapılardır. İçerdikleri yağ miktarına bağlı olarak kullanım alanları değişmektedir. Ayrıca diğer reçineler ile modifiye edilerek de kullanılır. İnşaat, otomotiv son kat, ahşap, genel sanayi boyaları vb. boya çeşitlerinde kullanılır.

Selülozik reçineler: Selülozik reçinelerin eklenen kimyasala ve uygulama yerine göre farklı türleri vardır. Mobilya ve metal sanayisinde macun, astar, boya ve verniklerde nitroselüloz reçineler kullanılır. Oto tamir ve otomotiv sektöründe selüloz asetobütirat reçineleri kullanılırken sulu inşaat boyalarında ise selüloz esterler kullanılır.

Poliüretan reçineler: Poliüretan reçinelerin kimyasal, toz ve nem dirençleri çok yüksektir. Metal ve plastik malzemelerin yüzeyine iyi yapışma sağlar. Oto tamir, otomotiv, ahşap ve uçak boyalarında kullanılır.

Epoksi reçineler: Oldukça güçlü yapışma özelliğine sahiptir. Temizlenmesi kolay olan epoksi reçineler ile yapılan kaplamalar, oldukça hijyenik olmakla birlikte antibakteriyel özellik gösterir. Uygulandıkları alanda tozuma yapmaz, yüzeylerde estetik görünüş, parlaklık ve koruma sağlar. Yüksek kimyasal ve mekanik direnç gerektiren her türlü macun, astar ve son kat boya uygulamalarında kullanılır.

Vinilester reçineler: Kimyasal dayanım, sertlik ve yapısal avantaj sağlayan bir reçine türüdür. Polyester reçineler ile epoksi reçinelerin her ikisinin de en iyi özelliklerine sahiptir. İnşaat, bobin ve sürat teknesi boyalarında kullanılır.

Akrilik reçineler: Bu reçinelerle bileşiğin türüne ve prosesin şartlarına bağlı olarak sert ve saydam, yumuşak ve esnek katılar veya yapışkan koyu kıvamlı sıvı ürünler elde edilebilir. Renk ve parlaklık dayanımı, sertlik, yapışma, bağlama sağlamlığı ve film ömrü vb. özellikleri çok iyi olarak nitelendirilen reçinelerdir. Otomotiv vernikleri ve oto tamir boyalarında kullanılır.

Amino reçineler: Bu reçineler boya sanayisinde genellikle alkidler ile modifiye edilerek kullanılır. Epoksi reçineleri ile karıştırılarak kullanıldığında elde edilen ürünler üstün yapışma, kimyasallara dayanma, renk tutma, esneklik ve parlaklık özellikleri gösterir. Bu özellikleriyle metallerin dekoratif amaçlı boyanmasında ve otomobil boyası yapımında kullanılır.

Silikon reçineler: Kimyasal yapıları nedeniyle diğer reçine türlerine göre üstün özelliklere sahiptir. Isıl kararlılık, düşük sıcaklıklarda bile esnekliği koruma, organik çözücülere karşı kimyasal dayanıklılık, düşük yüzey gerilimi, su iticilik, yüzey etkinliği özellikleri ile boya sanayisinde geniş bir uygulama alanına sahiptir.

Fenolik reçineler: Fenoller ile aldehitlerin kondenzasyonuyla elde edilen polimer yapılardır. Bu reçineler, sahip oldukları sertlik ve iyi yapışma gibi özellikleri sebebiyle tercih edilir.

Klor-kauçuk reçineler: Alkid reçine ile modifiye edilerek yol çizgi boyası üretiminde kullanılır. Yüzeye çok iyi nüfuz eden, aşınmaya dayanıklı ve havayla hızlı kuruyan reçine türüdür.

Emülsiyon reçineler: Emülsiyon boya yapımında kullanılan reçine türüdür. Betonarme yapıların iç, dış duvar ve tavanlarında kullanılır.

Hidrokarbon reçineler: İyi çözünürlük, su direncinin fazla olması, asit ve alkalilere karşı yüksek dayanıklılık ve iyi yapışma özelliği olan reçinelerdir. Endüstriyel boya, vernik ve baskı mürekkebi üretiminde kullanılır.

1.1.6. Boyada Katı Madde Miktarı Tayini (Solid Tayini)

Boya testleri; üreticinin her seferinde aynı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip boya üretmesi, tüketicinin ise kullanacağı boyanın özelliklerini bilmesi ve seçmesi için yapılır. Bu testlerin yapılması için özel cihazlar ve zaman gerekir. Bu testlerden biri yaş boyada katı madde miktarı tayinidir. Boyanın içinde bulunan katı madde miktarı yüzde oran ile ifade edilir.

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

Kontrolü son derece basit olmakla birlikte iki alternatif ürünün fiyat açısından karşılaştırılabilmesi için mutlaka gerekli olan bu değer maalesef birçok şartnamede yer almaz. Üstelik iki farklı ürünün fiyat karşılaştırması boyaların katı madde miktarları dikkate alınmadan yapılır. Son derece yanlış olan bu değerlendirme sonucunda ucuza alındığı düşünülen boyaya değerinin üzerinde bir bedel ödenmiş olabilir.

Katı madde oranı düşük olan boyalarda çözücülerin bağıl miktarı fazladır. Fazla çözücü kullanımının çevre kirliliğine, insan sağlığına ve yapılan işçiliğe olumsuz etkisi vardır.

Yaş boyalarda katı madde miktarını yüzde olarak hesaplama yöntemi şu şekildedir:

Yaklaşık 20 g yaş boya en az ± 0,01 g hassasiyetle tartılır.

- Hassasiyeti ± 1°C olan ayarlı fırında veya etüvde kurutulur.
- Buharlaşmayan kısmı aynı hassasiyetle tartılır.

Katı madde tayininde kullanılan formül şöyledir:

$$\%\ \text{katı madde miktarı} = \frac{(c - a) \times 100}{b - a}$$

a: kap darası, g

b: kap + yaş boya, g (fırın veya etüve koymadan önce)

c: kap + kuru boya, g (fırın veya etüvden çıktıktan sonra)

Bulunan sonucun %50'den az olmaması gerekir.

BİLGİ KUTUSU

Epoksi Reçinelerin Boya Sektörü Dışında Kullanımı

Boya ana ham maddelerinden biri olan epoksi reçineler son yıllarda mobilya, dekorasyon, aksesuar ve hediyelik eşya yapımında da tercih edilmektedir.

Çoğunlukla bir kalıp içerisine sabitlenmiş masif ahşap parçalar arasına pigmentlerle renklendirilerek uygulanan epoksi reçineler hem işlevsel hem de dekoratif olarak oldukça gösterişlidir (Görsel 1.17).

Epoksi reçinelerin boya sektörü dışında diğer bir kullanım alanı da özellikle denizin dalgalı köpüklerini yansıtan tablo, duvar saati ve içerisine çeşitli doğal objeler yerleştirilmiş aksesuar çeşitleridir ((Görsel 1.18 ve 1.19).

Görsel 1.17: Epoksi reçine kullanılan masa

Görsel 1.18: Epoksi reçine kullanılan duvar saati

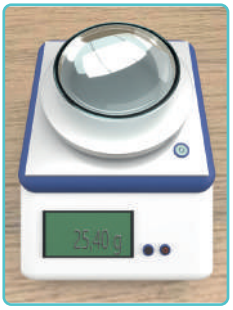
Görsel 1.19: Epoksi reçine kullanılan aksesuarlar

1.1. LABORATUVAR ÇALIŞMASI

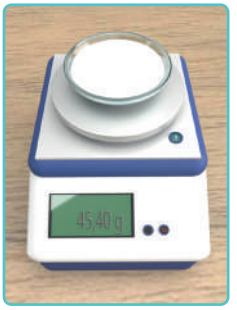
YAŞ BOYADA KATI MADDE YÜZDESİ TAYİNİ

Amaç	Yaş boya içinde bulunan katı madde yüzdesini bulmak.
Araç ve Gereç	Emülsiyon boya numunesi, termostat, hassas terazi, spatula, hava sirkülasyonuna sahip fırın veya etüv ve saat camı.
Sağlık, Çevre ve Güvenlik Önlemleri	Bu çalışma kesinlikle solvent bazlı boyalar ile **yapılmamalıdır**. Çalışma koşullarına uygun kişisel koruyucu ekipmanlar kullanılmalıdır. Ortaya çıkan kontamine atıklar, ilgili yönetmeliklere uygun şekilde ortamdan uzaklaştırılmalıdır.

1. Saat camını temizleyerek hassas terazide darasını alınız (Görsel 1.20).
2. Saat camında hassas terazide 20 g kadar boya numunesi tartınız ve cam yüzeyine spatula ile yayınız (Görsel 1.21).
3. Boya konulan saat camını fırın veya etüvde 105 °C'de 1 saat bekletiniz (Görsel 1.22).
4. Numuneyi soğutunuz ve hassas terazide tekrar tartınız (Görsel 1.23).
5. Katı madde miktarını yüzde olarak hesaplayınız.
6. Çalışma ortamını ve malzemeleri temizleyip teslim ediniz.
7. İşlem basamaklarında elde ettiğiniz bulguları ve gözlemlerinizi neden-sonuç ilişkisi çerçevesinde rapor hâline getiriniz.



Görsel 1.20: Darası alınan saat camı



Görsel 1.21: Tartılan boya numunesi

Görsel 1.22: Boya numunesinin ısıtılması

Görsel 1.23: Tartılan katı madde

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

PERFORMANS KRİTERLERİ	PERFORMANS DÜZEYİ			
	Çok iyi	İyi	Orta	Geliştirilebilir
1. Laboratuvar güvenlik kurallarına uygun koruyucu kıyafetler giydi.				
2. Saat camını temizleyerek hassas terazide darasını aldı.				
3. Saat camında hassas terazide 20 g boya numunesi tartar ve boyayı cam yüzeyine spatula ile yaydı.				
4. Boya tartılan saat camını fırın veya etüvde 105 °C'de 1 saat bekletti.				
5. Numuneyi soğutur ve hassas terazide tekrar tarttı.				
6. Katı madde miktarını yüzde olarak hesapladı.				
7. Çalışma ortamını ve malzemeleri temizledi.				
8. Rapor hazırladı.				

Öğretmen görüşü: .....

1.2. LABORATUVAR ÇALIŞMASI

EMÜLSİYON BOYALARDA pH TAYİNİ

Amaç	Emülsiyon boyalarda pH ölçümü yapmak.
Araç ve Gereç	Emülsiyon boya numunesi, pH metre, 200 mL'lik beher, termometre ve cam baget.
Sağlık, Çevre ve Güvenlik Önlemleri	Bu çalışma kesinlikle solvent bazlı boyalar ile **yapılmamalıdır**. Çalışma koşullarına uygun kişisel koruyucu ekipmanlar kullanılmalıdır. Ortaya çıkan kontamine atıklar, ilgili yönetmeliklere uygun şekilde ortamdan uzaklaştırılmalıdır.

1. Ölçümden önce pH metreyi kalibre ediniz (Görsel 1.24).
2. pH değeri tayin edilecek emülsiyon boya numunesini behere koyunuz (Görsel 1.25).
3. Cam bagetle numuneyi karıştırınız (Görsel 1.26).
4. Numune sıcaklığını 23 °C olarak ayarlayınız.
5. pH metre ile pH değerini okuyunuz (Görsel 1.27).
6. Çalışma ortamını ve malzemeleri temizleyip teslim ediniz.
7. İşlem basamaklarında elde ettiğiniz bulguları ve gözlemlerinizi neden-sonuç ilişkisi çerçevesinde rapor hâline getiriniz.

Görsel 1.24: Kalibre edilen pH metre

Görsel 1.25: Behere alınan boya numunesi

Görsel 1.26: Karıştırılan boya numunesi

Görsel 1.27: Numunenin pH'ının ölçülmesi

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

PERFORMANS KRİTERLERİ	PERFORMANS DÜZEYİ			
	Çok iyi	İyi	Orta	Geliştirilebilir
1. Laboratuvar güvenlik kurallarına uygun koruyucu kıyafetler giydi.				
2. Ölçümden önce pH metreyi kalibre etti.				
3. pH değeri tayin edilecek emülsiyon boya numunesini behere alarak cam bagetle numuneyi karıştırdı.				
4. Numune sıcaklığını 23 °C olarak ayarladı.				
5. Numunenin pH değerini okudu.				
6. Çalışma ortamını ve kullanılan malzemeleri temizledi.				
7. Rapor hazırladı.				

Öğretmen görüşü: .....

1.2. PİGMENT VE BOYAR MADDELER

Boyanın insan gözünün algıladığı dalga boylarında renklere sahip olmasını sağlayan ham maddelerdir.

1.2.1. Pigmentler

Boyaya renk, örtücülük ve koruyuculuk kazandıran organik ya da inorganik maddelerdir (Görsel 1.28 ve 1.29) Pigmentler mikrometre boyutuna getirilmiş, boyayı inceltmek ve akışkanlığı ayarlamak amacıyla kullanılan, solvent ve bağlayıcı içerisinde çözünmeyen katı maddelerdir. Pigmentlerin solvent ve bağlayıcı içerisinde homojenize edilmesi ve bu durumun uzun süre korunması renk tonunun doğruluğu açısından çok önemlidir.

Görsel 1.28: Çeşitli renklerde pigmentler

Görsel 1.29: TiO_2 pigmenti

Pigmentler iki ana grup altında incelenir. Bu gruplar şunlardır:

Renk pigmentleri: Boyanın rengini belirleyen, boyutları 0,01 mikron ile 1 mikron arasında değişen, boya içerisinde katı partiküller hâlinde bulunan kimyasal bileşiklerdir. İnorganik ve organik renk pigmentleri olarak ikiye ayrılır.

İnorganik pigmentler: Beyaz pigmentler, siyah pigmentler, sentetik demir oksit pigmentler, kurşun kromatlı pigmentler, kadmiyumlu pigmentler, karışık metal oksitler içeren birçok kimyasal inorganik pigment sınıfına aittir (Tablo: 1.1). Etkili örtücülük sağlar fakat renk seçenekleri sınırlıdır. Özgül ağırlıkları genel olarak yüksektir ve ısıya karşı dayanıklılıkları fazladır. İnorganik pigmentler; boya, seramik, plastik, cam gibi çeşitli ürünlerde kullanılır.

Tablo 1.1: İnorganik Pigmentler ve Kimyasal Bileşenleri

PİGMENT	RENGİ	FORMÜLÜ
BEYAZ PİGMENT		
Titanyum dioksit	Beyaz	%98 TiO_2
RENK VERİCİ PİGMENTLER		
Demir (III) oksit (sentetik)	Kırmızı	%98 Fe_2O_3
Demir (II) oksit	Sarı	%99 $FeO{\cdot}H_2O$
Karbon siyahı	Siyah	%92 C

BİLGİ KUTUSU

Günümüzde artık küreselleşmiş dünyadaki ürün sevkiyatlarının büyük bir kısmı deniz yolları üzerinden çeşitli gemi türleri ile gerçekleştirilmektedir. Artan ticaret hacmi sebebiyle sürekli yeni gemiler yapılmakta ve zehirli boyalar sayesinde de bu gemilerin denizlerde yüksek hız ve düşük yakıt sarfiyatı ile seyretmesi sağlanmaktadır (Görsel 1.30). Bununla ilgili düzenlemeler IMO (Uluslararası Denizcilik Örgütü) ve Biyosidal Ürünler Yönetmeliği (BÜY) ile yapılmakta olup gemilere bu boyaların ne zaman sürüleceği, bu boyalarda kullanılacak kimyasallar ile bunların miktarlarının düzenlenmesi ve böylece de kontrol altında tutulması sağlanmaktadır.

Görsel 1.30: Biyobozunur zehirli boya ile boyanmış deniz taşıtı.

Organik pigmentler: Azo sarılar, benzimidazolan sarılar, heteroksiklik sarılar, azo esaslı organik turuncular, benzimidazolan turuncular, metalize olan ve olmayan azo kırmızılar, yüksek performanslı kırmızılar, organik maviler, organik yeşiller organik pigment sınıfına aittir. Birçok organik pigment vernik içinde çok az çözünür. Özgül ağırlıkları ve ışığı geçirgenlikleri, inorganik pigmentlere göre daha azdır. Organik pigmentler kumaş, süslemecilik, kozmetik vb. sektörlerde kullanılır.

Organik ve inorganik pigmentler arasındaki farklar Tablo 1.2'de verilmiştir.

Tablo 1.2: Organik ve İnorganik Pigmentler Arasındaki Farklar

ÖZELLİK	İNORGANİK PİGMENTLER	ORGANİK PİGMENTLER
Renk canlılığı	Açık, genellikle mat	Çok açık, çok parlak
Kaplama gücü	Zayıf-orta	Orta-çok iyi
Saydamlık	Opak	Yarı opak
Migrasyon özelliği	Migrasyon olmaz	Migrasyon olmaz
Işık haslığı	İyi	Orta-iyi
Dispersiyon özelliği	Dispersiyon özelliği zor	Dispersiyon özelliği kolay
Toksik özelliği	Ağır metal içerenleri toksit	Genellikle toksik değil
Fiyatı	Genellikle organiklere göre ucuz	Orta-çok pahalı
Isı kapasitesi	İyi	Zayıf-İyi

Görsel etki pigmentleri: Boyanın uygulandığı yüzeye metalik görünüm, ışığın geliş açısına göre renkte değişim gibi özellikler kazandıran pigmentlerdir. Metalik yüzey görünümü etkisi amacıyla alüminyum, bakır, tunç, nikel veya paslanmaz çelik pulcuklardan oluşan metalik pigmentler kullanılır.

1.2.2. Pigmentlerin Yağ Absorbsiyonu Tayini

Yağ absorbsiyonu, boyadaki katı maddelerin (katı madde ve dolgu maddelerinin) homojen olarak dağılmasına yetecek bağlayıcı miktarının bir ölçüsüdür. Yağ absorbsiyon oranı arttıkça katı maddenin boya içindeki dağılımı için gerekli bağlayıcı miktarı da artmaktadır. Bu durum katı madde partikülleri arasındaki boşluğun yağ molekületeriyle doldurulması olarak açıklanabilir. Katı maddelerin üzerindeki gözenek hacmi, parçacık büyüklüğünün dağılımı ve parçacık şekli yağ absorbsiyonu oranını etkiler. Örneğin çubuk şeklinde olan katı maddeler hacimce aynı miktardaki küresel şekle sahip olan katı maddelere göre daha yüksek yağ absorbsiyonuna sahiptir.

Yağ absorbsiyon miktarı, belirli deney şartlarında 100 g katı maddeyi bağlamak için kullanılan minimum yağ miktarının mL ya da g olarak ifadesidir. Yağ absorbsiyonunda genellikle asidi giderilmiş keten tohumu yağı kullanılır.

Bir katı maddenin yağ absorbsiyon değerini bulmak için prensip olarak birbirinden çok farklı olmayan metotlar vardır. Bunlardan en çok Gardner Coleman (Gardnır Koleman) metodu kullanılır.

Yağ Absorbsiyonu Tayini Yöntemi

Gardner Coleman metodu, katı maddelerin yağ tutma (absorblama) özelliğini belirlemek için bir behere konulan katı maddeye keten tohumu yağının büretten ilave edilmesi ve yavaşça karıştırılmasıyla yapılır. Bu işlem katı madde ve keten tohumu yağı karışımının topaklaşıp bir araya gelmesi durumunda ilave edilen yağ miktarının belirlenmesi prensibine dayanmaktadır.

- Katı maddenin yağ tutma (absorblama) özelliğini belirlemek için 250 mL 'lik behere 5,0 g katı madde tartılır.
- 0,1 mL hassasiyete sahip bir bürete keten tohumu yağı doldurulur.
- Büretten damlalar hâlinde keten tohumu yağı behere ilave edilir.
- İlave edilen her damladan sonra bir cam baget ile (çapı 4-5 mm) devamlı karıştırılır.
- Oluşan hamur başlangıçta kolayca çatlayan bir yapıya sahiptir.
- Belli bir miktar keten tohumu yağı ilavesinden sonra bu kütle beherin kenarına macun gibi yapışır.
- Bu noktada büretten harcanan keten tohumu yağı miktarı okunur.
- Bu zamana kadar eklenen yağ miktarı katı maddenin yağ absorblama "YA" değerini verir.

100 gram katı maddenin yağ absorblama değeri şu formülle hesaplanır:

$$\text{Yağ absorblama değeri} = \frac{M \times 0{,}93}{P} \times 100$$

M: Harcanan yağ miktarı (mL)

P : Örnek katı madde miktarı (g)

(Keten tohumu yağının özkütlesi 0,93 g/mL' dir.)

Yağ absorblama değeri katı madde ile bağlayıcı reçinenin miktarları arasında bir oran kurulmasına imkân sağlar.

1.3. LABORATUVAR ÇALIŞMASI

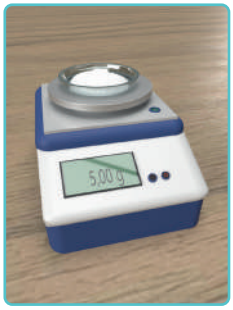
KATI MADDE NUMUNESİNDE YAĞ ABSORBSİYON MİKTARI TAYİNİ

Amaç	Katı madde numunelerinde standartlara uygun olarak absorblanan yağ miktarını belirlemek.
Araç ve Gereç	Kalsiyum karbonat ($CaCO_3$), keten tohumu yağı, hassas terazi, büret, cam plaka, cam baget ve beher..
Sağlık, Çevre ve Güvenlik Önlemleri	Çalışma koşullarına uygun kişisel koruyucu ekipmanlar kullanılmalıdır. Ortaya çıkan kontamine atıklar, ilgili yönetmeliklere uygun şekilde ortamdan uzaklaştırılmalıdır.

- √ Laboratuvar çalışmaları süresince işlem basamaklarına, güvenliğe ve temizliğe dikkat ediniz.
- √ Çalışma süresince performansınız öğretmeniniz tarafından uygulama sonunda verilen derecelendirme ölçeğine göre değerlendirilecektir.

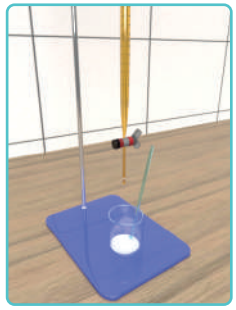
İşlem Basamakları

1. 5,0 g katı madde numunesini ± 0,01 g hassasiyetle tartınız (Görsel 1.31).
2. Tartılan katı madde numunesini 250 mL 'lik behere aktarınız (Görsel 1.32).
3. Bürete keten tohumu yağını koyunuz ve büret yardımıyla keten tohumu yağını katı madde numunesi üzerine damlatınız (Görsel 1.33).
4. Her damla yağ ilavesinden sonra cam baget yardımıyla katı maddeyi ıslatarak yavaşça karıştırınız.
5. 2 ve 3 numaralı işlemi beherin içinde macun kıvamında homojen bir yapı meydana gelinceye kadar tekrar ediniz (Görsel 1.34).
6. Macun kıvamlı homojen yapı meydana geldiğinde yağ eklemeyi durdurunuz ve ilave edilen yağ miktarını büretten okuyunuz.
7. Katı maddenin yağ absorblama oranını hesaplayınız.
8. Malzemeleri temizleyip teslim ediniz.
9. İşlem basamaklarında elde ettiğiniz bulguları ve gözlemlerinizi neden-sonuç ilişkisi çerçevesinde rapor hâline getiriniz.



Görsel 1.31: Tartılan katı madde

Görsel 1.32: Katı maddenin behere aktarılması


Görsel 1.33: Büretten keten tohumu yağı damlatılması

Görsel 1.34: Macun kıvamındaki yapı

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

PERFORMANS KRİTERLERİ	PERFORMANS DÜZEYİ			
	Çok iyi	İyi	Orta	Geliştirilebilir
1. 5,0 g katı madde numunesini ± 0,01 g hassasiyetle tartarak 250 mL' lik bir behere aktardı.				
2. Bürete keten tohumu yağını koyar ve büret yardımıyla keten tohumu yağını katı madde numunesi üzerine damlattı.				
3. Her damla yağ ilavesinden sonra cam baget yardımıyla katı maddeyi ıslatarak yavaşça karıştırdı.				
4. 2 ve 3 numaralı işlemi beherin içinde macun kıvamında homojen bir yapı meydana gelinceye kadar tekrar etti.				
5. Macun kıvamlı homojen yapı meydana geldiğinde yağ eklemeyi durdurarak ilave edilen yağ miktarını büretten okudu.				
6. Katı maddenin yağ absorblama oranını hesapladı.				
7. Malzemeleri temizleyip teslim etti.				
8. Rapor hazırladı.				

Öğretmen görüşü: .....

1.4. LABORATUVAR ÇALIŞMASI

TERMOKROMİK BOYALAR

Amaç	Sıcaklığa bağlı olarak renk değiştiren termokromik boyaları tanımak.
Araç ve Gereç	Cu_2HgI_4 pigmenti, su banyosu, beher, deney tüpü ve termometre.
Sağlık, Çevre ve Güvenlik Önlemleri	Çalışma koşullarına uygun kişisel koruyucu ekipmanlar kullanılmalıdır. Ortaya çıkan kontamine atıklar, ilgili yönetmeliklere uygun şekilde ortamdan uzaklaştırılmalıdır.

- √ Laboratuvar çalışmaları süresince işlem basamaklarına, güvenliğe ve temizliğe dikkat ediniz.
- √ Çalışma süresince performansınız öğretmeniniz tarafından uygulama sonunda verilen derecelendirme ölçeğine göre değerlendirilecektir.

İşlem Basamakları

1. 1 tane deney tüpü alarak içerisinde Cu_2HgI_4, pigmentini ihtiva eden boyadan ekleyiniz.
2. Deney tüpünü içine su girmemesine dikkat ederek su banyosuna koyunuz (Görsel 1.35).
3. Su banyosunun sıcaklığını 20 °C'den başlatarak 70 °C'a çıkarınız.
4. Tüplerin içinde meydana gelen renk değişimlerini gözlemleyerek not alınız (Görsel 1.36, 1.37 ve 1.38).
5. Malzemeleri temizleyip teslim ediniz.
6. İşlem basamaklarında elde ettiğiniz bulguları ve gözlemlerinizi neden-sonuç ilişkisi çerçevesinde rapor hâline getiriniz.

Görsel 1.35: Su banyosuna konulan termokromik boya

Görsel 1.36: Termokromik boyanın ısıtılması

Görsel 1.37: Termokromik boyanın ısıtılması

Görsel 1.38: Termokromik boyanın ısıtılması

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

PERFORMANS KRİTERLERİ	PERFORMANS DÜZEYİ			
	Çok iyi	İyi	Orta	Geliştirilebilir
1. Bir tane deney tüpü alır ve içerisinde Cu_2HgI_4 pigmentini ihtiva eden boyadan ekledi.				
2. Deney tüpünü su banyosuna koyar ve tüpün içine su girmemesini sağladı.				
3. Su banyosunun sıcaklığını 20 °C'den başlatarak 70 °C'a çıkararak renk değişimlerini gözledi.				
4. Çalışma ortamını ve malzemeleri temizledi.				
5. Rapor hazırladı.				

Öğretmen görüşü: .....

1.3. SOLVENTLER (ÇÖZÜCÜLER)

Bağlayıcı olarak kullanılan ham maddeleri çözen ve boyaya akışkanlık kazandırarak uygulama kolaylığı sağlayan ham maddelerdir.

Görsel 1.39: Fırça temizleme amacıyla kullanılan solvent

1.3.1. Solventler

Solventler; boya üretiminde kullanılan bağlayıcıları çözen, boyaya homojen özellik ve akışkanlık kazandıran tiner, aseton, alkol, hekzan vb. uçucu sıvı maddelerdir.

Solventler; uygulama aşamasında boyanın akışkanlığını ayarlamada, sprey uygulamalarında pigment ve bağlayıcıların yüzeye homojen olarak püskürtülmesinde ve kullanılan ekipmanların temizlenmesinde önemli rol oynar (Görsel 1.39).

Boyanın üretim aşamasında kullanılan pigment ve dolgu maddeleri çözücü-bağlayıcı ortamında homojen olarak dağıtılır. Solventin aşırı kullanılması; çözünmeyen pigmentlerin çökmesi, örtücülüğün azalması ve uygulama sırasında heterojen renk oluşumu gibi kusurlara neden olur.

Uygulama sırasında inceltici olarak solvent bazlı boyalarda genellikle tiner kullanılırken emülsiyon boyalarda su kullanılır.

İster su bazlı ister solvent bazlı olsun boyalarda kullanılan pigmentler solvent bazlıdır. Bu nedenle su bazlı boyaların üretiminde de hacimce yaklaşık %10 oranında aseton, alkol vb. solventler kullanılır.

Üretimi tamamlanmış boya yüzeye uygulandığında solvent uçarak geride pigment, dolgu maddeleri ve bağlayıcıdan oluşan homojen bir boya filmi kalır. Boya filminin yeterli örtme gücünü sağlayacak kalınlığa sahip olması ve homojen olması için kullanılan solvent miktarının doğru ayarlanması gerekir.

Solventlerin Özellikleri

Renk: Solventler boyanın rengine etki etmemeleri açısından şeffaf olmalıdır. Solventin renkli olması pigment renginin farklı algılanmasına neden olur.

Çözebilme gücü: Çözüneni dispers edebilme (çözebilme) gücüdür.

Kaynama noktası: Sıvının buhar basıncının atmosferik basınca eşit olduğu sıcaklıktır.

Buharlaşma hızı: Birim zamanda buhar hâline geçen sıvı miktarıdır. Solventin uçuculuğu; boyanın uygulama sırasında kuruma hızı, yayılma, akma, sarkma, dalgalanma vb. özelliklerine etki eder. Bu nedenle uygulanan yüzey ve boya özelliğine uygun buharlaşma hızına sahip olmalıdır.

Alev alma noktası: Solvent buharının kıvılcım ya da alev ile tutuştuğu en küçük sıcaklık değeridir. Buharlaşma hızı ne kadar yüksekse alev alma sıcaklığı o kadar düşüktür.

Kendi kendine alev alma noktası: Solventin herhangi bir kıvılcım ya da alev olmadan kendiliğinden yanmaya başladığı en düşük sıcaklıktır. Solvent bulunan kaplarda güvenlik piktogramları bulunur (Görsel 1.40).

Görsel 1.40: Solvent için güvenlik piktogramı

Yoğunluk: Bir cm^3 hacmindeki solventin gram cinsinden kütlesidir. Saf solventlerin sabit sıcaklıkta belirli bir yoğunlukları vardır.

Kırılma indisi: Her solventin yoğunluğuna bağlı olarak belirli bir kırılma indisi değeri vardır.

Korozyon ve asitlik: Bünyesinde asit ve kükürt bileşikleri bulunduran solventler tercih edilmez. Bu bileşenler korozif etkiye neden olur.

1.3.2. Solvent Çeşitleri

Solvent olarak kullanılan sıvılar organik çözücülerdir. Solventlerin büyük bir çoğunluğunun insan sağlığına ve doğaya olumsuz etkisi vardır.

Su: Solventlerin insan sağlığına ve doğaya verdiği olumsuzlukları önlemek için zararlı solventler yerine zarar vermeyen su kullanılır.

Boyalarda bağlayıcı olarak kullanılan organik polimerler suda çözünmezler. Bağlayıcıların suda dağılmalarını sağlamak için tuzları oluşturulmakta veya emülgatörler ile suda dağılmaları sağlanmaktadır.

Kullanılan tuzların boya içerisinde fazla olması yüzeyde kurumuş boya filminin atmosferdeki suyu ya da nemi çekerek boyada kabarma, boyanan metal yüzeyde korozyon oluşumu vb. sorunlara yol açar. Bu tür olumsuzlukların önlenmesi için kullanılan tuz miktarının iyi ayarlanması ve iletkenliğin çok düşük olması gerekir.

Esterler: Alkoller ve organik asitlerin tepkimesi ile elde edilir.

Ketonlar: Yaygın olarak ikincil alkollerin yükseltgenmesi ile elde edilirler. Aseton, metil etil keton (MEK), asetil aseton, metil izobütil keton, hekzonon ve diaseton alkol boya sektöründe en fazla kullanılan keton solventlerdir.

Alkoller: Metanol, etanol, izopropil alkol, N-bütanol, izobütanol, amil alkol, siklohekzanol, diaseton alkol, 2-etil hekzanol ve glikol en çok kullanılan alkollerdir.

Glikol eterler: Etilen glikol ve propilen glikolün monoalkollerle verdikleri eterleşme tepkimesi ile elde edilirler. Çoğunlukla metil glikol, etil glikol, metoksi propanol, etil diglikol ve bütil diglikol kullanılır.

Glikol eter esterleri: Glikol eterlerinin asetik asit ile verdikleri kondenzasyon tepkimesi sonucunda oluşan esterlerdir.

Aromatik hidrokarbonlar: Fosil yakıtların damıtılmasından elde edilir. En çok kullanılan aromatik solventler toluen ve ksilendir.

Toluen: Petrolden ve kömür katranından elde edilen aromatik çözücüdür.

Ksilen: Petrol ve kömür katranından elde edilen aromatik çözücüdür. Bu çözücü aslında C_8H_{10} formülüne sahip üç izomerin karışımıdır.

Solvent nafta: Petrolün damıtılmasında 150-195 °C aralığında elde edilen karışım hâlindeki çözücüdür.

Orta ağır solvent nafta: 195 °C - 225 °C aralığında elde edilen petrol damıtma ürünlerinin bir karışımıdır.

Ağır solvent nafta: Petrolün damıtılmasında, 226 °C - 285 °C aralığında kaynatılarak ayrıştırılan karışım hâlindeki çözücüdür.

Alifatik hidrokarbonlar: Fosil yakıtların damıtılmasından elde edilir.

En önemlileri şöyle sıralanabilir:

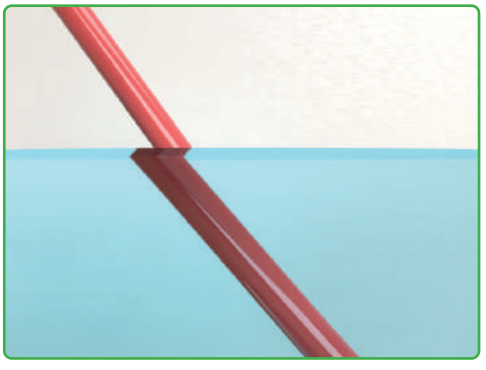
Heptan: 7 karbonlu alifatik hidrokarbon çözücüdür.

Benzin: Yağlı boya ve verniklerde çözücü olarak kullanılır.

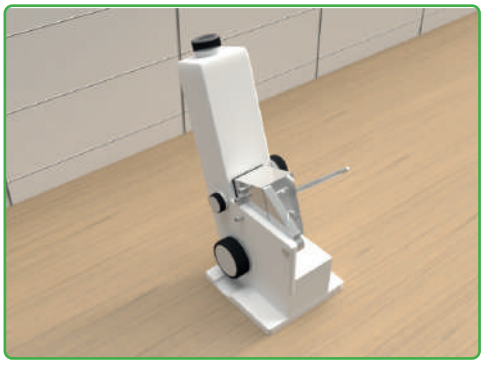
White spirit [vayt siprit (gaz yağı)]: Berrak bir sıvıdır. Hafif, orta ve ağır olmak üzere üç çeşidi vardır.

1.3.3. Solventlerde Kırılma İndisi Tayini

Işığın yoğunlukları farklı iki saydam ortam arasında yayılma doğrultusunun değişmesine **kırılma**, ışığın boşluktaki hızının madde içerisindeki hızına oranına **kırılma indisi** denir (Görsel 1.41). Kırılma indisi "n" harfi ile gösterilir. Kırılma indisleri **refraktometre** adı verilen cihazla ölçülür. En çok kullanılan çeşitleri Abbe refraktometresi ve el refraktometresidir (Görsel 1.42). Kırılma indisi renkli gıda ürünlerinin analizinde oldukça önemlidir. Örneğin çözünebilir yağlar ve yemeklik yağların kırılma indisleri ölçülerek bunların saflık dereceleri ve acılık dereceleri tespit edilebilmektedir (Bir sıvı yağın acılaşma derecesi arttıkça kırılma indisi de artar.).



Görsel 1.41: Işığın kırılması



Görsel 1.42: Abbe refraktometresi

Refraktometre içerisinde prizmalar bulunur. Gönderilen ışık örnekten geçerek prizmaya farklı açıda gelir. Bir maddenin kırılma indisi, kullanılan ışığın dalga boyu, sıcaklık, derişim ve basınca bağlıdır. Sıcaklık yükseldikçe yoğunluk azalacağından kırılma indisi düşer. Bu nedenle kırılma indisi ile birlikte ölçümün yapıldığı sıcaklığı da belirtmek gerekir. Aynı zamanda sıkıştırılabilen maddelerin kırılma indisi, basınca bağlı olarak da değişir. Basınç artışı, yoğunlukta artışa neden olduğundan basınçla sıkıştırılabilen maddelerin kırılma indisi basıncın artmasıyla artar.

1.5. LABORATUVAR ÇALIŞMASI

SOLVENTLERDE KIRILMA İNDİSİ TAYİNİ

Amaç	Boyaların içinde bulunan solvente ait kırılma indisini ölçmek.
Araç ve Gereç	Gaz yağı (white spirit) numunesi, termometre, Abbe refraktometresi ve su banyosu.
Sağlık, Çevre ve Güvenlik Önlemleri	Çalışma koşullarına uygun kişisel koruyucu ekipmanlar kullanılmalıdır. Ortaya çıkan kontamine atıklar, ilgili yönetmeliklere uygun şekilde ortamdan uzaklaştırılmalıdır.

- √ Laboratuvar çalışmaları süresince işlem basamaklarına, güvenliğe ve temizliğe dikkat ediniz.
- √ Çalışma süresince performansınız öğretmeniniz tarafından uygulama sonunda verilen derecelendirme ölçeğine göre değerlendirilecektir.

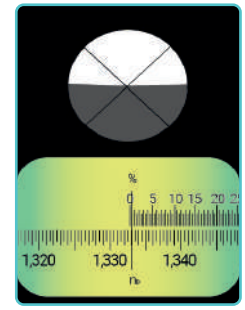
İşlem Basamakları

1. Sıcak su banyosunun bağlantılarını yaparak termometreyi cihaza yerleştiriniz ve cihazı çalıştırınız (Görsel 1.43).
2. İşleme başlamadan önce refraktometrenin kalibrasyonunu yapınız.
3. Kırılma indisine bakılacak olan numuneyi homojen hâle getiriniz ve sıcak su banyosuna bağlanmış olan refraktometreye damlatınız (Sıvının prizma yüzeyini homojen bir şekilde kaplamasına ve hava kabarcığının oluşmamasına dikkat ediniz.) (Görsel 1.44 ve 1.45).
4. Kapağı kapatarak ayna ile ışık ayarını yapınız.
5. Refraktometrenin sağ gözlem kısmından gözleyerek görüntüyü sağdaki düğme yardımı ile netleştiriniz.
6. Soldaki düğme yardımı ile görüntüyü ortalayınız.
7. Sol gözlem kısmından gözleyerek karşılıklı iki skalanın aynı hizaya gelen değerini, numunenin o sıcaklıktaki kırılma indisi olarak belirleyiniz (Görsel 1.46).
8. Malzemeleri temizleyip teslim ediniz.
9. İşlem basamaklarında elde ettiğiniz bulguları ve gözlemlerinizi neden-sonuç ilişkisi çerçevesinde rapor hâline getiriniz.

Görsel 1.43: Refraktometrenin hazırlanması

Görsel 1.44: Gaz yağı numunesi

Görsel 1.45: Numunenin damlatılması



Görsel 1.46: Kırılma indisinin okunması

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

PERFORMANS KRİTERLERİ	PERFORMANS DÜZEYİ			
	Çok iyi	İyi	Orta	Geliştirilebilir
1. Laboratuvar güvenlik kurallarına uygun koruyucu kıyafetler giydi.				
2. Sıcak su banyosunun bağlantılarını yaparak termometreyi cihaza yerleştirerek cihazı çalıştırdı.				
3. İşleme başlamadan önce refraktometrenin kalibrasyonunu yaptı.				
4. Kırılma indisine bakılacak olan numuneyi homojen hâle getirerek sıcak su banyosuna bağlanmış olan refraktometreye damlattı.				
5. Kapağı kapatarak ayna ile ışık ayarını yaptı.				
6. Refraktometrenin sağ gözlem kısmından gözleyerek görüntüyü sağdaki düğme yardımı ile netleştirdi.				
7. Soldaki düğme yardımı ile görüntüyü ortaladı.				
8. Sol gözlem kısmından gözleyerek karşılıklı iki skalanın aynı hizaya gelen değerini, numunenin o sıcaklıktaki kırılma indisi olarak belirledi.				
9. Çalışma ortamını temizledi.				
10. Rapor hazırladı.				

Öğretmen görüşü: .....

1.6. LABORATUVAR ÇALIŞMASI

SOLVENTLERİN DESTİLASYON ARALIK TESTİ

Amaç	Solvent numuneleri içindeki bileşen sayısını destilasyon aralık testi ile belirlemek.
Araç ve Gereç	Lastik tıpa, destilasyon balonu, geri soğutucu, termometre, kaynama taşı, bunsen beki ve gaz yağı (white spirit) numunesi.
Sağlık, Çevre ve Güvenlik Önlemleri	Çalışma koşullarına uygun kişisel koruyucu ekipmanlar kullanılmalıdır. Ortaya çıkan kontamine atıklar, ilgili yönetmeliklere uygun şekilde ortamdan uzaklaştırılmalıdır.

- √ Laboratuvar çalışmaları süresince işlem basamaklarına, güvenliğe ve temizliğe dikkat ediniz.
- √ Çalışma süresince performansınız öğretmeniniz tarafından uygulama sonunda verilen derecelendirme ölçeğine göre değerlendirilecektir.

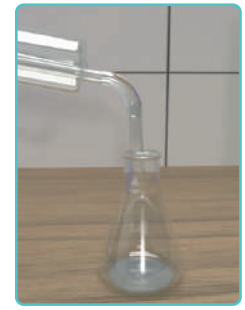
İşlem Basamakları

1. Destilasyon balonuna 50 mL gaz yağı numunesi koyunuz (Görsel 1.47).
2. Termometrenin sıvıya değmemesine özen göstererek balona birkaç adet kaynama taşı atınız ve termometreyi destilasyon sistemine yerleştiriniz (Görsel 1.48).
3. Soğutucudan su sirkülasyonunu başlatıp beki yakınız ve balonu ısıtmaya başlayınız (Görsel 1.49).
4. İlk damlanın toplama kabına düştüğü anda termometreyi okuyunuz ve sıcaklığı kaydediniz (Görsel 1.50).
5. Her 5 mL toplandığında sıcaklığı kaydediniz.
6. Termometre sıcaklığının sabit kaldığı değerleri not ediniz.
7. Destilat gelmesinin kesildiği ve termometrenin maksimum olduğu sıcaklığı not ediniz.
8. Malzemeleri temizleyip teslim ediniz.
9. İşlem basamaklarında elde ettiğiniz bulguları ve gözlemlerinizi neden-sonuç ilişkisi çerçevesinde rapor hâline getiriniz.

Görsel 1.47: Numunenin ölçülmesi

Görsel 1.48: Destilasyon balonunun hazırlanması

Görsel 1.49: Destilasyon işleminin başlatılması



Görsel 1.50: Toplama kabında biriken destilat

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

PERFORMANS KRİTERLERİ	PERFORMANS DÜZEYİ			
	Çok iyi	İyi	Orta	Geliştirilebilir
1. Laboratuvar güvenlik kurallarına uygun koruyucu kıyafetler giydi.				
2. Destilasyon balonuna 50 mL numune koydu.				
3. Balona birkaç adet kaynama taşı atarak termometreyi destilasyon sistemine yerleştirdi.				
4. Soğutucudan su sirkülasyonunu başlatıp beki yakarak balonu ısıttı.				
5. İlk damlanın toplama kabına düştüğü anda ve her 5 mL toplandığında termometreyi okuyup sıcaklığı kaydetti.				
6. Termometre sıcaklığının sabit kaldığı değerleri not etti.				
7. Destilat gelmesinin kesildiği ve termometrenin maksimum olduğu sıcaklığı not etti.				
8. Çalışma ortamını temizledi.				
9. Rapor hazırladı.				

Öğretmen görüşü: .....

1.4. KATKI MADDELERİ

Boyanın uygulandığı ortam şartlarına karşı dayanıklılığını arttıran, kuruma süresine, yapışma gücüne etki eden boyaya matlık vb. özellikler kazandıran maddelerdir.

1.4.1. Boya Katkı Maddeleri

Boyanın performansını geliştirmek amacıyla kullanılırlar. Boyaya parlaklık, matlık, küflenmeme, UV dayanımı vb. özellikler kazandıran kimyasallardır. Boyanın türü ve kullanım amacına uygun olarak ilave edilirler.

Katkı maddeleri; boyanın kuruma süresini yavaşlatmak, üstün özellikler katmak veya boyada istenmeyen özellikleri önlemek amacıyla kullanılır.

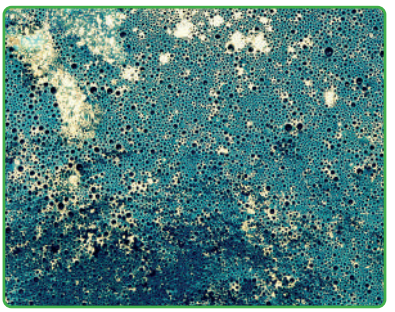
Köpük kesiciler, UV stabilizatörleri, katalizörler, inhibitörler, biyositler, matlaştırıcılar, korozyon önleyiciler, plastikleştiriciler yaygın olarak kullanılan katkı maddeleridir.

Yüzey katkıları: Uygulamada oluşması muhtemel yüzey kusurlarını önlemek amacıyla kullanılan katkılardır.

Reoloji düzenleyiciler: Polimerik kalınlaştırıcılar, hint yağı türevleri, kontrollü topaklaştırıcılar, modifiye edilmiş killer vb. tipleri bulunur. Boyaya; yüzeye iyi yayılma, uygulandığı aparata yüklenme ve sürülme, pigment stabilizasyonu vb. özellikler kazandırır. Çoğunlukla su bazlı boyalarda kullanılır.

Islatıcılar ve dispersiyon katkıları: Boyanın, yüzey gerilimini düşürüp yüzeye düzgün yayılmasını sağlayarak kararlılığını artıran kimyasallardır.

Köpük kesiciler: Uygulama sırasında köpük oluşumunu engelleyerek daha düzgün bir boya filminin oluşmasını sağlayan kimyasallardır (Görsel 1.51).



Görsel 1.51: Yetersiz köpük kesicili boya uygulanmış yüzey

Matlaştırıcılar: Boya filminin mat, yarı mat gibi istenen görünüme sahip olması amacıyla kullanılır.

UV stabilizatörleri: Mor ötesi (UV) ışınların boya filmi üzerindeki yıpratıcı ve ağartıcı etkisini azaltan ve boyanın uzun ömürlü olmasını sağlayan kimyasallardır.

Biyositler: Mantar, küf ve mayaların su bazlı boyalarda neden olduğu bozulmaları önlemek amacıyla kullanılır (Görsel 1.52). Ahşap koruyucularda, boyanın ambalajı içerisinde ve boya filminde görev yapan biyosit çeşitleri bulunur.

Görsel 1.52: Küflenmiş boyalı yüzey

Katalizörler ve inhibitörler: Boya filminin kuruması sürecinde gerçekleşen kimyasal reaksiyonları hızlandıran veya yavaşlatan kimyasallardır. Çoğunlukla katalizör olarak kurutucular ve inhibitör olarak kabuklaşma önleyiciler kullanılır.

Kurutucular: Boyada kullanılan kimyasallarla polimerleşme reaksiyonu vererek kurumayı hızlandırırlar. Organik asitlerin metal tuzlarıdır.

Kabuklaşma önleyiciler: Havayla kuruyan boyalarda ambalaj içerisindeki havanın boya üzerinde kabuk oluşturmasını önlemek amacıyla kullanılır. Kabuk oluşumu boya kaybına neden olur ve boyanın ambalajdan alınmasını güçleştirir.

1.7. LABORATUVAR ÇALIŞMASI

PARTİKÜL BOYUTU TESTİ

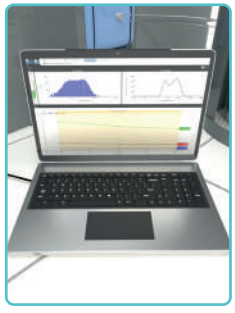
Amaç	Boyaların içinde bulunan partikül boyutlarını partikül boyutu ölçüm cihazı ile belirlemek.
Araç ve Gereç	Partikül boyutu ölçüm cihazı aleti ve spatül, sodyum bikarbonat.
Sağlık, Çevre ve Güvenlik Önlemleri	Çalışma koşullarına uygun kişisel koruyucu ekipmanlar kullanılmalıdır. Ortaya çıkan kontamine atıklar, ilgili yönetmeliklere uygun şekilde ortamdan uzaklaştırılmalıdır.

1. Bilgisayara bağlı olarak çalışan partikül boyutu ölçüm cihazının içine 1 L saf su ilave ediniz (Görsel 1.53).
2. Partikül boyutu ölçüm cihazının haznesine spatül ile bir miktar sodyum bikarbonat ekleyiniz (Görsel 1.54).
3. Bilgisayarda standart olarak verilen sodyum bikarbonatın grafik şekillerini önceden belirleyiniz.
4. Numunenin grafiğini çıkarınız (Görsel 1.55 ve 1.56).
5. Malzemeleri temizleyip teslim ediniz.
6. İşlem basamaklarında elde ettiğiniz bulguları ve gözlemlerinizi neden-sonuç ilişkisi çerçevesinde rapor hâline getiriniz.

Görsel 1.53: Cihaza su konulması

Görsel 1.54: Numunenin hazırlanması

Görsel 1.55: Cihazın numuneyi okuması



Görsel 1.56: Sonuçların bilgisarda görülmesi

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

PERFORMANS KRİTERLERİ	PERFORMANS DÜZEYİ			
	Çok iyi	İyi	Orta	Geliştirilebilir
1. Laboratuvar güvenlik kurallarına uygun koruyucu kıyafetler giydi.				
2. Bilgisayara bağlı olarak çalışan partikül boyutu ölçüm cihazının içine 1L saf su ilave etti.				
3. Bilgisayarda standart olarak verilen sodyum bikarbonatın grafik şekillerini önceden belirledi.				
4. Numunenin grafiğini çıkardı.				
5. Çalışma ortamını ve malzemeleri temizledi.				
6. Rapor hazırladı.				

Öğretmen görüşü: .....

1.5. DOLGU MADDELERİ

Boya üretim maliyetini düşürme ve boyanın daha üstün performans göstermesi amacıyla kullanılan maddelerdir.

1.5.1. Dolgular

Dolgular; boya maliyetini düşürmek için kullanılan, ayrıca boyanın bazı özelliklerinde iyileşme sağlayan ve çözünmeyen katı taneciklerdir (Görsel 1.57).

Görsel 1.57: Kalsiyum karbonat dolgu maddesi

Dolgu maddelerinin boyaya kazandırdığı özellikler şunlardır:

- Daha iyi film oluşturur.
- Hava etkilerine karşı dayanımı artırır.
- Gerçek pigment için bir dayanak oluşturur.
- Çabuk çökmeyi önler.
- Rutubetin geçiş hızını azaltır.
- Gerçek pigmentlerden daha ucuz oldukları için boyanın maliyetini düşürür.

Boyalarda en fazla kullanılan dolgular; baryum sülfat, kalsit, dolomit, kaolin, tebeşir tozu, talk, mika ve silikadır.

Baryum sülfat: Kimyasal inertliği sayesinde astarlarda ve boyalarda kullanımı oldukça yaygındır. Başta otomotiv astarları olmak üzere çeşitli sanayi boyalarının astarlarında ve bazı son kat boyalarda kullanılır.

Kalsit: Yaygın olarak inşaat boyalarında kullanılan dolgudur.

Dolomit: Kalsit kadar ekonomik olmadığından kullanımı yaygın değildir. Koyu renkli dış cephe inşaat boyalarında kullanıma uygundur.

Kaolin: Yaygın olarak dış cephe inşaat boyalarında ve sanayi boyası astarlarında kullanılır.

Tebeşir tozu: Yalnızca iç mekân inşaat boyalarında kullanılırken sanayi boyalarında kullanılmaz.

Talk: İyi bir matlaştırıcıdır. Yumuşak yapısı, kullanıldığı macun ve astarların zımparalanabilme özelliklerini olumlu etkiler.

Mika: Sedef pigmentlerin üretiminde taşıyıcı madde olarak kullanılır.

Silika: Toz ham maddelerin topaklaşmasını önler.

1.8. LABORATUVAR ÇALIŞMASI

BOYALARIN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNİN GÖZLEMLENMESİ

Amaç	Boyaların içerdiği dolgu maddeleriyle fiziksel görünümlerini karşılaştırmak.
Araç ve Gereç	Farklı dolgu maddeleri içeren boyalar.
Sağlık, Çevre ve Güvenlik Önlemleri	Bu çalışma kesinlikle solvent bazlı boyalar ile **yapılmamalıdır**. Çalışma koşullarına uygun kişisel koruyucu ekipmanlar kullanılmalıdır. Ortaya çıkan kontamine atıklar, ilgili yönetmeliklere uygun şekilde ortamdan uzaklaştırılmalıdır.

1. Ambalajlardaki boş hacmi tespit ediniz (Görsel 1.58).
2. Boyalardaki kaymaklaşmayı kontrol ediniz (Görsel 1.59).
3. Boyalardaki jel oluşumunu kontrol ediniz.
4. Boyalardaki faz ayrışmasını kontrol ediniz (Görsel 1.60).
5. Boyalardaki çökmeyi kontrol ediniz (Görsel 1.61).
6. Boyalardaki yabancı maddeleri kontrol ediniz.
7. Boya ambalajındaki etikette yazan dolgu maddelerini kontrol ediniz. Boyaların fiziksel görünümleriyle karşılaştırınız.
8. Malzemeleri temizleyip teslim ediniz.
9. İşlem basamaklarında elde ettiğiniz bulguları ve gözlemlerinizi neden-sonuç ilişkisi çerçevesinde rapor hâline getiriniz.

Görsel 1.58: Boş hacmin tespit edilmesi

Görsel 1.59: Kaymaklaşmanın gözlenmesi

Görsel 1.60: Faz ayrışmasının kontrolü

Görsel 1.61: Çökme kontrolü

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

PERFORMANS KRİTERLERİ	PERFORMANS DÜZEYİ			
	Çok iyi	İyi	Orta	Geliştirilebilir
1. Laboratuvar güvenlik kurallarına uygun koruyucu kıyafetler giydi.				
2. Boyalardaki boş hacmi tespit etti.				
3. Boyalardaki kaymaklaşmayı kontrol etti.				
4. Boyalardaki jel oluşumunu kontrol etti.				
5. Boyalardaki faz ayrışmasını kontrol etti.				
6. Boyalardaki çökmeyi kontrol etti.				
7. Boya ambalajının etiketinde yazan dolgu maddelerini kontrol ederek boyaların fiziksel görünümleriyle karşılaştırdı.				
8. Çalışma ortamını ve malzemelerini temizledi.				
9. Rapor hazırladı.				

Öğretmen görüşü: .....

1. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki cümlelerde bırakılan boşluklara verilen kelimelerden doğru olanlarını yazarak cümleleri tamamlayınız.

katkı maddeleri	alkid	pigment	toz
bağlayıcı	solvent	dolgu maddeleri	su
dekoratif	tiner	epoksi	emülsiyon

1. Boyanın, tüm ham maddelerini bir arada tutan ve boyanın %10-%95'lik kısmını oluşturan ..... ana ham maddesidir.
2. Boyaların maliyetini düşürmenin yanı sıra teknik özelliklerinin de iyileştirilmesi amacıyla ..... kullanılır.
3. Boyalar koruyuculuğunun yanında ..... amaçla da kullanılır.
4. Boyaları uygulanabilir hâle getirmek için ..... kullanılır.
5. Boyayı inceltmek amacıyla solvent bazlı boyalarda ..... kullanılır.
6. Köpük kesiciler, biyositler, matlaştırıcılar ..... olarak adlandırılırlar.
7. Boyalara renk vermek amacıyla kullanılan maddelere ..... denir.
8. Karmaşık geometrili ve büyük parçaların ..... boya ile boyanması zordur.

B) Aşağıdaki sorularda doğru cevap olan seçeneği işaretleyiniz.

9. 10 gramlık bir cam kaba bir miktar yaş boya örneği konularak tartılıyor ve 35 g geldiği, fırında kurutulduktan sonra tartıldığında ise 30 g geldiği görülüyor.

Buna göre yaş boya örneğindeki katı madde yüzdesi aşağıdakilerden hangisidir?

A) %5 B) %20
C) %40 D) %60
E) %80

10. İçinde pigment ve dolgu maddelerinin homojen olarak dağıtıldığı ve boyanın karakterini belirleyen boya ana ham maddesi aşağıdakilerden hangisidir?

A) Katkı maddesi
B) Bağlayıcı
C) Solvent
D) Dolgu maddesi
E) Pigment

11. **Nemli bir ortam için uygulanacak boya içerisinde aşağıdaki katkı maddelerinden hangisi bulunmalıdır?**

A) Biyositler
B) Köpük kesiciler
C) Kurutucular
D) UV stabilizatörleri
E) Kabuklaşma önleyiciler

12. **Aşağıdakilerden hangisi çoğunlukla su bazlı boyalarda kullanılan ve boyaya iyi yayılma, iyi sürülme, pigmentli sistemlerde stabilizasyon kazandıran dolgu maddelerindendir?**

A) Biyositler
B) Köpük kesiciler
C) Matlaştırıcılar
D) Reoloji düzenleyiciler
E) Kurutucular

13. **Aşağıdakilerden hangisi fırınlanarak uygulandığı yüzeyde erimesi sağlanan ve solvent içermeyen boya türüdür?**

A) Alkid
B) İnorganik çinko
C) Emülsiyon
D) Epoksi
E) Toz

14. **Talk, tebeşir tozu, dolomit, kaolin vb. çeşitleri olan boya ana ham maddesi aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Dolgu maddesi
B) Katkı maddesi
C) Pigment
D) Reçine
E) Solvent

15. **Yağlı boya olarak bilinen ve genel amaçlar için kullanılan boya türü aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Alkid
B) Epoksi
C) Klor kauçuk
D) Poliüretan
E) Vinil

16. **Kırılma indisi aşağıdaki cihazlardan hangisi ile ölçülür?**

A) Dinamometre
B) Grindometre
C) Kolorimetre
D) Piknometre
E) Refraktometre

17. **Eski adı plastik boya olan ve betonarme yapılarda kullanılan boya türü aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Alkid
B) Emülsiyon
C) Epoksi
D) İnorganik çinko
E) Poliüretan

18. **Aşağıda verilen boya ana ham maddelerinden hangisi boyaya akışkanlık ve homojen bir karışım özelliği verir?**

A) Bağlayıcılar
B) Katkı maddeleri
C) Solventler
D) Pigmentler
E) Dolgu maddeleri

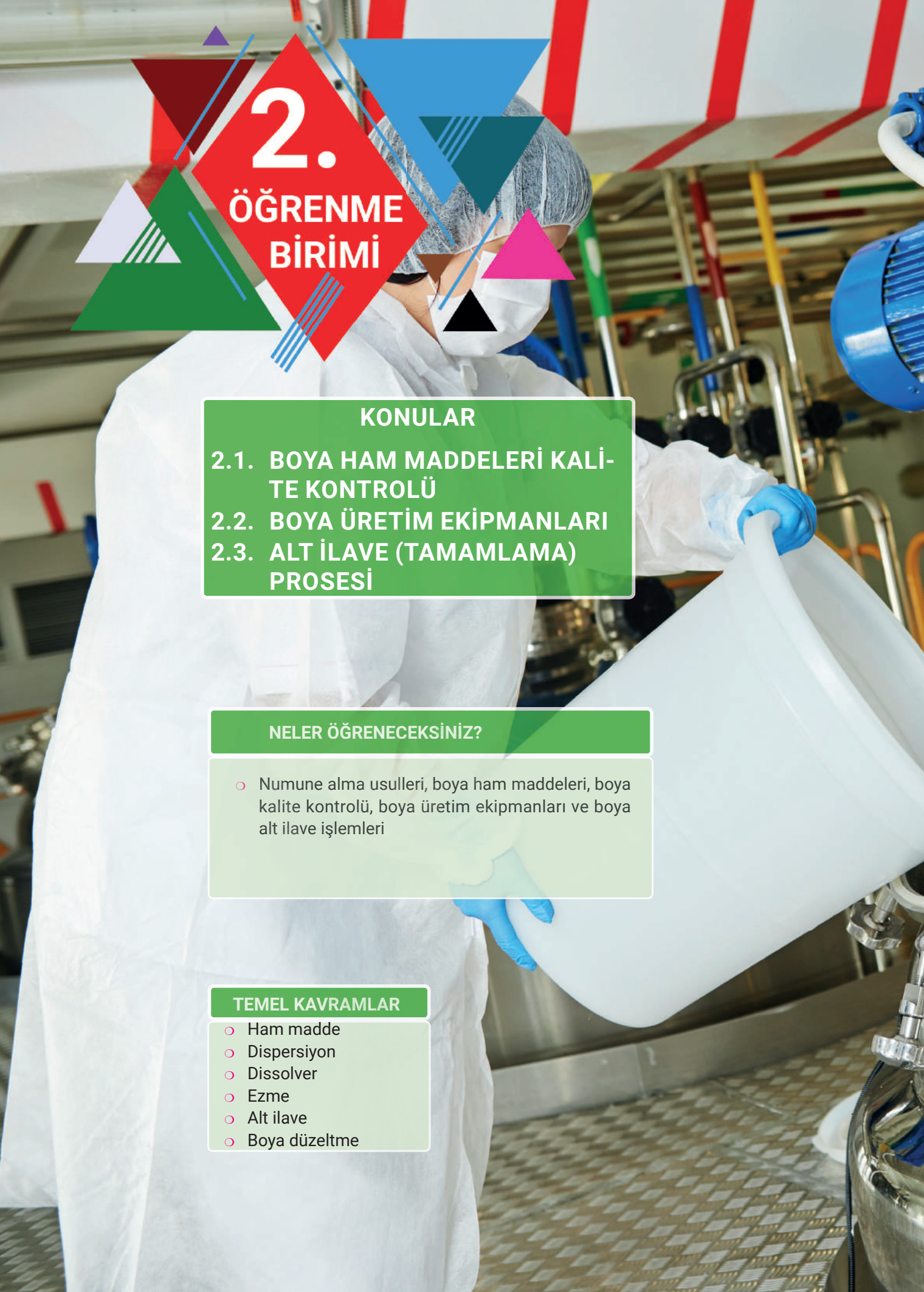
19. I. Suya dayanıklılık
II. Yapışma
III. Kabuklaşma

Yukarıda verilenlerden hangileri boyada bulunması gereken özelliklerdendir?

A) Yalnız I
B) Yalnız II
C) Yalnız III
D) I ve II
E) I, II ve III

20. **White spirit olarak da bilinen çözücü türü aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Benzin
B) Gaz yağı
C) Ksilen
D) Nafta
E) Toluen



2. ÖĞRENME BİRİMİ

KONULAR

2.1. BOYA HAM MADDELERİ KALİTE KONTROLÜ
2.2. BOYA ÜRETİM EKİPMANLARI
2.3. ALT İLAVE (TAMAMLAMA) PROSESİ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Numune alma usulleri, boya ham maddeleri, boya kalite kontrolü, boya üretim ekipmanları ve boya alt ilave işlemleri

TEMEL KAVRAMLAR

- Ham madde
- Dispersiyon
- Dissolver
- Ezme
- Alt ilave
- Boya düzeltme

BOYA ÜRETİMİNE HAZIRLIK

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Üretilen bir boyanın kalite kontrol testlerinin yapılmaması sizce ne gibi sorunlara yol açar? Sınıfta arkadaşlarınızla tartışınız.
2. Satın alınan bir boya ile boyamaya başlamadan önce ne gibi hazırlıklar yapılır? Yapılan hazırlıkların önemi nedir? Sınıfta arkadaşlarınızla tartışınız.

2.1. BOYA HAM MADDELERİ KALİTE KONTROLÜ

Kaliteli boya üretimi belirli standartlara uygun, kaliteli ham madde kullanılmasıyla mümkündür.

2.1.1. Ham Maddelerin Kalite Kontrolü

Boya üretiminde kullanılan ham maddelere fiziksel ve kimyasal yöntemlerden oluşan kalite kontrol testleri yapılır. Test sonuçları ham maddelerin depolanma koşullarındaki stabilitesi, üretimde kullanılmaya uygunluğu ve üretimden sonra göstereceği performans hakkında bilgi verir.

2.1.2. Numune Alma Usulleri

Üretilen boyaların karşılaması beklenen özelliklerini taşıyıp taşımadığını kontrol etmek için test yapılmalıdır. Üretilen boya grubunun çeşitli yerlerinden uygun tekniklerle alınan ve o boya grubunun tümünü temsil eden kısmına **numune** denir.

Ürünün istenen standartları karşılaması doğru analiz ve doğru numune alma ile sağlanır. Numuneler uygun ekipmanlarla alınmalı ve partinin genelini temsil etmelidir.

Numune alınırken dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- Numune miktarı yeterli olmalıdır.
- Alındığı partiyi tam olarak temsil etmelidir.
- Taşıma sırasında kırılmadan doğacak riskler en aza indirilmelidir.
- Numunenin genleşme ihtimaline karşı konulduğu kabın üst kısmında belli bir boşluk bırakılmalıdır.
- Ancak hava ile bozulabilen numuneler için bu boşluk fazla olmamalıdır.
- Numune kabı numunenin içeriğini ve içeriğin oluşturduğu riskleri belirtecek şekilde etiketlenmelidir.
- Uçucu bileşen içeren numunelerin içerik oranlarının değişmemesi için numune uygun bir aparat ile alınmalı ve numune kabının kapağı sıkıca kapatılmalıdır.
- Numune ısı ve ışıktan etkileniyor ise koyu renkli cam malzemede uygun sıcaklıkta saklanmalıdır.
- Yüksek saflıktaki numuneler nem veya toza maruz bırakılmamalıdır.

Alınan numune, partiyi temsil etmiyorsa bu numuneden elde edilen sonuçlar gerçeği yansıtmaz. Alınan numunenin miktarı ve numunenin partiyi temsil etmesi çok önemlidir. Miktarı küçük numuneden elde edilen sonuçların partiyi temsil etmeme riski vardır. Büyük miktardaki numunenin ise maliyeti artırıcı etkisi vardır.

Boya ve ham maddelerinde, yeterli homojenlik elde edilene kadar hem karıştırılma hem de kazan kenar ve dip sıyırma işlemleri yapılır. Karıştırma işleminden hemen sonra numune alınır. Eğer yeterli homojenlik elde etmekte zorlanılıyorsa ürün kabının içindeki değişik kısımlardan numune alınır. Numune raporunda, bunların karışım olup olmadığı belirtilmelidir.

2.1.3. Boya Ham Maddelerinin Girdi Kalite Kontrolü

Üretim öncesi kullanılacak ham maddelere uygulanan ve uluslararası geçerliliği olan kalite kontrol testleri, farklı laboratuvarlarda gerçekleştirilen sonuçların karşılaştırılabilmesini sağlar. Testlerde özel cihazlar kullanılır. Sonuçları etkileyecek sıcaklık, nem, basınç vb. değişkenlerin sonuç raporunda belirtilmesi gerekir.

Üretim sürecinde gerekli standardı yakalamak ürünün de belirli bir standarda sahip olmasını sağlar. Standardın korunması kalite kontrol ve üretim ekibinin koordinasyonuyla sağlanır.

2.1.4. Pigmentlerde Renk Kontrolü

Boya kullanıcısı boyadığı malzemenin cinsine göre belirli bir renk ister. Bu durumda boya üreticisi istediği rengi çok net bir şekilde tarif etmelidir. Ancak bu tarif kesinlikle sözle yapılmaz. Rengi tarif etmek için standart olacak bir renk plakası veya kolaylıkla ulaşılabilecek standartlaştırılmış bir renk kataloğu ve renk numarasını bildirmelidir. Renk; gözle kontrol edilerek, spektrofotometre ile renk farkları ölçülerek değerlendirilir (Görsel 2.1).

Görsel 2.1: Spektrofotometre cihazı

2.1.5. Sıvı Ham Maddelerin Viskozite (Akışmazlık) Testi

Sıvı tanecikleri öteleme hareketine sahip olduğu için akışkandır. Sıvıların içindeki moleküller arası etkileşimler, molekül büyüklüğü ve sıcaklığı akışkanlığa etki eder. Bir sıvının akmaya karşı gösterdiği direnç **viskozite** (akışmazlık) denir. Viskozite, yaş boya ve ham maddelerin uygulama özelliklerini etkileyen önemli bir parametredir.

Görsel 2.2: Titreşim viskozimetresi

Ham maddelerin viskozite testlerinde **viskozimetre** adı verilen cihazlar kullanılır (Görsel 2.2). Bu cihazların en bilinen türleri fırtına, titreşim, koni ve plaka viskozimetresidir.

Viskozite testi uygulama bakımından oldukça kolaydır ve hızlı sonuç verir. Viskozite değeri yüksek olan ham maddeler inceltme yapılarak akıcı hâle getirilir.

2.1.6. Yoğunluk Testi

Bir maddenin 1 cm^3lük hacminin kütlesine **yoğunluk** denir. Yoğunluk; maddenin cinsine, bulunduğu fiziksel hâle ve sıcaklığa bağlı olarak değişir. Boya ham maddelerinin yoğunluk test uygulaması kolay ve hızlı bir şekilde yapılır. Yoğunluk ölçümlerinde, 50 mL ya da 100 mL hacminde özel olarak yapılmış yoğunluk kaplarından (**piknometre**) yararlanılır (Görsel 2.3). Özel kapaklı aparat paslanmaz çelikten imal edilmiştir.

Görsel 2.3: Piknometre

Yaş boya ve sıvı ham maddelerinin yoğunluk ölçümü için yoğunluk kabının darası alınır. Daha sonra çok az taşacak şekilde sıvı ile doldurulur. Kapağı kapatılır ve taşan sıvı temizlendikten sonra kap tekrar tartılır. İki tartım arasındaki fark kullanılan piknometreyi dolduran boyanın kütlesidir. Sıvı yoğunluğu, ölçümün yapıldığı sıcaklık da belirtilerek g/cm^3 olarak verilir.

Solvent buharlaşması ve yanlış eklenen ham madde yüksek yoğunluk değerine neden olur. Boyanın içinde hava hapsolması veya eklenmeyen ham madde düşük yoğunluk değerine neden olur.

2.1.7. Akış Süresinin Ölçümü

Boya ve boyada kullanılan sıvı ham maddelerin kıvamını belirlemek için özel kaplar kullanılır. Bu kaplarla düşük viskoziteye sahip sıvıları ölçmek mümkündür. Bu kapların alt kısmında akışı sağlayacak bir delik (orifiz) vardır. Kabın deliği parmakla kapatılır. Akış süresi tayin edilecek boya veya ham madde, içerisinde hava kabarcığı kalmayacak şekilde bu kaba tamamen doldurulur.

İçi sıvı numune ile doldurulan kabın parmakla kapatılan akış deliğinden parmak çekilir ve aynı anda kronometre çalıştırılır. Devamlı ve kesintisiz olan akış tamamlanıp damlama başladığı anda kronometre durdurulur. Bu sayede kabın boşalması için geçen süre, saniye olarak tespit edilir (Görsel 2.4).

Görsel 2.4: Akış hızı ölçüm kabı

Yaş boya ve sıvı ham madde kıvamının akış süresinin ölçülmesi, üretilen boyanın tasarımı sırasında öngörülen parametrelere sahip olup olmadığının belirlenmesi açısından önemlidir.

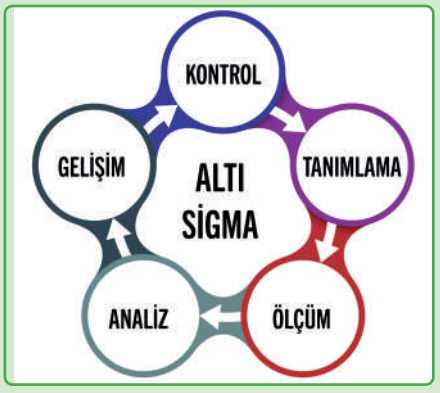
BİLGİ KUTUSU

ALTI SİGMA YAKLAŞIMI

Günümüzde firmalar arasındaki büyük rekabet ve müşterilerin her geçen gün artan talepleri, işletmeleri daha mükemmel ürünler üretmek konusunda adım atmaya zorlamaktadır. Altı sigma da bu nedenle ortaya çıkmış olan ve hataları neredeyse sıfıra yaklaştırmayı hedefleyen bir yaklaşımdır. Bilindiği gibi, sigma (σ) Yunan alfabesinde kullanılan bir harftir ve istatistiksel ölçü birimi olarak da değişkenliği yani standart sapmayı göstermektedir.

Altı Sigma Yaklaşımı, değişkenliğin kontrol altında tutulabileceğini öngören bir felsefedir ve sıfır hata seviyesini hedeflemektedir. Bu yaklaşımda odaklanılan nokta süreçlerdeki değişkenlik ve bu değişkenliğin neden olduğu hatalardır. Bu yaklaşımda müşteri odak noktasına konulmakta, süreçlerin iyileştirilmesiyle başarının yakalanılmasına çalışılmakta ve elde edilen başarının da sürekli kılınması hedeflenmektedir (Görsel 2.5).

Altı Sigma, küresel standartlarda bir performans düzeyine ulaşmada ve bu seviyenin sürekli kılınmasında nasıl bir yol izlenmesi gerektiğini gösteren bir yaklaşımdır. Herhangi bir süreçte kusurların "milyonda hata" şeklinde belirlenmesine imkân sağlamaktadır. Milyondaki hata sayısına karşı gelen sigma değeri hesaplanarak işletmenin söz konusu süreçte ulaştığı sigma düzeyi belirlenebilmektedir. Her işletme sahip olduğu süreçlerin ne kadar iyi olduğu konusunda mutlaka bir fikir sahibidir. Ancak sadece, "Mükemmel süreçlere sahibiz" demek yetmemektedir. Ne kadar mükemmel süreçlere sahip olunduğunu subjektiflikten uzak ve tartışmasız bir şekilde gösterecek olan sayısal bilgi, ulaşılan sigma seviyesidir.



Görsel 2.5: Altı sigma yaklaşımı döngüsü

Sigma seviyesinin daha yüksek olması demek, bir mal ya da hizmet üretim sürecinin daha az hata içermesi demektir. Bu da sigma seviyesi ile hata miktarı arasında ters bir ilişkinin bulunduğu anlamına gelmektedir. Sigma seviyesi düşük ise süreçteki değişkenlik ya da hatanın daha yüksek bir değere sahip olduğu; sigma seviyesi yüksek ise süreçteki değişkenlik ya da hatanın daha düşük bir değere sahip olduğu ifade edilmektedir.

2.1. LABORATUVAR ÇALIŞMASI

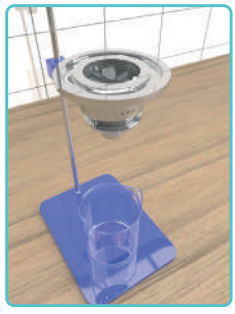
REÇİNELERDE AKIŞ SÜRESİNİN ÖLÇÜMÜ

Amaç	Epoksi reçine kıvamını akış süresiyle ölçümlemek.
Araç ve Gereç	Akış kabı, epoksi reçine numunesi, kronometre, mantolama sistemi, termometre, mesnet, numune kabı ve cam plaka.
Sağlık, Çevre ve Güvenlik Önlemleri	Bu çalışma kesinlikle solvent bazlı boyalar ile **yapılmamalıdır**. Çalışma koşullarına uygun kişisel koruyucu ekipmanlar kullanılmalıdır. Ortaya çıkan kontamine atıklar, ilgili yönetmeliklere uygun şekilde ortamdan uzaklaştırılmalıdır.

- √ Laboratuvar çalışmaları süresince işlem basamaklarına, güvenliğe ve temizliğe dikkat ediniz.
- √ Çalışma süresince performansınız öğretmeniniz tarafından uygulama sonunda verilen derecelendirme ölçeğine göre değerlendirilecektir.

İşlem Basamakları

1. Test edilecek epoksi reçine numunesini temizlenmiş numune kabına koyunuz.
2. Sıcaklığı mantolama işlemiyle 25 °C'de tutunuz.
3. Akış kabını 20 cm yukarıda mesnetle sabitleyiniz (Görsel 2.6).
4. Akış kabının deliğini parmağınızla kapatıp epoksi reçine numunesini kaba taşacak miktarda koyunuz (Görsel 2.7).
5. Cam plaka ile fazlalıkları boşluk bırakmadan yatay şekilde sıyırarak uzaklaştırınız.
6. Parmağınızı çekerek kronometreyi çalıştırınız (Görsel 2.8).
7. Sürekli akışın bittiği ve epoksi reçinenin damlamaya başladığı anda kronometreyi durdurunuz (Görsel 2.9).
8. Çalışma ortamını ve malzemeleri temizleyip teslim ediniz.
9. İşlem basamaklarında elde ettiğiniz bulguları ve gözlemlerinizi neden-sonuç ilişkisi çerçevesinde rapor hâline getiriniz.



Görsel 2.6: Akış kabının sabitlenmesi

Görsel 2.7: Numunenin akış kabına doldurulması

Görsel 2.8: Kronometre

Görsel 2.9: Damlamanın başlaması

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

PERFORMANS KRİTERLERİ	PERFORMANS DÜZEYİ			
	Çok iyi	İyi	Orta	Geliştirilebilir
1. Laboratuvar güvenlik kurallarına uygun koruyucu kıyafetler giydi.				
2. Test edilecek epoksi reçine numunesini temizlenmiş numune kabına koydu.				
3. Sıcaklığı mantolama işlemiyle 25 °C'ye ayarladı.				
4. Akış kabını 20 cm yukarıda mesnetle sabitledi.				
5. Akış deliğini parmağıyla kapatarak ve epoksi reçine numunesini kaba taşacak miktarda koydu.				
6. Cam plaka ile fazlalıkları boşluk bırakmadan yatay şekilde sıyırarak uzaklaştırdı.				
7. Parmağını çekip kronometreyi çalıştırdı.				
8. Sürekli akışın bittiği ve epoksi reçine numunesi damlamaya başladığı anda kronometreyi durdurdu.				
9. Çalışma ortamını ve malzemeleri temizledi.				
10. Rapor hazırladı.				

Öğretmen görüşü: .....

2.2. BOYA ÜRETİM EKİPMANLARI

Üretim sürecinde kullanılan, küçük ya da büyük ölçekli tüm alet ve cihazlar **üretim ekipmanı** olarak adlandırılır.

2.2.1. Boya Üretiminde Kullanılan Ekipmanlar

Boya üretimi, üretimde kullanılan ham maddelerin belirlenen bir oranda, belirlenen bir sıra ile bir kazan içine atılması ve mekanik karıştırıcı yardımıyla homojen bir yapı oluşturana kadar karıştırılması işlemidir.

Boya üretiminde kullanılan makine ve ekipmanlar şunlardır:

- Ham madde depolama tankları
- Sirkülasyon pompaları
- Karıştırıcı tipine uygun kazanlar
- Çeşitli tipte karıştırıcılar [Dissolver (Disolvır)]
- Ezici değirmenler [Mill (Mil)]

2.2.1.1. Ham Madde Depolama Tankları

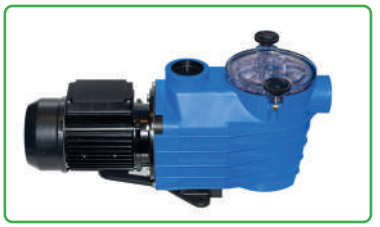
Boya ham maddelerinin üretiminde korozyona neden olacak aşındırıcı kimyasal maddeler vardır. Bu maddeler daldırma borusuyla yatay konumda bulunan silindir tanka doldurulur ve bu tankın içinde depolanır (Görsel 2.10). Depolama tanklarının korozyona karşı korunması gerekir.

Görsel 2.10: Ham madde depolama tankları

Boya ham maddelerinin ideal depolanma sıcaklığı 5 °C ile 35 °C arasıdır. Eğer bu sıcaklık aralığının dışına çıkılırsa depoda bulunan ham maddelerin kullanım öncesi kalite kontrolleri yapılır. Ham maddelerin depolanmasında son kullanım tarihi, sıcaklık, basınç, hava şartları vb. unsurlar önemlidir.

2.2.1.2. Sirkülasyon Pompaları

Ürettiği basınç ile akışkanın hareketini sağlayan ekipmanlardır (Görsel 2.11). Kullanılan pompanın gücü, akışkanın iletildiği boruların genişliği ve akışkanın özelliği basıncı etkiler. Sirkülasyon pompalarının kullanım amacı incelik derecesi düşürülmek istenen boyanın sürekli hareket ettirilerek hem homojenize olmasını hem de istenen üretim başlangıcına daha kısa sürede ulaşılarak zaman ve enerjiden tasarruf edilmesini sağlar.



Görsel 2.11: Sirkülasyon pompası

Pompaların çalışması kazan içinde kalış süresini ve ezilme süresini etkilediği için pompa ayarı çok önemlidir. Hızlı geçiş kısa ezilme süresine, ağır geçiş uzun ezilme süresine sebep olur.

2.2.1.3. Karıştırıcı Tipine Uygun Kazanlar

Sıvı ve katı bileşenlerin homojen bir şekilde karıştırıldığı kısımdır (Görsel 2.12). Kazana önce sıvı bileşenler konulur ve karıştırma esnasında katı bileşenler (pigment ve dolgular) ilave edilir. Toz bileşenler ilave edilirken torba karıştırma kazanına birden boşaltılmamalıdır. Böyle bir durumda çok sert pigment topakları meydana gelir ve bunların ezilmeleri çok güçtür. Kazanlarda karıştırma işlemi ortalama 10-15 dakika sürer ve işlem sonunda homojen bir görünüm sağlanır.

Görsel 2.12: Karıştırma kazanı

2.2.1.4. Karıştırıcı Makineler (Dissolver)

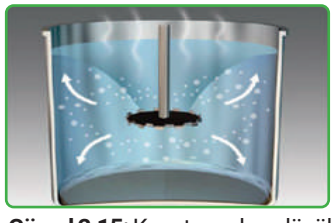
Boya üretiminde katı maddeleri solventin içinde ayrıştırmak ve dağıtmak gerekir. Ayrıştırma işlemi verimli gerçekleştirilmediği taktirde katı maddeler yığıntı olarak dibe çöker. Ayrıştırma işlemi **yüksek hızlı karıştırıcı** adı verilen sistemlerle yapılır (Görsel 2.13). Yüksek hızlı karıştırıcılar, ayrıştırma ve dağılımı sağlayan bıçak, bıçağı döndüren bir motor ve karıştırmanın yapıldığı kazandan oluşur.

Görsel 2.13: Karıştırıcı makine

Yüksek hızlı karıştırıcılarda ayrıştırma işleminin verimliliği bazı parametrelere bağlıdır. Dağılım bıçağı ile dağılım kazanı arasında geometrik oranın doğru yapılması, dağılım bıçağının kazan içinde uygun yükseklikte olması, uygun çalışma hızı ve uygun çalışma sıcaklığının belirlenmesi gerekir. Bütün parametreler için uygun şartlar sağlandığında katı maddenin dağılımı için verimli bir ortam oluşturulmuş olur. Karıştırıcılar için tasarlanan çeşitli bıçaklar bulunur (Görsel 2.14).

Görsel 2.14: Çeşitli tiplerde karıştırıcı bıçakları

Kullanılan ham madde miktarına ve tank hacmine göre değişik çaplarda pervaneler ve motorlar üretilir. Ayrıca elektronik hız kontrolü sayesinde makineyi istenen devirde çalıştırmak mümkündür. Yüksek hızlı karıştırıcıların enerji sarfiyatı fazladır ancak daha az işçilik gerektirir ve temizliği kolaydır.



Görsel 2.15: Karıştırma hızı düşük

Karıştırıcı makinelerde önerilen bıçak ile tank çapları oranı (1:2,5) - (1:3) olmalıdır. Karıştırma hızı homojen dağılımı etkileyen önemli bir faktördür (Görsel 2.15 ve 2.16). Bıçakta en iyi dağılma hızı ise 20-30 m/s'dir. Karıştırıcı makinelerde bu değerler üretilen boyanın kalitesini etkiler.

Görsel 2.16: Karıştırma hızı yüksek

2.2.1.5. Değirmenler (Miller)

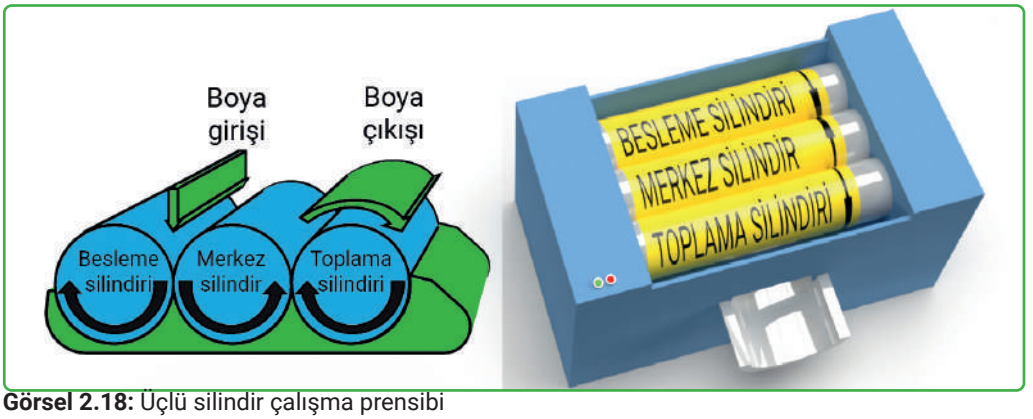
Pigment gibi ham maddeler aglomere (topaklaşmış) hâlde bulunur. Bu yapıları ayrıştırmak için içinde çelik veya seramik bilyeler bulunan ve kendi ekseni etrafında dönen değirmenler (miller) kullanılır (Görsel 2.17).

Boya bileşenleri, yüksek hızlı karıştırıcılarda solventin içinde ayrıştırılır ve homojen olarak dağıtılır. Daha sonra besleme pompası aracılığıyla değirmene gönderilir. Pompanın akış hızı önemlidir. Akış hızı ayarı yapılana kadar değirmenden geçen boya ayrı bir kazana alınır. Akış hızı ayarı düzenlendikten sonra başka kazana alınan bu boyalar yeniden değirmen girişine verilerek ezme işlemi uygulanır.

Görsel 2.17: Değirmen

Boya ezme işleminde kullanılan değirmenler çalışma prensibine göre üçlü silindirler, boncuk değirmenler ve kum değirmenler olarak üçe ayrılır.

Üçlü silindirler: Besleme, merkez ve toplama silindirinden oluşan ve boyayı bu silindirler ile ezen değirmen tipidir (Görsel 2.18).



Görsel 2.18: Üçlü silindir çalışma prensibi

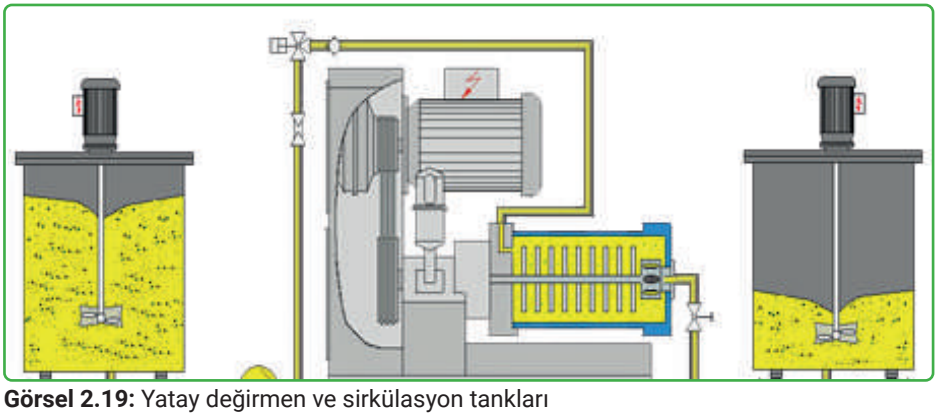
Silindirlerden birincisi besleme, ikincisi merkez, üçüncüsü ise toplama silindiridir. Besleme silindiri, ezilecek boyayı merkez silindire taşır. Burada besleme silindiriyle merkez silindir arasında oluşan çok yüksek kesme kuvveti ile boya ezilir. Aynı çalışma prensibi toplama silindiri için de geçerlidir. Üçlü silindirler bugün boya sanayisinde çok az kullanım alanı buluyorlarsa da macunlar gibi yüksek viskoziteli malzemelerin dispersiyonunda ve ezilmesinde halâ en kullanışlı makinelerdir.

Kum değirmeni: Bu değirmen yüksek hızlı dönen çarktan oluşur. Öğütme işleminde kum, cam veya seramik malzeme kullanılır. Boyanın ezilme süresi akışkanlığa, öğütücü taneciklerin boyutuna ve boya reçetesindeki istenen öğütme boyutuna bağlıdır. Çalışma ve şekil açısından boncuk değirmenler ile benzerlik gösterir.

Boncuk değirmenler: Bu değirmen yatay veya dikey olarak monte edilmiş silindirik bir tanktan oluşur. Öğütme işlemi tank içerisindeki çelik boncuklar ile yapılır.

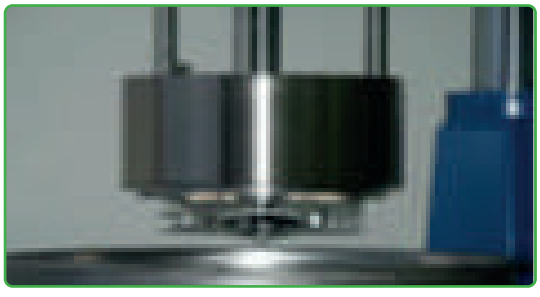
Boncuk değirmenler çalışma tiplerine göre ikiye ayrılır:

Yatay değirmenler: Kısmen seramik malzemeden yapılmış ve boncukla doldurulmuş silindir şeklindeki yatay kap kendi aksının etrafında döner (Görsel 2.19). Karıştırıcıdan çok daha ince öğütme işlemi sağlanarak katı madde boyutunun 5-10 mikron seviyesine inmesi sağlanır.

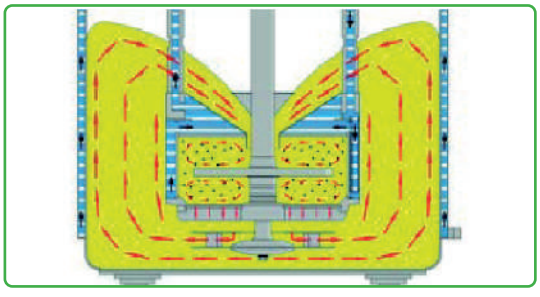


Görsel 2.19: Yatay değirmen ve sirkülasyon tankları

Sepet değirmenler: İçinde karıştırma miline dikey olarak bağlı karıştırıcı bulunan ve boyanın mil baz kısmı denilen yani solvent-bağlayıcı-katı madde karışımına batırılarak çalıştırılan yüksek hızlı karıştırıcı ve dikey değirmen karışımı melez bir makinedir (Görsel 2.20). Sepet değirmenlerin yüzeyleri, katı madde geçişine olanak veren ama öğütücü boncukların dışarıya kaçmasına engel olan elekten oluşur. Karıştırıcının yapısı, döndükçe vakum yaratarak, pastanın, sepetin üst kısmındaki açıklıktan içeri girmesini sağlayacak biçimde tasarlanır (Görsel 2.21). Bu temel unsurların yanı sıra, çeşitli sepet değirmen üreticilerinin, aygıta ek üstünlükler sağlayan farklı tasarımları da bulunmaktadır.



Görsel 2.20: Sepet değirmen



Görsel 2.21: Sepet değirmen çalışma prensibi

Tablo 2.1'de solvent ve su bazlı boyaların üretimi sürecinde gerekli ekipman ve işlemler belirtilmiştir.

Tablo 2.1: Solvent ve Su Bazlı Boyalar İçin Gerekli Ekipman ve İşlemler

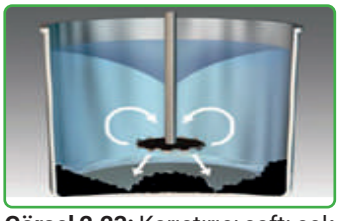
İŞLEMLER	SOLVENT BAZLI BOYALAR İÇİN GEREKLİ EKİPMANLAR		SU BAZLI BOYALAR İÇİN GEREKLİ EKİPMANLAR
	EZME GEREKTİREN ÜRÜN GRUPLARI	EZME GEREKTİRMEYEN ÜRÜN GRUPLARI	
Boya ham maddelerinin hazırlanması	Yüksek devirli karıştırıcılar	Yüksek devirli karıştırıcılar	Yüksek devirli karıştırıcılar
Boya ham maddelerinin ezilmesi	Ezici değirmenler (mill)	Ezme gerektirmez.	Ezme gerektirmez.
Alt ilavenin yapılması ve viskozite ayarlama	Yüksek veya düşük devirli karıştırıcılar	Yüksek veya düşük devirli karıştırıcılar	Yüksek devirli karıştırıcılar
Boyanın süzülmesi, doldurma ve ambalajlama	Dolum makineleri	Dolum makineleri	Dolum makineleri

2.2.2. Boya Üretim ve Dolum Sürecine Etki Eden Parametreler

Karıştırıcılarda dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- Kazan çapı ve bıçak çapı oranlarının uyumlu olması gerekir.
- Başlama hacmi kontrol edilmelidir.
- Bıçağın ilk başlangıç hacmini oluşturan sıvı ham madde karışımına tamamen batıp batmadığı kontrol edilmelidir.
- Düşük hızla çalışmaya başlanmalıdır.
- Karıştırıcının duvarları işlem devam ederken kazınmalı, su veya solventle yıkanmalıdır.
- Girdap oluşumu sağlanmalıdır.
- Toz ham maddeler verilmeden önce kıvam arttırıcı / çökme önleyicinin kazanın dibinde topak yapıp yapmadığı kontrol edilmelidir.
- Karıştırıcı makineye ait şaft, çok yüksekte (Görsel 2.22) veya çok alçakta (Görsel 2.23) olmamalıdır.

Görsel 2.22: Karıştırıcı şaftı çok yüksekte



Görsel 2.23: Karıştırıcı şaftı çok aşağıda

Değirmenlerde dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- Değirmenin temizliği düzenli olarak yapılmalı ve değirmen kontrol edilmelidir.
- En iyi çalışma verimini elde etmek için çözücüde ön karışım yapılmalıdır.
- Değirmen içinde bulunan boncukların aşınması ve parçalanması takip edilmelidir.
- Bazı pigmentler yüksek sıcaklıkta bozulduğu için sıcaklık kontrolü sağlanmalıdır.
- Üretim reçetesinde istenen öğütmenin gerçekleştiği kontrol edilmelidir.
- İstenen incelik / öğütme derecesini elde etmek için gerekirse mill base (mil beys) iki veya daha fazla kez değirmenden geçirilir. İki veya daha fazla geçiş öngörülen boyalarda birinci geçiş mümkün olduğunca hızlı yapılmalıdır.
- Değirmenin çıkışında elde edilen incelik kontrol edilmelidir.
- Ortam basıncı mümkün olduğunca yüksek olmalıdır.
- Değirmenlerde boncuk doluluk oranı %85-%90 olmalıdır.

Karıştırma kazanlarında dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- Ham madde koduna göre takip edilmelidir.
- Önce büyük torbalar, sonra küçük torbalar ilave edilmelidir.
- Kontrollü yükleme yapılarak boya karışımı üzerinde yığılma olmamasına dikkat edilmelidir (Görsel 2.24).
- Toz ham maddeler çok yavaş veya çok hızlı eklenirse ya da yığılma yapılırsa boya içinde topak oluşturur ve bu topaklar ise ancak değirmenden (mill) geçirme ile istenilen incelik derecesine düşürülebilir. Bu da zaman, enerji ve para kaybına yol açar.
- Bıçak hızı kademeli artırılır. Bıçak şaftı aşağı yukarı hareket ettirilmelidir.

Görsel 2.24: Toz maddelerin boya karışımı üzerinde yığılması

Öğütme işlemlerinde dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- Girdap (vorteks) oluşumu sağlanır. Tozlar verildikten sonra boya karışımının alması istenilen görüntü donat (doughnut) efekti denilen görüntüdür. Bu sayede bıçak yüksekliğinin, hızının ve mill base vizkositesinin birbirleriyle uyumlu ve optimum değerlerde olduğu anlaşılmış olur.
- Karıştırıcı makineye ait şaft, çok yüksekte veya çok alçakta olmamalıdır.

Ham madde depolama tanklarında dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- Korozyon ve yangın gibi tehlikelere karşı önlem alınmalıdır.
- Yükleme ve boşaltma işlemlerinde iş güvenliği tedbirlerine uyulmalıdır.

Sirkülasyon pompalarında dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- Pompa akışının sabit hızda olması sağlanmalıdır.
- Boru çapları, akışı engellemeyecek ölçülerde olmalıdır.

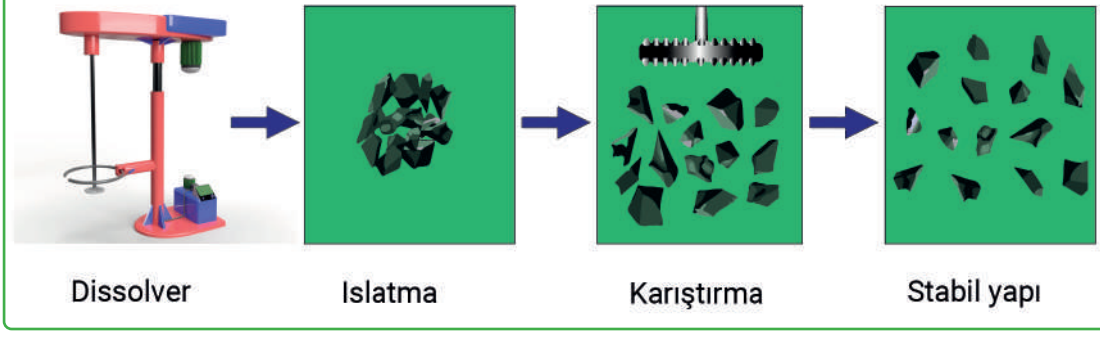
Boya üretiminde uygun koşulları elde edebilmek için kontrol edilebilen faktörler şunlardır:

- Karıştırıcı makinelerde; hız, şaft uzunluğu, çalışma süresidir.
- Malzemelerde; ekleme sırası, yükleme süreleridir.
- Yöntemlerde; geçerli prosesin uygulanmasıdır.
- Değirmenlerde; boncuk aşındırma ve parçalama, temizlik ve basınçtır.

2.2.3. Dispersiyon İşlemi

Boya üretiminde en önemli basamaktır. **Dispersiyonlama** bir maddenin, bir başka madde içinde küçük parçacıklar hâlinde ve homojen olarak yayılmasıdır. Dispersiyon aşaması, örtücülük, parlaklık ve renk gibi bazı önemli boya özelliklerini doğrudan etkiler. Boya ham maddelerinin homojen bir şekilde dağıtılmaması boya performansını kötü etkiler. Pahalı ham maddelerin kullanım veriminin düşmesine ve boya üretim maliyetinin artmasına sebep olur.

Dispersiyon üç ana aşamadan meydana gelir. Birincisi pigment ve toz ham maddelerinin ıslatılmasıdır. Bu aşamada katı taneler katı / hava ara yüzeyinden, katı / sıvı ara yüzeyine geçer. Tanelerin belirli oranda ıslatılmasının ardından ikinci aşamaya geçilir. Mekanik bir kuvvetin uygulanması (yüksek hızlı karıştırıcı) büyük bir parçalama kuvveti oluşturur ve tanecikler daha küçük boyutlara ayrılır (Görsel 2.25).



Görsel 2.25: Dispersiyon işlemi aşamaları

Dispersiyonun son aşaması ise stabilitedir. Tipik bir dispersiyon sisteminde Brown (Brovn) hareketi sonucu küçük tanecikler arasında devamlı bir çarpışma meydana gelir. Bu çarpışmalar tekrar çökelmeye neden olabilir. Bunun gerçekleşmemesi için katkı maddeleri kullanılır.

Taneler arasında itme ve çekme kuvvetleri vardır. Sistem içerisinde bulunan tanecikler en düşük enerji seviyesinde bulunmak ister. Bu durum boya içerisinde bulunan taneciklerin çökmesine sebep olur. Boya tanecikleri arasında meydana gelen itme kuvvetleri çökelme olmasını engeller. Bunu da yüzey ıslatıcı katkı maddeleri sağlar. Yüzey ıslatıcıları; moleküllerin itme kuvvetlerini kullanarak, pigmentlerin bağlayıcı tarafından kolayca sarılmasını ve birbirlerini itmelerini sağlar. Katkı maddesi ne kadar düz ve uzun bir zincire sahipse sağlayacağı stabilizasyon da o kadar yüksek olur. Sistemde polarizasyon artarsa katkı maddesinin etkisi azalır.

2.2.4. Üretim Basamakları

Boyalar üretim kartı (reçetesi) denilen belgelerde verilen bilgilere göre yapılır. Bir üretim kartı üzerinde bulunması gereken bilgiler şunlardır:

- Üretilecek ürünün adı
- Üretilecek ürünün mamül kodu
- Reçete basım tarihi
- Üretim tarihi
- Parti no
- Üretim yapılacak kazan / tank numarası / kodu
- Kullanılacak ham maddelerin kodları, adları ve miktarları
- Üretim basamaklarını açıklayan iş talimatları
- Operatörlerin korunması için kişisel koruyucu ekipman bilgileri
- Kalite kontrol testleri ile bu testlerin alt ve üst limitleri
- Dolumla ilgili talimatlar, kullanılacak ambalaj ve etiket bilgileri

Genel olarak yaş boyaların reçetedeki üretim aşamaları şu şekilde yürütülür:

Dispersiyonlamaya hazırlık: Islatma işlemi yapılarak uygun viskozite ve homojenlik sağlanır. Yapılan bu işlem dispersiyon aşaması için ön hazırlıktır. Bu aşamada yapılacak işlemler sırasıyla şunlardır:

- Boyanın başlangıç kısmında su veya solvent, ıslatıcı ve köpük kesici ajanlar kazana boşaltılır. İlk etapta karıştırma hızı düşüktür (7 m/s) ve devamlı olarak karıştırma işlemi gerçekleştirilir.
- Yukarıdaki işlemleri takiben kazana kıvam arttırıcı / çökme önleyici ham madde ilavesi yapılır. Dissolverın hızı en yüksek seviyeye çıkarılır. Bu aşamada, çeşidine göre bazı kıvam arttırıcılar hemen aktive olurken bazıları zamanla sıcaklık yükseldikçe ve bazıları da alkol, amonyak veya sodyum hidroksit kimyasalları ile aktive olur. Bu aşamada reçetede belirtilmiş ara kontrol yöntemi ile aktivasyonun tamamlanıp tamamlanmadığı kontrol edilir ve diğer aşamaya geçilir.

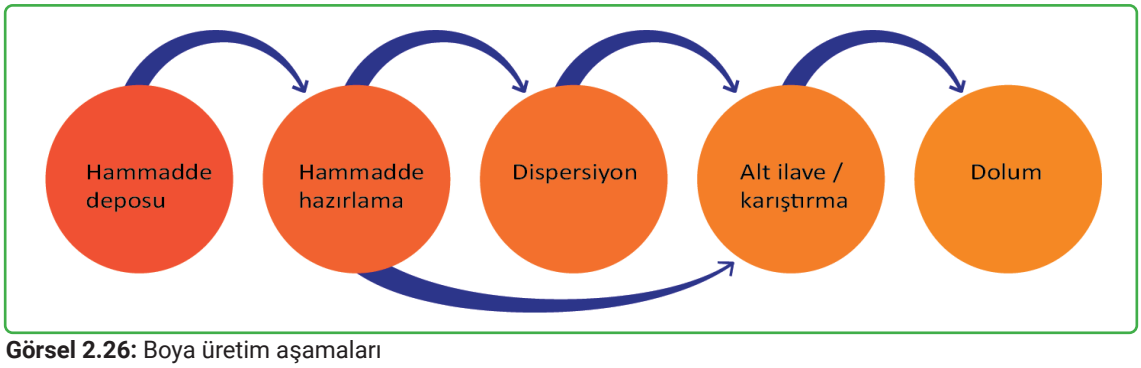
Dispersiyonlama ve ezme aşaması: Bir önceki aşamada aktivasyon tamamlanmış ise karışım artık dispersiyon aşamasına hazır hâle gelmiştir.

- Dispersiyon aşamasında, yüksek hızda karıştırma yapılırken toz hâldeki pigmentler ve dolgu maddelerinin ilavesi yapılır. Boyanın başlangıç kısmındaki sıvı ham maddeler ile bu toz ham maddelerin meydana getirdiği karışım **pigment dispersiyonu** veya **mill base** olarak isimlendirilir. Toz ham maddelerin boya içerisinde homojen bir şekilde karıştırılıp dağıtılamaması boyanın performansını olumsuz etkiler. Üstelik boyada kullanılan en pahalı ham maddelerden biri olan TiO_2 in sağlıklı bir şekilde disperse edilememesi kullanım miktarının, dolayısıyla üretim maliyetinin artmasına da sebep olur. Dispersiyon işleminin verimli olabilmesi için toz ham maddeler tane boyutu küçükten büyüğe doğru sıralı olarak eklenip karıştırılır. Homojen bir dispersiyon için karıştırma hızı (çevresel hız) 20 m/s civarında olmalıdır. Bu aşamada karıştırma hızı, ortam sıcaklığı ve öğütme inceliği dikkatli bir şekilde takip edilmelidir.
- Dispersiyon aşamasında kazana bütün toz ham maddeler verildikten sonra yüksek hızda 10-15 dakika karıştırma işlemi yapılır ve daha sonra istenen incelik derecesine ulaşılıp ulaşılmadığı ara kontrol yapılarak tespit edilir. Eğer istenen incelik derecesine ulaşılmış ise boyanın stabilizasyon ve tamamlama aşamasına geçilir.

Stabilizasyon ve tamamlama aşaması (let down): Mill base safhasının devamında boyanın nasıl tamamlanacağına, reçetenin geri kalanındaki ham madde miktarına bakılarak karar verilir. Eğer reçetenin geri kalanında boyanın parti hacminin 1/3'ünden daha azı kalmış ise artık bu parti mevcut kazanda tamamlanır. Eğer kazanda toplam boya hacminin hâlen 2/3'ü veya daha fazlası var ise o zaman mill base tamamlama (let down) tanklarına pompalanır ve boya ilgili kısımda tamamlanır.

- Tamamlama safhasında boyaya reçetede geri kalan solvent ve bağlayıcı miktarları verilir. Burada verilen solvent ve bağlayıcı karışım sıcaklığı ile mill base karışımı sıcaklığı arasındaki farkın en fazla 5 °C olmasına dikkat edilir. Aksi takdirde pigment şoku, solvent şoku veya bağlayıcı şoku denen ve ani aglomerasyona yol açan problemler ortaya çıkar. Bu aşama ile boyanın stabilizasyonu sağlanmış olur.

Son aşamada boya reçetesinde kalan diğer katkı maddeleri kazana eklenerek bir süre daha karıştırma işlemine düşük hızda devam edilir ve böylece üretim tamamlanır (Görsel 2.26).



Görsel 2.26: Boya üretim aşamaları

Bitirme işlemleri: Boya, tamamlandıktan sonra hâlen düşük hızda karıştırılırken kalite kontrol testlerini yapmak için numune usulüne uygun şekilde alınır ve kalite kontrol laboratuvarına gönderilir. Kalite kontrol testlerinden geçen boya partisine dolum onayı verilir.

Dolum onayı alan boya partisi yine reçetede bilgileri verilmiş olan filtre ve dolum makinesi aracılığı ile belirtilen hacimlerde doldurularak etiketlenir ve ürünler kutu veya paletlere dizilerek depoya teslim edilir.

Boya üretim prosesi sırasında emisyon kaynağı oluşturabilecek yerler; karıştırma kazanları, dispersiyon makineleri, ezme makineleri ve alt ilave kazanlarıdır. Bu ekipmanlarda üretim ya da temizlik sırasında oluşan toz ve buharlar çalışma ortamındaki emiş boruları vasıtasıyla ortamdan uzaklaştırılmaktadır.

2.2.5. Üretim Sonrası Boya Kalite Kontrol Testleri

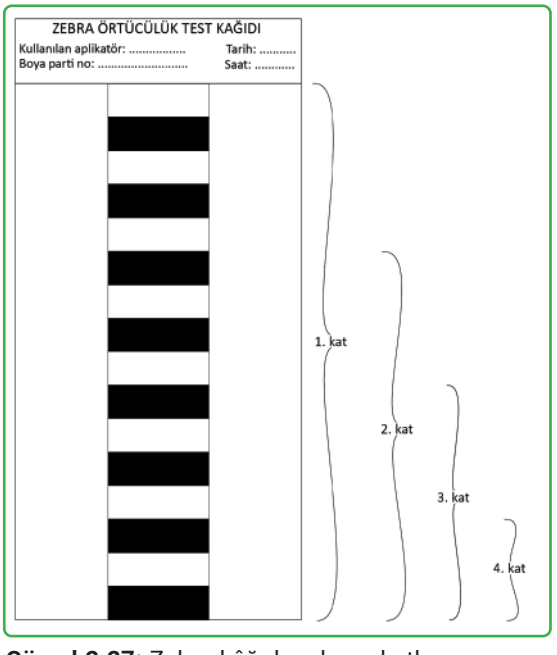
Üretilen boyanın kalite kontrolü için çok çeşitli test yöntemleri bulunmakla birlikte bazı önemli testler ele alınacaktır.

2.2.5.1. Örtme Gücü Testi

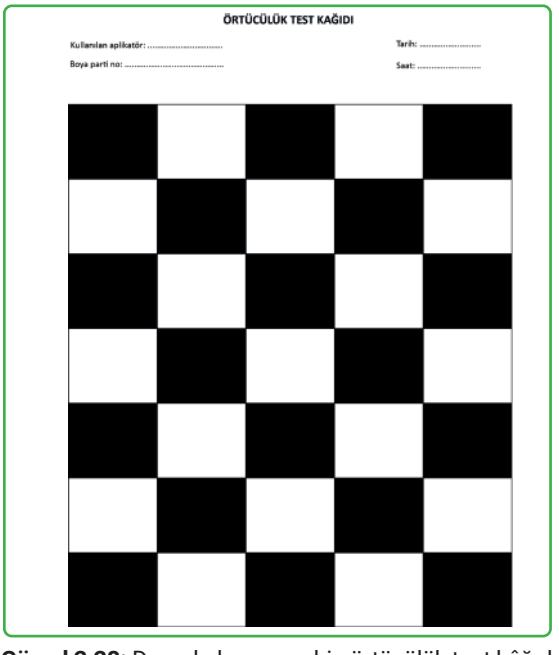
Boyaların örtme gücü (örtücülüğü) uygulandığı yüzeyi tamamen kapatma gücü olarak tanımlanır. Bir litre boya ile kapatılabilen alan miktarı m^2 olarak (m^2/L) ifade edilir. Boyaların örtücülük özelliği, içinde bulunan pigmentten kaynaklanır. Pigmentin partikül büyüklüğü, kırılma indisi ve dispersiyon kalitesi örtücülüğe etki eder. Kırılma indisinin artmasıyla örtücülük de artar.

Örtme gücü, örtücülük test kâğıdı (zebra kâğıdı) ile ölçülür. Test plakasının ortasına zebra kâğıdı yapıştırılır. Panelin tamamına bir kat boya uygulanır. Sonra her seferinde 3-4 cm aşağıdan başlamak üzere 2., 3., 4., … katlar uygulanır (Görsel 2.27). Böylece plaka boyunca artan kalınlıklarda bir boya filmi elde edilir. Boya filmi tamamen kuruduktan sonra panel incelenerek zebra kâğıdının siyah ve beyaz şeritlerinin fark edilmediği nokta işaretlenir ve bu noktanın her iki yanındaki film kalınlığı ölçülür. İki kalınlığın ortalaması örtme gücünü verir.

Piyasada, farklı desenlerde örtücülük test kâğıtları bulunmaktadır (Görsel 2.28).



Görsel 2.27: Zebra kâğıdına boya katlarının uygulanması



Görsel 2.28: Damalı desene sahip örtücülük test kâğıdı

2.2. LABORATUVAR ÇALIŞMASI

YAŞ BOYADA ÖRTME GÜCÜ TAYİNİ

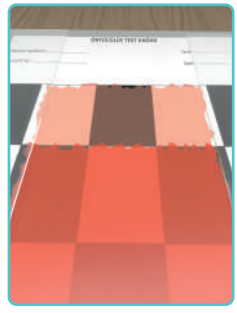
Amaç	Yaş boyanın örtme gücünü zebra kâğıt kullanarak ölçümlemek.
Araç ve Gereç	Zebra kâğıt, boya numunesi, fırça ve mikrometre.
Sağlık, Çevre ve Güvenlik Önlemleri	Bu çalışma kesinlikle solvent bazlı boyalar ile **yapılmamalıdır**. Çalışma koşullarına uygun kişisel koruyucu ekipmanlar kullanılmalıdır. Ortaya çıkan kontamine atıklar, ilgili yönetmeliklere uygun şekilde ortamdan uzaklaştırılmalıdır.

- √ Laboratuvar çalışmaları süresince işlem basamaklarına, güvenliğe ve temizliğe dikkat ediniz.
- √ Çalışma süresince performansınız öğretmeniniz tarafından uygulama sonunda verilen derecelendirme ölçeğine göre değerlendirilecektir.

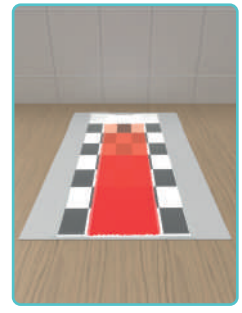
İşlem Basamakları

1. 5 cm genişliğindeki zebra kâğıdını test plakasının ortasına gelecek şekilde kenarlarından şeffaf bant ile yapıştırınız (Görsel 2.29).
2. Zebra kâğıdının tamamına boya uygulayınız (Görsel 2.30).
3. Her seferinde 3-4 cm aşağıdan başlamak suretiyle 6 kat boya uygulayınız (Görsel 2.31).
4. Boya filmi tamamen kuruduktan sonra paneli inceleyerek zebra kâğıdında siyah ve beyaz şeritlerin fark edilmediği noktayı işaretleyiniz (Görsel 2.32).
5. Her iki yandan boya film kalınlığını mikrometre ile mikron cinsinden ölçünüz.
6. Çalışma ortamını ve malzemeleri temizleyip teslim ediniz.
7. İşlem basamaklarında elde ettiğiniz bulguları ve gözlemlerinizi neden-sonuç ilişkisi çerçevesinde rapor hâline getiriniz.

Görsel 2.29: Zebra kağıdının hazırlanması



Görsel 2.30: Kağıda boya uygulanması



Görsel 2.31: 6 kat boya uygulanmış zebra kağıt

Görsel 2.32: Ölçüm yapılacak noktanın tespiti

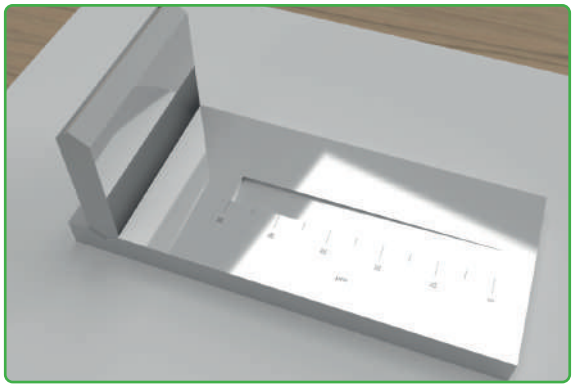
DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

PERFORMANS KRİTERLERİ	PERFORMANS DÜZEYİ			
	Çok iyi	İyi	Orta	Geliştirilebilir
1. Laboratuvar güvenlik kurallarına uygun koruyucu kıyafetler giydi.				
2. 5 cm genişliğindeki zebra kâğıdını test plakasının ortasına gelecek şekilde kenarlarından şeffaf bant ile yapıştırdı.				
3. Zebra kâğıdının tamamına boya uyguladı.				
4. Her seferinde 3-4 cm aşağıdan başlamak suretiyle 6 kat boya uyguladı.				
5. Zebra kâğıdında siyah ve beyaz şeritlerin fark edilmediği noktayı işaretledi.				
6. Her iki yandan boya film kalınlığını mikrometre ile ölçtü.				
7. Çalışma ortamını ve malzemeleri temizleyip teslim etti.				
8. Rapor hazırladı.				

Öğretmen görüşü: .....

2.2.5.2. Öğütme İnceliği Testi

Boya üretim sürecinin en önemli aşamalarından biri de öğütme aşamasıdır. Boyaya renk ve örtücülük başta olmak üzere birçok özelliği kazandıran pigmentlerin öğütme işlemi sayesinde istenen mikron büyüklüğünde olması sağlanır. Öğütme işlemiyle uygun boyuta ulaşan pigmentler reçineye daha kolay bağlanır. Yeterli derecede öğütülmemiş pigmentler iyi sonuç vermez. Boyanın örtücülüğü ve pigmentin renk verme şiddeti düşük olur. Boyanın parlaklığı azalır ve zamanla iyi ezilmemiş iri taneler parçalanacağından boya, ambalajı içinde renk değiştirir, atmosferik etkilerden (nem, güneş ışığı vb.) etkilenir.

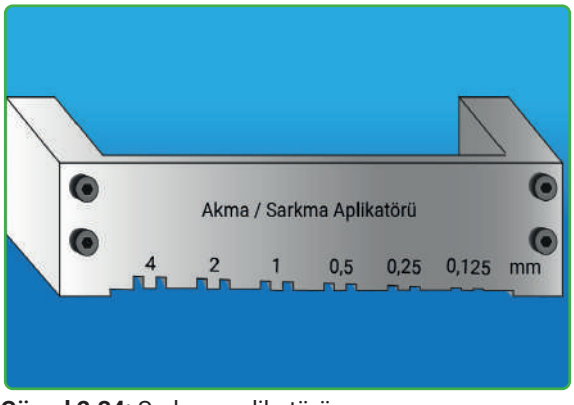


Görsel 2.33: Hegman Grindometresi

Öğütme inceliğinin tespiti için kullanılan araç grindometredir (Görsel 2.33). Grindometrenin üzerinde dikdörtgen şeklinde bir kanal vardır ve kanalın derinliği blok uzunluğunca 0'dan 15-25-50-100 mikrona kadar değişir. Tayinin yapılışında, öncelikle ölçümü alınacak boya örneğine uygun grindometre seçilir. Yatay bir yüzey üzerine kaymayacak şekilde yerleştirilen grindometrenin üzerindeki kanalın derin kenarına, yaklaşık 1-2 mL boya damlatılır. Sonra üzerine konulan aplikatör dik tutulur ve sabit bir hızla çekilir. Boyanın kanal içerisinde yayılması sağlanır. Pigment taneciklerinin görülmeye başlandığı nokta, partikül boyutu olarak tespit edilir.

2.2.5.3. Akma veya Sarkma Testi

Boyaların viskozitesi çok düşük olduğunda daha akışkan hâle gelir. Düşük viskoziteye sahip boyalar uygulandığı yüzey üzerinde yer çekiminin etkisiyle aşağı doğru akma veya sarkma yapar. Akma veya sarkma testleri her tür ham madde ve boyanın akma / sarkma limitini belirlemek için kullanılır. Sarkma ve akma testlerinde yüzey gerilimleri, yaş film kalınlığı ve viskozite değerleri önemlidir. Akma / sarkma testleri yapılmadan önce boya ham maddelerinin ne kadar kalın uygulanabileceği test edilmelidir. Akma ve sarkma testleri için **sarkma aplikatörü** kullanılır (Görsel 2.34).



Görsel 2.34: Sarkma aplikatörü

Akma kusurunun oluşmasında en önemli faktör boyanın viskozitesidir. Çözücü miktarının doğru ayarlanması, uçuculuğu düşük çözücü kullanılması, tabanca uygulamalarında püskürtme mesafesi, boya / hava debisi, püskürtme ağzının genişliği ve temizliği önemlidir.

BİLGİ KUTUSU

ATIKLARIN ÖNLENMESİ VE EN AZA İNDİRİLMESİ

Görsel 2.35: Doğrudan doğaya boşaltılan boya sanayisi atığı

Özellikle sanayi kaynaklı atıkların miktarlarının mümkün olduğu kadar düşürülmesi için atık önleme ve azaltma ile ilgili çok sayıda çalışma yapılmaktadır (Görsel 2.35). Bunların bir kısmı literatürde önerilmekte ve sanayi kuruluşları tarafından benimsenmekte, bir kısmı da bireysel kuruluşlar tarafından kendi ihtiyaçlarını karşılamak üzere geliştirilmekte ve daha sonra uygulama olarak yayılmaktadır. Atık önleme ve azaltma uygulamaları ya da bir diğer adıyla mevcut en iyi teknikler (MET) sadece üretilen atık miktarlarının düşürülmesi sayesinde pozitif bir çevresel etki yapmakla kalmayıp atık bertaraf masraflarının önlenmesi ya da azaltılması sayesinde de işletmelere ekonomik bir fayda sağlamaktadır.

Standartlara uymayan veya üretim fazlası ürünler ile diğer artıklardan oluşan atıkların oluşumu farklı uygulamalarla azaltılabilir. Üretim sonrası elde kalan ürünlerin müşteriye verilmesi veya satılması, standart dışı ya da fazla ürünlerin kâr amacı güdülmeden okul, hastane gibi kuruluşlara verilmesi ile atıklar değerlendirilebilir. Standart dışı ürünler, kaplarda kalan kalıntı boyalar, temizlemeden kaynaklanan sıvı atıklar, solvent geri kazanımdan çıkan atıklar düşük kaliteli yeni ürün yapımına dahil edilebilir. Yıkama suyu filtreleme ya da santrifüj işlemlerinden geçirilerek tekrar kullanıma uygun hâle getirilebilir.

Standartlara uymayan boyalar dışında laboratuvarlarda kullanılan kimyasallardan da atık oluşmaktadır. Bu atıkların azaltılması için kullanılan kimyasallar geri dönüştürülüp tekrar kullanılmalıdır. Bu işlemi kolaylaştırmak için atık kimyasallar birbiriyle karıştırılmamalı, ayrı toplanmalıdır. Atık boyanın azaltılmasının yollarından bir diğeri de tesiste acil durum prosedürlerinin uygulanmasıdır. Bu uygulama sayesinde, meydana gelen bir kaza esnasında oluşabilecek sızıntılar, dökülmeler minimum seviyeye indirilir.

2.3. LABORATUVAR ÇALIŞMASI

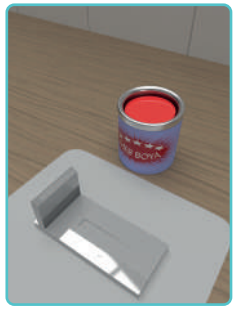
YAŞ BOYADA ÖĞÜTME İNCELİĞİ ÖLÇÜMÜ

Amaç	Yaş boyada tanecik büyüklüğünü grindometre ile tespit etmek.
Araç ve Gereç	Yaş boya numunesi ve grindometre.
Sağlık, Çevre ve Güvenlik Önlemleri	Bu çalışma kesinlikle solvent bazlı boyalar ile **yapılmamalıdır**. Çalışma koşullarına uygun kişisel koruyucu ekipmanlar kullanılmalıdır. Ortaya çıkan kontamine atıklar, ilgili yönetmeliklere uygun şekilde ortamdan uzaklaştırılmalıdır.

- √ Laboratuvar çalışmaları süresince işlem basamaklarına, güvenliğe ve temizliğe dikkat ediniz.
- √ Çalışma süresince performansınız öğretmeniniz tarafından uygulama sonunda verilen derecelendirme ölçeğine göre değerlendirilecektir.

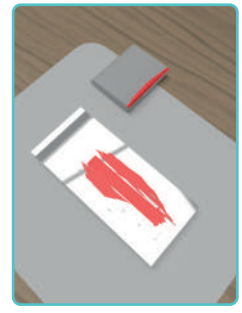
İşlem Basamakları

1. Grindometreyi ve yaş boya numunesini hazırlayınız (Görsel 2.36).
2. Grindometre kanalının kalın ucuna taşacak miktarda yaş boya numunesini koyunuz (Görsel 2.37).
3. Grindometre aplikatörünü derin kısımdan başlayarak yüksekliğin sıfırlandığı noktaya kadar bastırarak çekiniz ve boyayı yayınız (Görsel 2.38).
4. En az 3 saniye içinde grindometreye yan taraftan 30° lik açıyla bakarak meydana gelen çizgileri gözlemleyiniz (Görsel 2.39).
5. Çalışma ortamını ve malzemeleri temizleyip teslim ediniz.
6. İşlem basamaklarında elde ettiğiniz bulguları ve gözlemlerinizi neden-sonuç ilişkisi çerçevesinde rapor hâline getiriniz.



Görsel 2.36: Malzemelerin hazırlanması

Görsel 2.37: Yaş boya numunesinin konulması



Görsel 2.38: Boyanın yayılması

Görsel 2.38: Çizgilerin gözlemlenmesi

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

PERFORMANS KRİTERLERİ	PERFORMANS DÜZEYİ			
	Çok iyi	İyi	Orta	Geliştirilebilir
1. Laboratuvar güvenlik kurallarına uygun koruyucu kıyafetler giydi.				
2. Grindometre kanalının kalın ucuna taşacak miktarda yaş boya numunesini koydu.				
3. Boyayı yaymak için grindometre aplikatörü ile derin kısımdan başlayarak yüksekliğin sıfırlandığı noktaya kadar bastırarak çekti.				
4. En az 3 saniye içinde grindometreye yan taraftan 30° lik açıyla bakarak meydana gelen çizgileri gözlemledi.				
5. Çalışma ortamını ve malzemeleri temizleyip teslim etti.				
6. Rapor hazırladı.				

Öğretmen görüşü: .....

2.4. LABORATUVAR ÇALIŞMASI

YAŞ BOYADA AKMA TESTİ

Amaç	Metal aplikatör ile yaş boyada akma testi yapmak.
Araç ve Gereç	Boya numunesi, fırça, cam yüzey ve metal aplikatör.
Sağlık, Çevre ve Güvenlik Önlemleri	Bu çalışma kesinlikle solvent bazlı boyalar ile **yapılmamalıdır**. Çalışma koşullarına uygun kişisel koruyucu ekipmanlar kullanılmalıdır. Ortaya çıkan kontamine atıklar, ilgili yönetmeliklere uygun şekilde ortamdan uzaklaştırılmalıdır.

- √ Laboratuvar çalışmaları süresince işlem basamaklarına, güvenliğe ve temizliğe dikkat ediniz.
- √ Çalışma süresince performansınız öğretmeniniz tarafından uygulama sonunda verilen derecelendirme ölçeğine göre değerlendirilecektir.

İşlem Basamakları

1. Gerekli malzemeleri hazırlayınız (Görsel 2.40).
2. Cam panel üzerine metal aplikatör yardımıyla film kalınlığı 100 mikron olacak şekilde boya uygulayınız (Görsel 2.41).
3. Paneli dik bir şekilde koyup boyanın kurumasını bekleyiniz (Görsel 2.42).
4. Bu süre içinde cam paneldeki boyanın akmasını inceleyiniz (Görsel 2.43).
5. Çalışma ortamını ve malzemeleri temizleyip teslim ediniz.
6. İşlem basamaklarında elde ettiğiniz bulguları ve gözlemlerinizi neden-sonuç ilişkisi çerçevesinde rapor hâline getiriniz.

Görsel 2.40: Hazırlanan malzemeler

Görsel 2.41: Boyanın aplikatör ile uygulanması

Görsel 2.42: Panelin dik şekilde konulması

Görsel 2.43: Boyanın panel üzerinde akması

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

PERFORMANS KRİTERLERİ	PERFORMANS DÜZEYİ			
	Çok iyi	İyi	Orta	Geliştirilebilir
1. Laboratuvar güvenlik kurallarına uygun koruyucu kıyafetler giydi.				
2. Cam panel üzerine metal aplikatör yardımıyla film kalınlığı 100 mikron olacak şekilde boya uyguladı.				
3. Cam paneli dik bir şekilde koyup boyanın kuruma süresince cam paneldeki boyanın akmasını inceledi.				
4. Çalışma ortamını ve malzemeleri temizleyip teslim etti.				
5. Rapor hazırladı.				

Öğretmen görüşü: .....

2.2.5.4. Kuruma Süresi Testi

Fırın kurumalı boyalarda kuruma süresi fırının sıcaklığı ile ayarlanır. Hava kurumalı boyaların kuruması oldukça uzun bir sürede gerçekleşir.

Toz kuruması: Yaş boya filmi üzerine belirli sürelerde pamuk lifleri düşürülerek hafifçe üflenir. Liflerin iz bırakmadan hafif üfleme ile boya yüzeyinden uzaklaştırıldığı ana kadar geçen süredir.

Dokunma kuruması: Uygulama anından boya filmine parmakla hafifçe bastırıldığında boya filminin bozulmadığı, parmağa boya bulaşmadığı ana kadar geçen süredir.

Montaj kuruması: Boya filmine kuvvet uygulandığında film bozulmuyorsa ve kalan iz yumuşak bir bezle silindiğinde kayboluyorsa boya montaj kuruması tamamlanmıştır.

Tam kuruma: Boya filmine başparmakla basılarak ve kuvvet uygulanarak başparmak 90° çevrildiğinde boya filmi bozulmuyorsa tam kuruma gerçekleşmiş demektir.

Rötuş edilebilirlik: Boya filmi üzerine tamir amacı ile ikinci bir kat uygulamak gerekirse ikinci katın uygulanabilmesi için geçmesi gereken süre en az ve en çok olarak belirtilir. Bu süreler, ikinci boya katı uygulandığında boyada kabarma, kırışma ve yapışmanın azalması gibi film bozukluklarının görülmesi ile belirlenir.

2.2.5.5. Parlaklık Testi

Parlaklık, yüzeyin üzerine düşen ışınları yansıtmasıdır. Parlaklığın ölçüsü yüzeyden yansıtılan ışık şiddetinin belirli bir açıdan yüzeye düşen ışık şiddetine oranı olarak ifade edilir. Parlaklık ölçümü bir ışık kaynağı ile yansıyan ışının şiddetini ölçen bir detektörden oluşan cihazlarla yapılır.

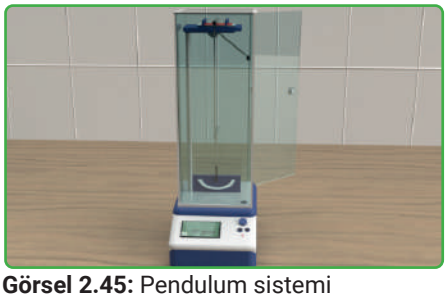
Görsel 2.44: Glossmetre

Parlaklık boyanın pigment / bağlayıcı oranına, kullanılan dolgu maddelerinin miktarına, üretimde ezme aşamasının yeterli olup olmamasına bağlıdır. Dekoratif amaçla kullanılan boyalarda parlaklık estetik açıdan çok önemlidir.

Parlaklık testi **glossmetre** cihazı kullanılarak gerçekleştirilir (Görsel 2.44). Glossmetrenin 60° açı ile film yüzeyine ışık göndermesi ve yansıyan ışığın şiddetinin parlaklık olarak ölçülmesiyle yapılır.

2.2.5.6. Sertlik Testi

Tam kurumasını yapmış boya filminin sertliği, boya filminin dışarıdan gelen fiziksel etkilere karşı gösterdiği direncin ölçüsüdür. Sertlik testleri birçok yöntemle yapılır. Bu yöntemlerden biri de sarkaç (pendulum) sistemidir (Görsel 2.45). Boya filmi üzerindeki sarkaç salınımının kısmen sönmesi için geçen süre veya salınım sayısı ile ölçülür. Yumuşak bir boya filminde fazla deformasyon olacağından salınım sayısı az ve sönümlenme süresi kısa iken sert boya filminde salınım sayısı fazla ve sönümlenme süresi uzun olur.



Görsel 2.45: Pendulum sistemi

2.2.5.7. Yapışma Testi

Boyanın, uygulandığı yüzeye tutunmasına **yapışma** denir. Yüzeylerin birbirine tutunmasında kimyasal ve / veya fiziksel kuvvetler rol alır. Boyalarda yapışma ölçümü boya filmini kaldırmak için gerekli olan kuvvetin değeridir.

Yapışma testi iki şekilde yapılır:

Çapraz çizgi yöntemi: Zayıf yapışma eğilimine sahip boya filmleri için kullanılır. Boya filmi üzerinde 2 cm civarında çarpı şeklinde kesikler oluşturulur. Kesiklerin kesişme noktası üzerine yapışkan bant yapıştırılır. Bantla panel arasında kalan hava kabarcıkları giderildikten sonra bandın bir ucu serbest bırakılarak bu ucundan tutulan bant ani bir hareketle yüzeye dik olarak çekilir. Çekilen bant üzerinde boya filminin kalması boyanın yeterli yapışma gücüne sahip olmadığını gösterir.

Tarama yöntemi (kareleme): Yapışma testlerinde genellikle bu yöntem kullanılır. Boya filmi üzerinde 1 mm ara ile birbirini dik olarak kesen 11 yatay ve 11 düşey çizgi çizilir. Böylece 1 cm^2 lik alan 100 eşit parçaya bölünür. Yapışkan bant çapraz çizgi yönteminde tarif edildiği gibi uygulanarak değerlendirme yapılır. Sonuçlar banda yapışarak boşalan karelerin toplam alana oranı (%) olarak ifade edilir. Sonuçlar boyanın uygulandığı yüzeyin cinsi, astar olup olmadığı, film kalınlığı ve kuruma şartları belirtilerek verilmelidir.

2.2.5.8. Elastikiyet Testi

Boya filminin herhangi bir kırılma veya çatlama göstermeden bükülebilmesi ve uzayabilmesi **elastikiyet** olarak tanımlanır. Boyanın elastikiyet özelliğini incelemek diğer yöntemlere göre zordur. Boyanın uygulandığı yerlerde daha sonradan meydana gelecek genleşme, büzüşme, çatlama vb. olaylara karşı uyum sağlama özelliği test edilmiş olur.

Görsel 2.46: Silindirik bükme testi cihazı

Elastikiyet ölçümü konik bükme, silindirik bükme ve derin çekme cihazlarından biri ya da hepsiyle yapılabilir (Görsel 2.46). Sanayi boyaları için konik bükme testi uygulanan en yaygın elastikiyet testidir. Konik bükme testinde, boyanmış panel kuruduktan sonra konik bir şekilde bükülür. Boya filminde çatlamaların uzadığı mesafe ölçülerek mm olarak verilir veya hesaplanarak filmin uzama yüzdesi bulunur.

2.2.5.9. Darbe Direnci Testi

Boya filminin üzerine uygulanan ani kuvvetlere karşı gösterdiği dirence **darbe direnci** denir. Bu test, boyalar için yapılmış özel darbe cihazları ile ölçülür. Boya filminin sürüldüğü yüzeye belirli bir ağırlık belirli bir mesafeden düşürülür. Bu işleme, boya filminde bir bozulma meydana gelinceye kadar her seferinde yeni bir yüzeye uygulanmak şartıyla yükseklik biraz daha artırılarak devam edilir. Boya filminin herhangi bir bozulma göstermeden direnç gösterdiği en büyük yükseklik darbe direnci olarak kullanılır.

2.2.5.10. Çökme Miktarı Testi

Boya yapımında çökme önleyici katkı maddeleri kullanılır ancak süreli depolamalar süresince pigment ve dolgu maddeleri gibi boyanın katı bileşenleri zamanla ambalajın dip kısmına çöker. Çöken kısım sertleşmemiş ise boya karıştırılarak kullanılabilir. Kullanılan çökme önleyiciler işleyiş mekanizmasına göre farklılık gösterir. Bunların bazıları ıslatıcı olarak kullanılarak bazıları da ortamın dielektrik sabitini değiştirerek parçacıkların askıda kalmasını sağlar ve çökmeyi önler.

2.2.5.11. Kül Miktarı Tayini

Boya maddelerinde yanmayan inorganik bileşenlerin miktarını yüzde olarak tayin etmek için kullanılan yöntemdir. Sabit tartıma getirilmiş ve darası alınmış metal krozeye numune boyadan belirli bir miktar konulur ve numune kızıl dereceye kadar ısıtılır. Fırından çıkan numune desikatörde soğutulduktan sonra tekrar tartılır ve hesaplama yapılır.

2.2.5.12. QUV Testi

Bu test ile boyalı yüzeyin UV ışınları altında renk değiştirme ölçüsü belirlenir. Boyalı paneller cihaza yerleştirilerek günaşırı kontrol edilir. Kontrol için test yapılmayan orijinal yüzey ile karşılaştırma yapılır. Gözle kontrol ve kolorimetre ile ölçüm yapılır.

Cihazda kullanılan lambanın gücüne göre test saatine karşılık gelen boyanın dayandığı sürenin (yıl) grafiği oluşturulur. Elde edilen sonuçlar dayanıklılığı kanıtlanmış ürünlerle karşılaştırma imkânı sağlar ve bir ürün grubu içerisinde test edilen boyanın performansı hakkında bilgi verir.

2.2.5.13. Hızlandırılmış Çökme Yatkınlığı Testi

Pigmentler ve dolgular boya taşıyıcısının içinde homojen olarak dağıtılmış hâlde bulunur. Genellikle yüksek yoğunlukta olan pigment ve dolgular bulunduran yaş boyaların çökme yatkınlığı fazladır. İyi formüle edilmiş bir boyada malzemenin garanti süresince çökmemesi gerekir. Boyanın oda koşullarında çökme yatkınlığını test edebilmek için boya belirlenmiş kısa sürelerde yüksek sıcaklıklara maruz bırakılır. Bunun için boya 24 saat boyunca 60 °C sıcaklığa maruz bırakılır. Bu test sonucunda bir spatül yardımıyla boyanın bulunduğu numune kabının tabanında çökme olup olmadığı kontrol edilir. Çökme varsa karıştırma işlemiyle homojenize edilecek yapıda olup olmadığı kontrol edilir. Ancak yüksek sıcaklık uygulayarak hızlandırılmış çökme testleri, oda sıcaklığında uzun süreli testlerle benzeşmeyen sonuçlar verebilir.

2.2.6. Performans Testleri

Boyaların kullanım koşullarındaki performansının belirlenmesidir. Bu testler son derece pahalı ve zaman isteyen testlerdir. Bu nedenle bu testlerin daha küçük boyutta ve içinde bulunacağı ortamın koşulları daha da ağırlaştırılarak daha kısa sürede sonuçlandırılabilmesi için birçok yöntem geliştirilmiştir.

Nem odası testi: Suyun yapı malzemelerini tahrip edici gücü vardır. Koruyucu boyalarla suyun bu malzemeler üzerindeki etkisi azaltılmaya çalışılır. Boya filminin su veya su buharına karşı direnci nem odasında test edilir. Test plakaları test edilecek boya ile kaplanarak içinde %90 nem ve 38°C sıcaklık ortamında bir kabine yerleştirilir. 48 saatte bir paneller kontrol edilir. Numuneler gözlemlenerek kaplamaların performansı kaydedilir. Boya filminin yüzeyinde yoğunlaşan su buharı film içinde yol alarak boya filmini tahrip eder ve boya filminde kabarcık oluşumu gözlemlenir.

Tuzlu su sisi testi: Bu test özellikle paslanmayı önleyecek boya sistemlerinin performansını ölçmek üzere geliştirilmiştir. Özel olarak yapılmış bir kabin içine yerleştirilen test plakalarına, %5 derişimde sodyum klorür çözeltisi sis şeklinde püskürtülür.

Kabin sıcaklığı 35 °C'dir. Test panelleri kenar ve arkaları boya ile kaplanır. Köşegenler doğrultusunda panel üzerine V şeklinde çizik atılır. 48 saatte bir paneller kontrol edilir. Boya filmi üzerinde meydana gelen değişimler not edilerek karşılaştırma veya değerlendirme şeklinde gözlem yapılır.

Yaşlandırma testi: Yaşlandırma cihazı ile yapılan bir testtir. Cihaz çeşitli atmosferik koşulları simüle eder. Bu sayede yıllara varan sonuçlar kısa sürelerde elde edilir.

Bir ultraviyole ışık kaynağı ile güneş ışınları taklit edilerek kabin içinde test yüzeyi üzerine düşürülür. Aynı zamanda yüzey üzerine su püskürtülerek yağmurlama yapılır. Geliştirilmiş birçok modelde su yerine değişik uygulamalar (asit püskürtmeleri gibi) yapılabilmektedir. Belirlenen süreler (100-500-1000-2000 saat) sonunda yüzeyler değerlendirmeye alınır.

2.2.7. Kimyasal Maddelere Karşı Direnç Testleri

Evde kullanılan kimyasallara karşı boyanın direncini ölçme amacıyla yapılan testlerdir.

Destile su (sıcak ve soğuk) dayanım testi: Bu test boyanın ev kimyasallarına dayanım standardına uygun olarak daldırma yöntemi ile yapılır. 10x15 cm boyutlarında cam plaka üzerine uygulanan boya filmi, oda şartlarında soğuk destile su (20 °C) ve sıcak destile su (80 °C) içeren beherlere daldırılarak bekletilir. 48 saat boyunca belirli zaman aralıklarında film yüzeyindeki değişiklikler gözlenir

Asit çözeltisi dayanım testi: Bu test ev kimyasallarına dayanım standardına uygun olarak daldırma yöntemi ile yapılır. 10x15 cm boyutlarında metal plaka üzerine uygulanan boya filmi, oda şartlarında %3'lük H_2SO_4 içeren behere daldırılır. 48 saat boyunca belirli zaman aralıklarında film yüzeyindeki değişiklikler gözlenir.

Alkali çözeltisi dayanım testi: Bu test ev kimyasallarına dayanım standardına uygun olarak daldırma yöntemi ile yapılır. 10x15 cm boyutlarında metal plaka üzerine uygulanan boya filmi, oda şartlarında %0,3'lük NaOH içeren behere daldırılır. 48 saat boyunca belirli zaman aralıklarında film yüzeyindeki değişiklikler gözlenir.

Sabun çözeltisi dayanım testi: Bu test ev kimyasallarına dayanım standardına uygun olarak daldırma yöntemi ile yapılır. 10x15 cm boyutlarında metal plaka üzerine uygulanan boya filmi, oda şartlarında 10 g/L konsantrasyonunda arap sabunu çözeltisi içeren behere daldırılır. 48 saat boyunca belirli zaman aralıklarında film yüzeyindeki değişiklikler gözlenir.

Deterjan çözeltisi dayanım testi: Bu test ev kimyasallarına dayanım standardına uygun olarak daldırma yöntemi ile yapılır. 10x15 cm boyutlarında metal plaka üzerine uygulanan boya filmi, oda şartlarında 2 g/L konsantrasyonunda sıvı bulaşık deterjanı çözeltisi içeren behere daldırılır. 48 saat boyunca belirli zaman aralıklarında film yüzeyindeki değişiklikler gözlenir.

Etil alkol dayanım testi: Bu test ev kimyasallarına dayanım standardına uygun olarak spot test yöntemi ile yapılır. 10x15 cm boyutlarında metal plaka üzerine uygulanan boya filmi üzerine, oda şartlarında 1 mL hacimce %50'lik etil alkol damlatılır. Film yüzeyindeki değişiklikler gözlenir.

İçecek (çay, kahve, gazlı içecek) dayanım testi: Bu test ev kimyasallarına dayanım standardına uygun olarak spot test yöntemi kullanılarak yapılır. Yatay duran 10x15 cm boyutlarında metal plakaya uygulanan boya filmi üzerine, oda şartlarında 1'er mL çay, kahve ve gazlı içecekler damlatılır. Belirli zaman aralıklarında film yüzeyindeki değişiklikler gözlenir.

Çevre şartları dayanım testi: Çevre şartlarına dayanım testi üç adımda gerçekleştirilir. İlk olarak boya filmi ile kaplı cam plakalar, 18 saat oda sıcaklığında destile su içinde bekletilir. Daha sonra derin dondurucuda -20 ±2 °C'de 3 saat ve ardından etüvde 50 ±2 °C'de 3 saat bekletilir. Bu işlemler iki hafta boyunca 10 defa tekrarlanır. Bu süre sonunda film yüzeyindeki değişiklikler gözlenir.

2.5. LABORATUVAR ÇALIŞMASI

YAŞ BOYADA KÜL MİKTARI TAYİNİ

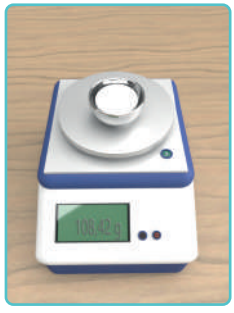
Amaç	Yaş boyada kül miktarını tespit etmek.
Araç ve Gereç	Yaş boya, metal kap, hassas terazi, fırın, desikatör ya da etüv.
Sağlık, Çevre ve Güvenlik Önlemleri	Bu çalışma kesinlikle solvent bazlı boyalar ile **yapılmamalıdır**. Çalışma koşullarına uygun kişisel koruyucu ekipmanlar kullanılmalıdır. Ortaya çıkan kontamine atıklar, ilgili yönetmeliklere uygun şekilde ortamdan uzaklaştırılmalıdır.

- √ Laboratuvar çalışmaları süresince işlem basamaklarına, güvenliğe ve temizliğe dikkat ediniz.
- √ Çalışma süresince performansınız öğretmeniniz tarafından uygulama sonunda verilen derecelendirme ölçeğine göre değerlendirilecektir.

İşlem Basamakları

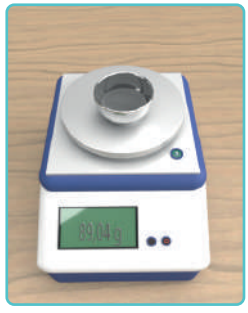
1. Hassas terazide metal kabın darasını alınız (Görsel 2.47).
2. Darası alınmış metal kaba, numune boyadan bir miktar koyunuz ve ağırlığını not ediniz (Görsel 2.48).
3. Numuneyi, yakma işlemini gerçekleştirmek üzere fırına koyunuz ve kızıl dereceye ulaşana kadar ısıtınız (Görsel 2.49).
4. Desikatör veya etüvde ortam sıcaklığına kadar soğutulan numuneyi yeniden tartınız ve ağırlığını not ediniz (Görsel 2.50).
5. Yanmadan kalan külün miktarını yüzde olarak hesaplayınız.
6. Çalışma ortamını ve malzemeleri temizleyip teslim ediniz.
7. İşlem basamaklarında elde ettiğiniz bulguları ve gözlemlerinizi neden-sonuç ilişkisi çerçevesinde rapor hâline getiriniz.

Görsel 2.47: Metal kabın darasının alınması



Görsel 2.48: Numunenin tartılması

Görsel 2.49: Numunenin fırında ısıtılması



Görsel 2.50: Soğutulan numunenin tartılması

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

PERFORMANS KRİTERLERİ	PERFORMANS DÜZEYİ			
	Çok iyi	İyi	Orta	Geliştirilebilir
1. Laboratuvar güvenlik kurallarına uygun koruyucu kıyafetler giydi.				
2. Darası alınmış metal kaba numune boyadan bir miktar koyarak ağırlığını not etti.				
3. Numuneyi yakma işlemi için fırına koyar ve kızıl dereceye ulaşana kadar ısıttı.				
4. Desikatör veya etüvde soğutulan numuneyi yeniden tartarak ağırlığını not etti.				
5. Yanmadan kalan külün miktarını yüzde olarak hesapladı.				
6. Çalışma ortamını ve malzemeleri temizleyip teslim etti.				
7. Rapor hazırladı.				

Öğretmen görüşü: .....

2.3. BOYA ALT İLAVE (TAMAMLAMA) PROSESİ

Boya üretiminin tamamlanması için gerekli ham madde eklemelerinin ve renk eşleme işleminin yapıldığı süreçtir.

2.3.1. Boya Alt İlave (Let Down) Prosesi

Boyaların stabilitesi ve renk eşleme işleminin yapıldığı süreçtir. Tamamlama safhasında boyaya reçetede geri kalan solvent ve bağlayıcı miktarları verilir. Renk eşleme, üretilen boyanın renginin boya uygulanmış bir panel, yaş boya, boyalı bir obje, standart renk vb. referans bir renge yakınlaştırılmasıdır. Renk eşleme sürecinde, üretilen boya ile bir zemin üzerine uygulama yapılarak kuruması beklenir ve oluşan filmin rengi, referans rengiyle karşılaştırılır.

Boya alt ilave işlemlerinde diğer önemli husus boyanın stabilliğinin devam ettirilmesidir. Üretimde bileşenlerin düzgün bir dağılımı sağlanmaz ya da uygun katkı maddeleri kullanılmazsa boyada topaklanmalar oluşur.

Topaklanma, boyanın estetik özelliklerini etkiler ve boya kusurlarına yol açar. Dispersiyondan sonra stabilite aşamasında topaklanmanın olmaması, boyanın homojen dağılıma sahip olduğunu gösterir. İyi örtücülük, parlaklık ve yayılma özelliği için topaklanma olmamalıdır.

Alt ilave aşamalarında dikkat edilecek hususlar şunlardır:

- İlave edilen yarı ürün ve ham maddeler arasında viskozite ve sıcaklık farkı en az düzeyde tutulmalıdır. İlave edilen yarı ürün ve ham maddeler arasında viskozite ve sıcaklık farkı yüksek olursa aglomerasyon problemi ortaya çıkar.
- Kuvvetli çözücüler bu aşamada eklenmelidir.
- Yüksek viskoziteli yarı ürünler ilave edilmeden önce uygun çözücü veya bağlayıcı ile akışkan hâle getirilmelidir.
- Alt ilave işlemleri düşük hızda karıştırma yapılarak gerçekleştirilmelidir.

Tamamlanan boya partisine kalite kontrol testlerinden geçtikten sonra dolum onayı verilir.

BİLGİ KUTUSU

BOYA SEKTÖRÜNDE İŞ GÜCÜ KAYNAĞI

Türk boya sanayisinin, insan kaynağı gereksiniminin önemli bir bölümünü oluşturan üretim operatörleriyle ilgili okul, kurs, çıraklık eğitimi vb. eğitim örgütlenmesi bulunmamaktadır.

Operatörler, esasen işyerlerinde eğitilmektedir. Şirketlerin çalışanlarına verdiği operatör eğitimleri arasında, operasyon becerisi kazandıracak usta-çırak eğitimleri; işyeri düzeni ve temizliğine, araç gereç ve makinenin kullanım ve bakımına, çalışma ortamının temizlik ve düzenine yönelik eğitimler; ürün kalitesini ve sağlık, güvenlik risklerini etkileyen nedenlere, takım hâlinde çalışmaya ve birlikte sorun çözmeye yönelik eğitimler yer almaktadır.

Üretim tesislerinde son derece işlevsel olan bir diğer çalışan grubunu teknisyenler oluşturmaktadır. Bu amaçla yapılan aday seçimlerinde, Türkiye'deki meslek liselerine bağlı "Kimya Teknolojisi" bölümleriyle, çeşitli meslek yüksek okullarına bağlı "Kimya Teknolojisi", "Boya Teknolojisi" ve "Rafineri ve Petrokimya Teknolojisi" bölümlerinden mezun olan gençler öncelikli olarak değerlendirilmektedir. Söz konusu mezunların, "işe dönük" ve "iş odaklı" olarak yetiştirilmiş oldukları çok olumlu bir yan olarak dikkati çekmekte ancak temel kimya, temel fizik ve matematik bilgileriyle laboratuvar pratiklerinin önemli ölçüde geliştirilmesi gereğine de işaret edilmektedir.

Türk boya sanayisinin üçüncü ve çok önemli bir çalışan grubunu da ar-ge, üretim ve kalite kontrolün yanı sıra, satın alma, satış gibi bölümlerde de çalıştırılabilen kimyacılar ve kimya mühendisleri oluşturmaktadır.

2.6. LABORATUVAR ÇALIŞMASI

RENK OLUŞTURMA

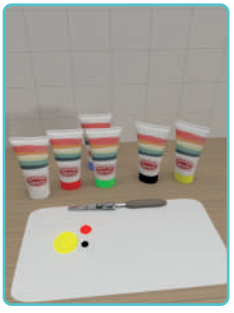
Amaç	Hedeflenen renkleri boya pasta ilaveleriyle elde etmek.
Araç ve Gereç	Boya tüpler, spatül ve kolorimetre.
Sağlık, Çevre ve Güvenlik Önlemleri	Bu çalışma kesinlikle solvent bazlı boyalar ile **yapılmamalıdır**. Çalışma koşullarına uygun kişisel koruyucu ekipmanlar kullanılmalıdır. Ortaya çıkan kontamine atıklar, ilgili yönetmeliklere uygun şekilde ortamdan uzaklaştırılmalıdır.

- √ Laboratuvar çalışmaları süresince işlem basamaklarına, güvenliğe ve temizliğe dikkat ediniz.
- √ Çalışma süresince performansınız öğretmeniniz tarafından uygulama sonunda verilen derecelendirme ölçeğine göre değerlendirilecektir.

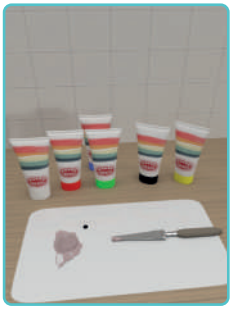
İşlem Basamakları

1. Malzemeleri hazırlayınız ve üretilmesi hedeflenen renk kodunu renk listesinde belirleyiniz (Görsel 2.51).
2. Beyaz boya üzerine istenilen renk tüplerinden küçük miktarlarda ilave yapınız ve statül ile karıştırınız (Görsel 2.52).
3. İstenen rengi elde edinceye kadar gerekli renkleri içeren boya tüplerinden ilave yapmaya devam ediniz (Görsel 2.53).
4. İşlem tamamlandığında kolorimetre ile doğrulama yapınız (Görsel 2.54).
5. Malzemeleri temizleyip teslim ediniz.
6. İşlem basamaklarında elde ettiğiniz bulguları ve gözlemlerinizi neden-sonuç ilişkisi çerçevesinde rapor hâline getiriniz.

Görsel 2.5: Malzemelerin hazırlanması



Görsel 2.52: Boya tüplerinden boya alınması



Görsel 2.53: Boyaların karıştırılması

Görsel 2.54: Kolorimetre ile ölçüm yapılması

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

PERFORMANS KRİTERLERİ	PERFORMANS DÜZEYİ			
	Çok iyi	İyi	Orta	Geliştirilebilir
1. Laboratuvar güvenlik kurallarına uygun koruyucu kıyafetler giydi.				
2. Malzemeleri hazırlar ve üretilmesi hedeflenen renk kodunu renk listesinde belirledi.				
3. Beyaz boya üzerine istenen renk tüplerinden ilave yapar ve mikserle karıştırdı.				
4. İstenen rengi elde edinceye kadar boya tüplerinden ilave yapmaya devam etti.				
5. İşlem tamamlandığında doğrulama yaptı.				
6. Çalışma ortamını temizledi.				
7. Rapor hazırladı.				

Öğretmen görüşü: .....

2. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki cümlelerde bırakılan boşluklara verilen kelimelerden doğru olanlarını yazarak cümleleri tamamlayınız.

zebra kâğıt	grindometre	viskozite
üretim kartı	önce	örtme gücü
çap	dirpersiyon	dağılma hızı
sonra	spektrofotometre	yoğunluk

1. Boya rengi ..... cihazı ile ölçülür.

2. Bir maddenin başka bir madde içerisinde küçük parçacıklar hâlinde ve homojen olarak yayılmasına ..... denir.

3. Karıştırma işleminden hemen ..... numune alınmalıdır.

4. Sıvıların akmaya karşı gösterdiği direnç ..... olarak adlandırılır.

5. Boyanın üretimi için gerekli bilgileri içeren belgeye ..... denir.

6. Piknometre ile sıvı boya veya ham maddelerin ..... ölçülür.

7. Örtme gücü ..... ile tayin edilir.

8. Karıştırıcı makinelerde kullanılan bıçağın ..... kaliteyi etkiler.

9. Boyanın uygulandığı yüzeyi tamamen kapatması ..... ile ifade edilir.

10. Öğütme inceliği testi ..... ile yapılır.

B) Aşağıdaki sorularda doğru cevap olan seçeneği işaretleyiniz.

11. Uygulanmış bir boya filmine başparmak ile bastırılıyor ve en fazla kuvvet uygulanarak 90° döndürüldüğünde boya filminin bozulmadığı görülüyor.

Buna göre boya filminin kuruma türü aşağıdakilerden hangisidir?

A) Dokunma
B) Montaj
C) Tam
D) Toz
E) Yarım

12. Boya kalite kontrolleri, ölçülecek özelliğe uygun cihazlarla yapılmakla birlikte göz ile de yapılabilir.

Buna göre aşağıdakilerden hangisi gözle kontrol edilebilecek bir özelliktir?

A) Kaymaklaşma
B) Öğütme inceliği
C) Parlaklık
D) Sertlik
E) Yoğunluk

13. Tarama yöntemi ile yapışma testi yapılan bir boyanın test sonucunda toplam 5 parçanın boş diğerlerinin dolu olduğu görülüyor.

Buna göre boyanın yapışma oranı yüzdesi aşağıdakilerden hangisidir?

A) %5 B) %20
C) %50 D) %80
E) %85

14. **Boyanın stabilite ve renk eşleme işleminin yapıldığı üretim aşaması aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Alt ilave B) Bitirme
C) Dispersiyon D) Dolum
E) Öğütme

15. **Uygulanan boyanın herhangi bir çatlama veya kırılma göstermeden bükülmesi ve uzayabilmesi aşağıdakilerden hangisi ile ifade edilir?**

A) Akma
B) Elastikiyet
C) Sarkma
D) Viskozite
E) Yoğunluk

16. **Yüksek viskoziteye sahip macunların ezilmesinde aşağıda verilen boya üretim ekipmanlarından hangisi kullanılır?**

A) Dissolver
B) Üçlü silindir
C) Sepet değirmen
D) Boncuk değirmen
E) Karıştırma kazanı

17. **Alt ilave işleminde eklenen ham madde ile yarı ürün arasında viskozite ve sıcaklık farkının yüksek olması aşağıdakilerden hangisine sebep olur?**

A) Parlaklığın azalması
B) Sertliğin artması
C) Homojenliğin artması
D) Stabilitenin artması
E) Aglomerasyonun artması

18. **Glossmetre cihazı ile boyanın aşağıdaki özelliklerinden hangisi ölçülür?**

A) Yoğunluğu B) Akma hızı
C) Parlaklığı D) Viskozitesi
E) Öğütme inceliği

19. **Aşağıdakilerden hangisi boyanın kimyasal maddelere karşı direnç testlerinden biri değildir?**

A) Sabun çözeltisi dayanımı
B) İçecek dayanımı
C) Çevre şartları dayanımı
D) Viskozite (akışmazlık)
E) Destile su dayanımı

20. • Stabilite ve renk eşleme işlemi yapılır.
• Boyaya reçetede kalan solvent ve bağlayıcı eklenir.
• Kuvvetli çözücüler eklenir.

Yukarıda verilen işlemler boya üretiminin hangi aşamasına aittir?

A) Öğütme
B) Dispersiyon
C) Alt ilave
D) Ham madde hazırlama
E) Dolum

21. **Boya üretim kartında aşağıdakilerden hangisi bulunmaz?**

A) Üretilecek ürün adı
B) Ürün son kullanma tarihi
C) Reçetenin basım tarihi
D) Dolumla ilgili talimatlar
E) Kullanılacak maddelerin kodları

22. I. Üçlü silindir
II. Sepet değirmen
III. Yatay değirmen

Yukarıdaki değirmen türlerinden hangilerinde çeşitli materyallerden yapılmış öğütücü boncuklar bulunur?

A) Yalnız I B) Yalnız II
C) Yalnız III D) I ve II
E) II ve III

3. ÖĞRENME BİRİMİ

KONULAR

3.1. BOYADA RENK
3.2. BOYADA RENK AYARI

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Işık ve renk kavramı, rengin oluşum mekanizması, renk sistemleri, boyada renk ayarı, renk ayarında kullanılan ekipman, renk ölçüm ekipman ve yöntemleri

TEMEL KAVRAMLAR

- Renk
- Spektrum
- Absorbsiyon
- Munsell
- Renk ayarı
- Renk pastası
- Renk ölçümü

RENK EŞLEME İŞLEMİ

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Gökkuşağı hangi hava koşullarında ve nasıl oluşur? Örnek vererek anlatınız.
2. Sizce bir renk görüntü olmadan sadece sözel olarak uzaktaki bir kişiye tam olarak nasıl ifade edilebilir? Sınıfta arkadaşlarınızla tartışınız.

3.1. BOYADA RENK

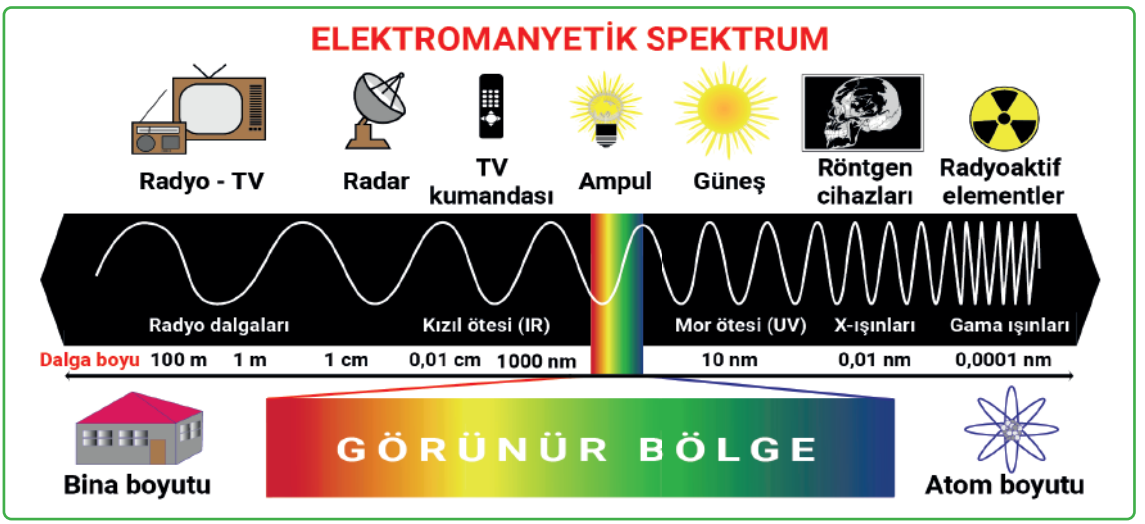
Renk; boyanın en önemli dekoratif özelliğidir. Aynı zamanda rengin canlılar üzerinde psikolojik etkisi de vardır.

3.1.1. Renk Algısı

Renk oluşumunun gerçekleşmesi için ışığın nesne ile etkileşmesi ve bunun da göz tarafından algılanması gerekir. Işık, nesne ve göz üçlüsünden bir tanesi olmaz ise renk algısı oluşmaz.

3.1.2. Işık Kavramı

Işık, insan gözüyle görülebilen dalga boylarındaki elektromanyetik radyasyon enerjisidir. Bulunduğu kaynaktan ortama elektromanyetik dalgalar hâlinde yayılır. Elektromanyetik dalgalar çeşitli dalga boylarına ve frekanslara sahiptir (Görsel 3.1). İnsan gözü tarafından algılanan elektromanyetik dalgalar görünür bölge olarak tanımlanır. Bu bölge 360-780 nm dalga boyuna sahiptir. Tüm elektromanyetik spektrumun çok dar bir aralığını içerir. **Görünür bölge** ışığı, sadece görmek için değil yaşam için de gereklidir. Fotosentezin gerçekleşmesini sağlayan ışığın dalga boyu da bu bölgededir.



Görsel 3.1: Elektromanyetik spektrum

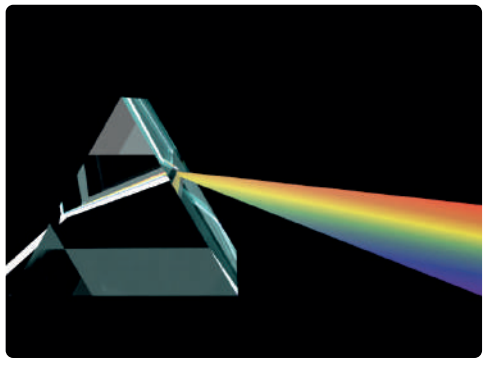
Göz, görünür ışığın farklı dalga boylarını farklı renk olarak algılar. Görünür ışık bölgesinde gözle algılanabilen en uzun dalga boyuna karşılık gelen ışık kırmızı, en kısa dalga boylu olan ışık ise mor renktir.

Kırmızı ışığın dalga boyundan daha büyük dalga boyuna sahip olan ışık bölgesi, **kızılötesi (IR)** olarak tanımlanır ve bu bölge çıplak gözle görülmez. Mavi ışığın dalga boyundan daha küçük dalga boyuna sahip olan ışık bölgesi **morötesi (UV)** olarak tanımlanır ve bu bölge de çıplak gözle görülmez. Bunların dışında farklı dalga boylarına karşılık gelen elektromanyetik dalga türleri de vardır (Tablo 3.1).

Tablo 3.1: Elektromanyetik Dalga Türleri ve Dalga Boyları

ELEKTROMANYETİK DALGA TÜRLERİ	DALGA BOYU
Radyo dalgaları	10 km - 0.3 m
Mikro dalgalar	0.3 m - 10^{-3} m
Kızılötesi dalgalar	10^{-3} m - $7.8.10^{-7}$ m
Görünür ışık dalgaları	$7.8.10^{-7}$ m - $3.6.10^{-7}$ m
Morötesi dalgalar	$3.8.10^{-7}$ m - 6.10^{-10} m
X-ışınları	10^{-9} m - 10^{-12} m
Gama ışınları	10^{-10} m - 10^{-14} m

Işık ile ilgili çalışmalar için bilimsel başlangıç Newton'ın (Nivtın) yaptığı, güneş ışığının prizma ile kırılma deneyidir. Güneş ışığı veya beyaz ışık bir prizmadan geçirildiğinde görünür bölge ışınları farklı miktarda kırıldığı için ortaya gökkuşağı şeklinde bir ışık tayfı çıkar (Görsel 3.2).



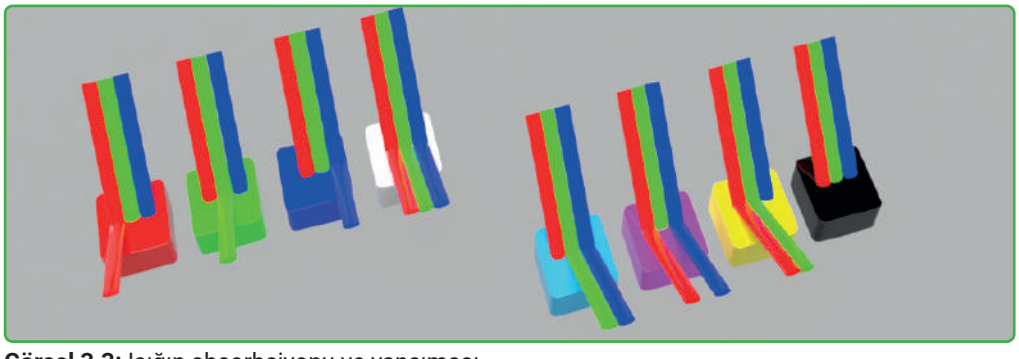
Görsel 3.2: Güneş ışığının prizmadan geçerken görünür bölge dalga boylarına kırılması

3.1.3. Işık ve Pigment

Pigmentler, tüm nesnelerin renklerini oluşturan farklı türlere sahip kimyasal yapılardır. Pigment moleküllerinin renk vermesi için belirli seviyede bir enerjiye sahip ışık ile etkileşmesi gerekir.

Pigmentler kendilerine gelen ışıkla etkileşime girer ve bir kısmını absorbe eder (soğurur). Geriye kalan kısmını ise elektromanyetik dalga olarak yansıtır. Yansıyan ışığa ait dalga boyu gözde bulunan algılayıcılar tarafından elektrik sinyali şeklinde beyine iletilir ve beyinde renk olarak algılanır.

İnsanlar tarafından görülebilen bütün renkleri ortama geri yansıtan cisimler beyaz olarak görülürken üzerine düşen bütün renkleri absorblayan cisimler siyah olarak görülür. 400-700 nm arasındaki ışığın belirli bir sabit oranını absorblayan cisim gri, 400-430 nm arasında gelen ışığı absorblayıp gerisini yansıtan cisim sarı renkli görünür (Görsel 3.3).



Görsel 3.3: Işığın absorbsiyonu ve yansıması

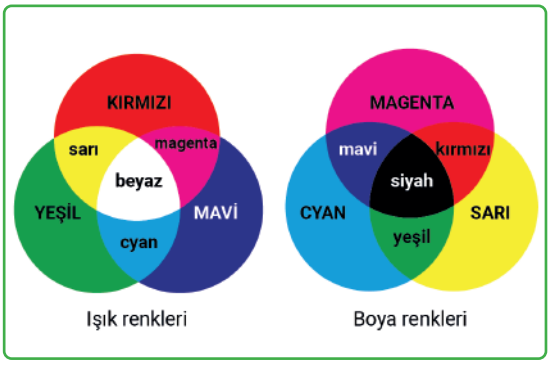
BİLGİ KUTUSU

IR FOTOĞRAFÇILIĞI

İnsan gözü 360-780 nm arasındaki renkleri algılayabilir. Gözümüz, bu aralıktaki farklı dalga boyu aralıklarını, farklı renkler olarak algılar. Örneğin 450-495 nm arası dalga boyuna sahip ışınları mavi renk olarak tanımlanır. Dalga boyu 700 nm'nin üzerindeki ışınlara da infrared (**IR, kızılötesi ışınlar**) denir. Bölüm kapağı olan sayfa 96'da kızılötesi dünyayı görmemizi sağlayan bir teknikle çekilmiş fotoğraf görülmektedir.

3.1.4. Renk Karışımları

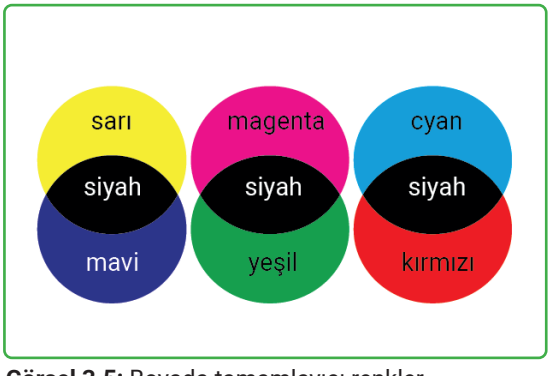
Yong-Helmholtz (Yang-Helmotz) teorisine göre tüm renkler üç farklı rengin karışımından oluşur. Günümüzde televizyon, telefon, bilgisayar vb. ekranlarında görüntüleme sistemleri RGB (Red, Green, Blue / Kırmızı, Yeşil, Mavi) olarak bilinen ışık renk teorisine dayanır. Kırmızı, yeşil ve mavi ışık kaynaklarından yansıtma yapılarak çakıştırıldığında; mavi ve yeşil ışınların karışımı cyanı (siyan), kırmızı ve mavi ışınların karışımı magentayı (macentayı), kırmızı ve yeşil ışınların karışımı sarıyı, her üç rengin karışımı ise beyaz ışığı oluşturur. Boyada ise üç ana renk magenta, cyan ve sarıdır. Magenta ve cyan boyaların karışımı maviyi, magenta ve sarı boyaların karışımı kırmızıyı, cyan ve sarı boyaların karışımı yeşili, tüm boyaların karışımı ise siyah rengi oluşturur. Işık ve boyalara ait renk karışımları Görsel 3.4'te gösterilmiştir.



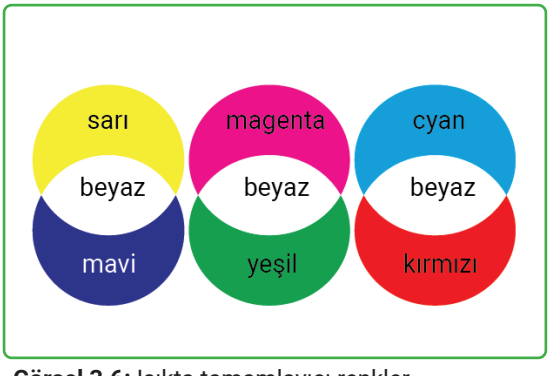
Görsel 3.4: Işık ve boya renk karışımları

3.1.5. Tamamlayıcı Renkler

Boyalarda tamamlayıcı renkler birbirleri ile karıştırıldığında siyah renk ortaya çıkar. Örnek olarak kırmızı ile cyan karışımı siyah rengi verir. Aynı şekilde mavi ve sarı rengin karışımı da siyah rengi oluşturur. Işıkta ise tamamlayıcı renklerin birleşmesiyle beyaz ışık oluşur. Boyada ve ışıkta tamamlayıcı renkler Görsel 3.5 ve Görsel 3.6'da gösterilmiştir.



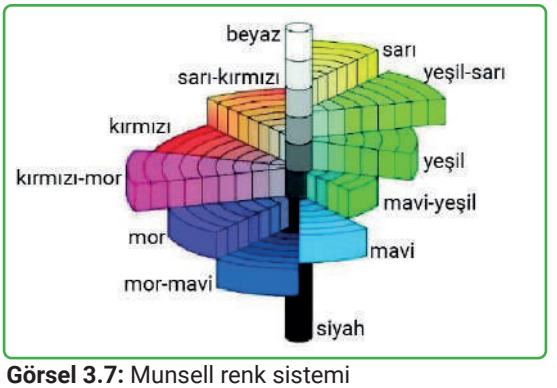
Görsel 3.5: Boyada tamamlayıcı renkler



Görsel 3.6: Işıkta tamamlayıcı renkler

3.1.6. Munsell (Münsel) Renk Sistemi

Bu sistem renk seçiminde kolaylık olması için kullanılır. Munsell renk sistemine göre renkler, uzaysal olarak silindirik koordinatlarda gösterilir (Görsel 3.7). Bu sistemdeki üç değişken; **renk tonu**, **parlaklık** ve **yoğunluk**tur.



Görsel 3.7: Munsell renk sistemi

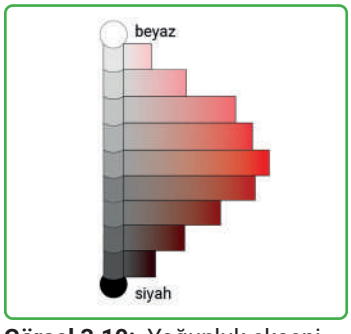
Renk sisteminde silindirin ortasından geçen dikey eksen parlaklık olarak değerlendirilir. En altta siyahtan başlayarak en üstte beyaza kadar gri rengin tonlarını gösterir. Parlak cisimlerdeki gri miktarı daha azken parlaklığı düşük olan cisimlerde daha fazla gri bulunur ve bu cisimler daha koyu görünür (Görsel 3.8).

Renk tonu bu silindirin çevresinde düzenlenmiştir. Munsell renk sisteminde renk tonu beş ana renge (mor, mavi, yeşil, sarı, kırmızı) ve beş ara renge (mor-mavi, mavi-yeşil, yeşil-sarı, sarı-kırmızı, kırmızı-mor) ayrılır (Görsel 3.9).

Renk yoğunluğu yatay düzlemde dikey eksenden uzaklaştıkça artar. Ana rengin gücünü veya pigment yoğunluğunu ifade eder. Yoğunluk ve parlaklık ters orantılıdır. Yoğunluk arttığında parlaklık azalır (Görsel 3.10).

Görsel 3.8: Parlaklık ekseni

Görsel 3.9: Renk tonu ekseni

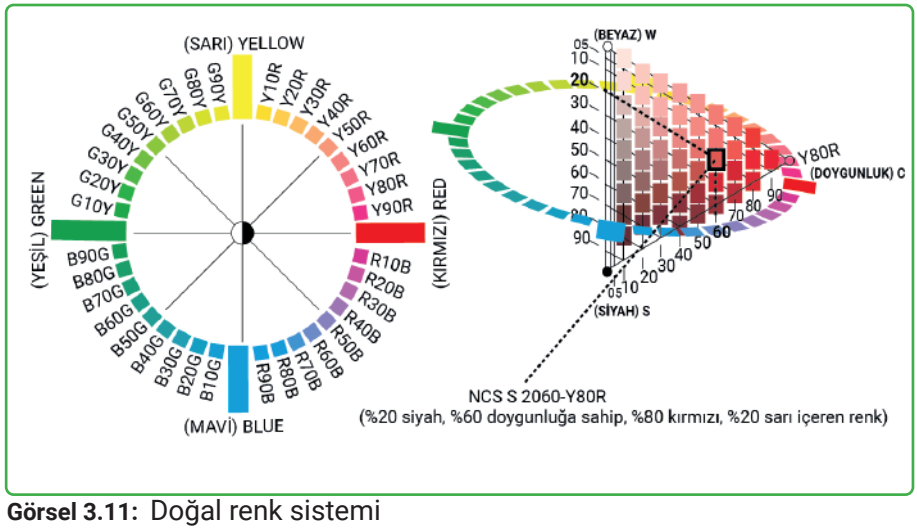


Görsel 3.10: Yoğunluk ekseni

3.1.7. Doğal Renk Sistemi [Natural Color System (NCS)]

Doğal renk sistemi; İsveç, Norveç ve İspanya'da ulusal renk standardı olarak kullanılmaktadır (Görsel 3.11). İnsan beyni altı rengi saf olarak algılar. Bunlar; siyah, beyaz, sarı, kırmızı, mavi ve yeşildir. Bu altı renk NCS renk sisteminde temel renkler olarak kabul edilmiştir. Siyah ve beyazın da temel renkler arasına alınmasının sebebi bu sistemde, boyaların nasıl karıştırıldığının değil insanın rengi nasıl algıladığının önemli olmasıdır.

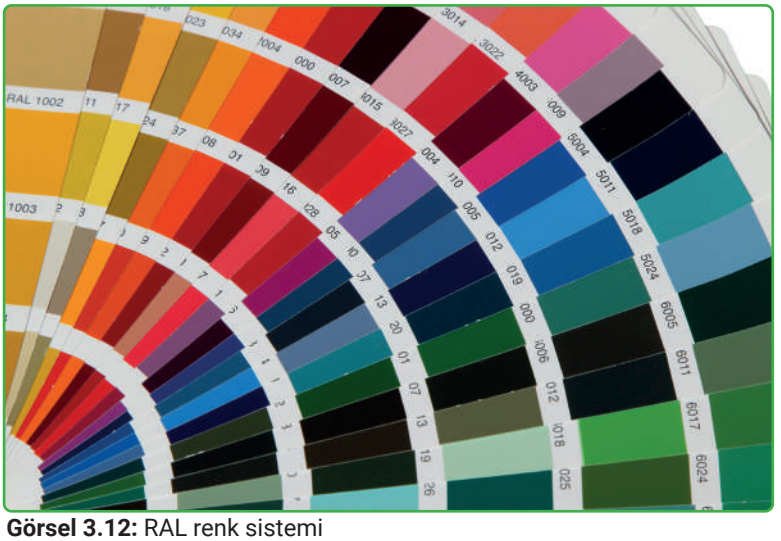
Doğal renk sisteminde, standart boyalar değişik oranlarda karıştırılarak çeşitli tonlarda renkler elde edilir. Bu renklerdeki doygunluğu sağlamak için, renksiz vernikle çeşitli oranlarda karıştırılır. Ayrıca bu renkler, siyahla çeşitli oranlarda koyulaştırılabilir.



Görsel 3.11: Doğal renk sistemi

3.1.8. RAL Renk Sistemi

RAL renk sistemi genellikle Avrupa'da kullanılan renk eşleştirme sistemi olup renk tarifini kolaylaştırmak amacıyla yapılmıştır (Görsel 3.12). Boya sektöründe ve diğer sektörlerde sıklıkla kullanılan bir sistemdir. RAL sadece 40 renk ile başlamış, daha sonra geliştirilerek 1900'ün üzerinde renk serisine ulaşmıştır.



Görsel 3.12: RAL renk sistemi

RAL renk sistemi 1927 yılında Alman Kalite Güvence ve Terim Üretme Birliği tarafından geliştirilmiş ve 1930'lu yıllarda dört basamaklı sayılarla isimlendirilmiştir. Bu tarihten itibaren koleksiyona sürekli yeni renkler eklenmiştir. 1960'larda renklerdeki karışıklıkları önlemek amacıyla tamamlayıcı renk isimleri verilmeye başlanmıştır. 1980'li yıllarda ise renklerde parlaklık değerlerini saptamak amacıyla renk kodu sonuna yeni kodlar getirilmiştir.

Bilgisayar ekranından bakılan RAL katalogları gerçek rengi tam olarak yansıtmaz. Bu durum bilgisayar ekranının renk oluşturma gücüyle ilişkilidir. Gerçek rengi görmek için bir renk kartelası edinmek gerekir.

3.1.9. Pantone Renk Sistemi

Pantone dünyada yüzden fazla ülkede pek çok sektörde renk iletişimini doğru şekilde sağlamak için kurulmuş renk sistemi ve tedarikçisidir. Pantone, tüm dünyada 10 milyondan fazla tasarımcı ve üretici tarafından kullanılır. Renkler isim ve kodlar ile ifade edilirken rengin mat veya parlak olması renk numarasının sonuna U veya C harflerinin eklenmesiyle belirtilir (Görsel 3.13).

Görsel 3.13: Pantone renk sistemi

IŞIĞIN RENKLERE AYRILMASI

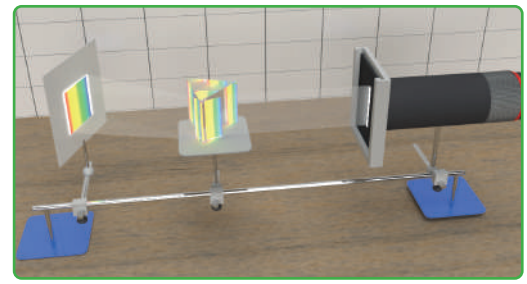
Amaç	Beyaz ışığın prizmadan geçerek 7 renge ayrıldığını ve 7 rengin mercekle birleştirilerek tekrar beyaz ışığın oluştuğunu deney yaparak görmek.
Araç ve Gereç	Alçak gerilim güç kaynağı (80W), ışık kaynağı, diyafram ve taşıyıcısı, optik ray, destek çubuğu, ışık prizması, mercek (F=+10mm, çerçeveli) ve saplı ekran.
Sağlık, Çevre ve Güvenlik Önlemleri	Çalışma koşullarına uygun kişisel koruyucu ekipmanlar kullanılmalıdır. Ortaya çıkan kontamine atıklar, ilgili yönetmeliklere uygun şekilde ortamdan uzaklaştırılmalıdır.

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

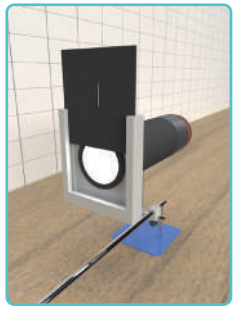
√ Çalışma süresince performansınız öğretmeniniz tarafından uygulama sonunda verilen derecelendirme ölçeğine göre değerlendirilecektir.

İşlem Basamakları

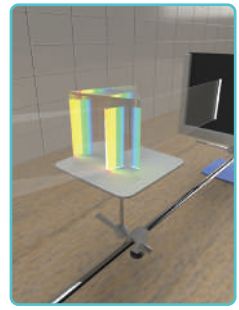
1. Görsel 3.14'teki düzeneği kurunuz.
2. Işık kaynağına yarıklı diyaframı takarak ışığı açınız (Görsel 3.15).
3. Optik raya prizmayı koyacağınız saplı sehpayı takınız.
4. Saplı sehpa üzerine beyaz bir kâğıt koyarak tekli yarığın keskin bir görüntüsünü düşey olarak elde ediniz.
5. Tam bu görüntünün meydana geldiği yere prizmanın kıran köşesini yerleştiriniz (Görsel 3.16).
6. Saplı ekranı, ışığın prizmadan kırıldıktan sonraki yolu üzerine koyunuz ve ışığın spektrumunu elde ediniz (Görsel 3.17).
7. Işık renklerinin sıralamasına dikkat ediniz.
8. Prizmadan sonraki ışınların yoluna F=+10 cm merceğini koyarak tekrar beyaz ışığı elde ediniz (Görsel 3.18).
9. Çalışma ortamını temizleyiniz.
10. İşlem basamaklarında elde ettiğiniz bulguları ve gözlemlerinizi neden-sonuç ilişkisi çerçevesinde rapor hâline getiriniz.



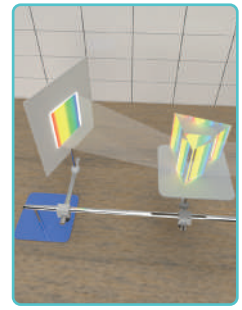
Görsel 3.14: Beyaz ışığın sürekli spektrumunun eldesi



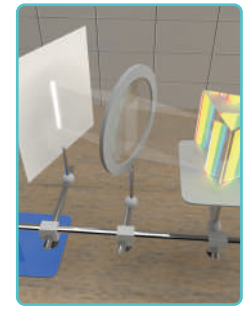
Görsel 3.15: Işık kaynağının hazırlanması



Görsel 3.16: Prizmanın yerleştirilmesi



Görsel 3.17: Saplı sehpa üzerinde spektrum eldesi



Görsel 3.18: Beyaz ışığın eldesi

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

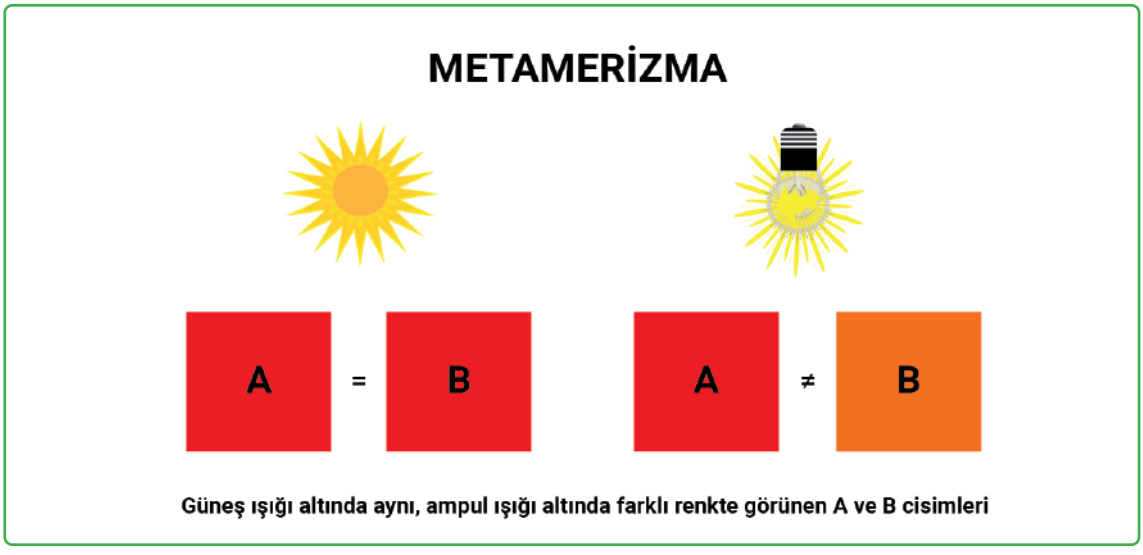
PERFORMANS KRİTERLERİ	PERFORMANS DÜZEYİ			
	Çok iyi	İyi	Orta	Geliştirilebilir
1. Görseldeki düzeneği kurdu.				
2. Işık kaynağına yarıklı diyaframı taktı.				
3. Optik raya prizmayı koyacağı saplı sehpayı taktı.				
4. Saplı sehpa üzerine beyaz bir kâğıt koyarak tekli yarığın keskin bir görüntüsünü düşey olarak elde etti.				
5. Tam bu görüntünün meydana geldiği yere prizmanın kıran köşesini yerleştirdi.				
6. Saplı ekranı, ışığın prizmadan kırıldıktan sonraki yolu üzerine koyarak ışığın spektrumunu elde etti.				
7. Prizmadan sonraki ışınların yoluna F=+10 cm merceğini koyarak tekrar beyaz ışığı elde etti.				
8. Çalışma ortamını temizledi.				
9. Rapor hazırladı.				

Öğretmen görüşü: .....

3.1.10. Renk Ölçümleri

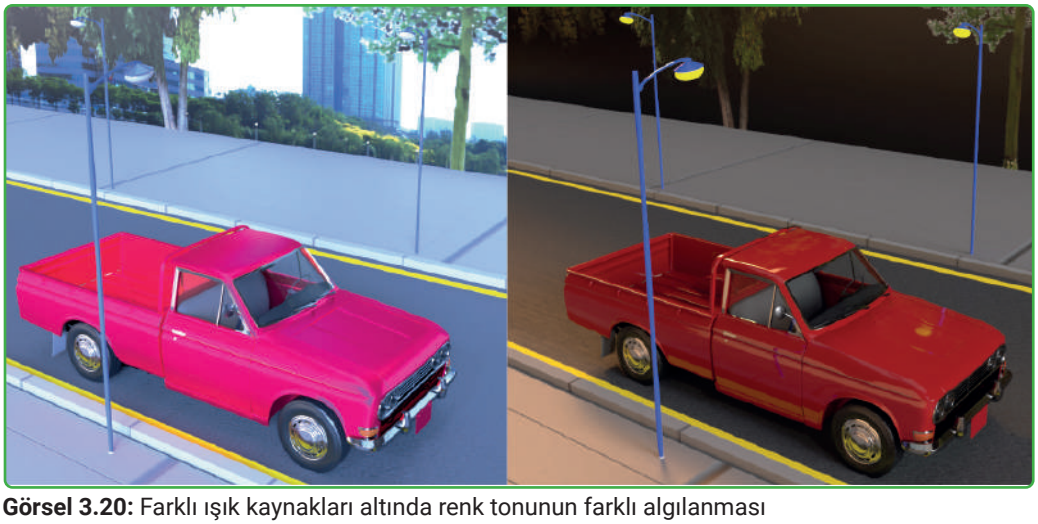
Renk ölçümü bir rengi sayısal olarak ifade etmek için yapılır. Renklendirme gerektiren sanayi uygulamalarında mutlaka renk ölçümü gereklidir. Hedeflenen rengin farklı tonlarda elde edilmesi müşteri memnuniyetsizliğine sebep olur.

Farklı pigmentler kullanılarak elde edilen aynı iki rengin hem aynı hem farklı ışık kaynakları altında farklı renklerde algılanmasına **metamerizma** denir (Görsel 3.19).



Görsel 3.19: Metamerizma

Bir objenin rengi, kullanılan ışık kaynağına bağlı olarak değişir. Örneğin, gündüz vakti arabanızı yol kenarına park ettiğinizde parlak kırmızı görünmektedir. Hava kardıktan sonra, siz arabanızı hâlâ, kırmızı olarak tarif edersiniz, ama sodyum aydınlatma lambası altında arabanız, kırmızı-kahverengi tonlarında görünür (Görsel 3.20).



Görsel 3.20: Farklı ışık kaynakları altında renk tonunun farklı algılanması

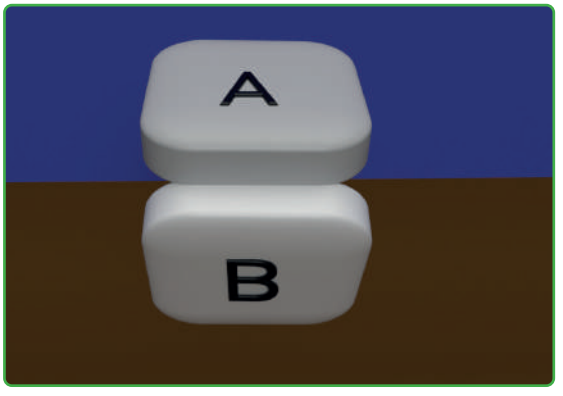
Metamerizma görüntülenme şartlarına göre değişir:

- Kullanılan ışık kaynağına göre meydana gelen metamerizma
- Kişilerin renk algılamalarındaki farklılıktan dolayı meydana gelen metamerizma
- Gözlemleme mesafesinden dolayı meydana gelen metamerizma

Renkli bir cismi gözlemlerken görünüşü etkileyen dört temel unsur şunlardır:

- Cismi aydınlatan ışık şiddeti
- Cismin arkasında bulunan fon
- Cismin görsel büyüklüğü
- Cismin geometrik şekli

Arka fonlarındaki farklılıklarından dolayı A ve B cisimleri farklı renkte görünse de aslında aynı renktedir. A ve B arasındaki çizgiyi kapatınca aynı renkte olduğunu göreceksiniz (Görsel 3.21).



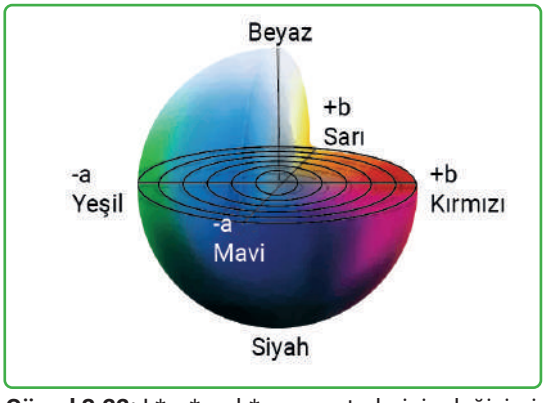
Görsel 3.21: A ve B cisimleri

Metamerizma olayının renkleri değerlendirmede hataya neden olması nedeniyle renklerin aynı koşullarda sayısal olarak ölçeklendirilmesi gerekir. Renk ölçümleri fizik, kimya, mimarlık, boya teknolojisi, aydınlatma mühendisliği, psikoloji, fizyoloji ve değişik uygulamalı bilimler için önemlidir.

Renk ölçeklendirilmesinde **Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (CIE)** tarafından kullanılan üç parametre vardır. Bu parametreler **L*, a*** ve **b*** dir (Görsel 3.22).

- **L*** değeri 0-100 (L* 0=siyah, L* 100=beyaz) arasında değerler alarak nesnenin renginin parlaklığını gösterir.
- **a*** pozitif değerlerde kırmızıya (a* >0), negatif değerlerde yeşile yaklaşır (a* <0).
- **b*** ise pozitif değerlerde sarıya (b* >0), negatif değerlerde maviye yaklaşır (b* >0).

Uluslararası Aydınlatma Komisyonu, geliştirilen renk ölçümlerinde **CIE** veya **Hunter** (Hantır) yöntemleri kullanılır. **CIE ölçüm yönteminde** L*,a* ve b* parametre değerlerinin küp kökü hesaplanırken **Hunter yönteminde** ise L*,a* ve b* parametre değerlerinin karekök değerleri hesaplanır. CIE yöntemi koyu renk ölçümlerinde daha etkilidir.

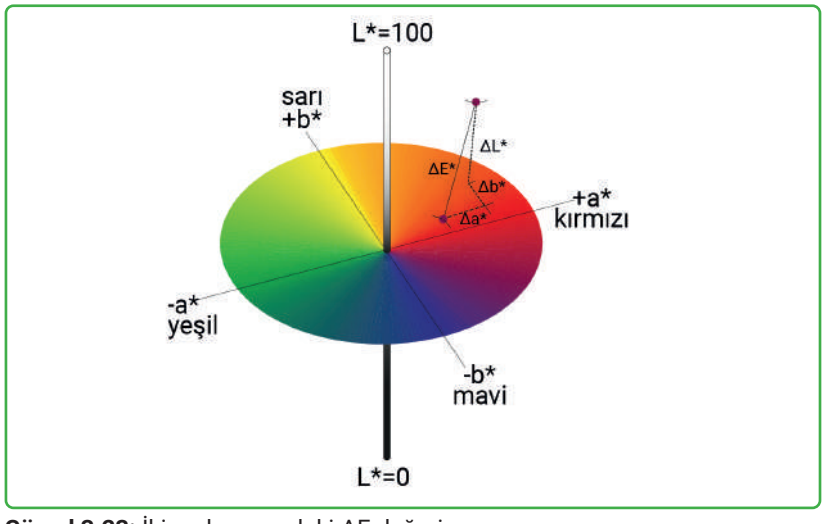


Görsel 3.22: L*, a* ve b* parametrelerinin değişimi

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

İki renk arasındaki farklılık **ΔE** değeriyle ifade edilir (Görsel 3.23). ΔE değeri renklendirme işleminin yapıldığı üretim sektöründe oldukça önem taşır.

İşletmelerde yapılan boyamalarda temel amaç müşterinin renk talebini doğru karşılamaktır. Üretici ile müşteri arasında kabul edilebilir seviyede görsel renk farkı olacağı konusunda fikir birliği sağlanmalıdır.
ΔE, hedeflenen standart renk ile elde edilen numune renk arasındaki farkı ifade eder.



Görsel 3.23: İki renk arasındaki ΔE değeri

Tablo 3.2'de ΔE değerinin boya renklerindeki farklılığa etkisi gösterilmiştir.

Tablo 3.2: ΔE Değeri ve Algılamadaki Etkisi

RENK FARKI (ΔE)	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 değdirilmeden yan yana renklerin görüldüğü seviye
3,0 - 12 arası	Renk şikayetlerinin başladığı seviye
12 üzeri	Başka bir renk

İnsan gözü normalde on milyondan fazla farklı rengi ayırt edebilir. Ancak insanların renk bellekleri zayıftır ve renkleri sayısal olarak ifade edemez. O nedenle renkleri tanımlamak ve ayırt edebilmek amacı ile renk ölçüm sistemleri geliştirilmiştir. Renk ölçümleri **kolorimetre** veya **spektrofotometre** adı verilen cihazlarla yapılır.

Görsel 3.24: Spektrofotometre

Kolorimetreler, üç temel renk üzerinden (kırmızı, yeşil, mavi) renk ölçümü yapar. Spektrofotometreler ise gözümüzün algıladığı tüm renklerden yansıyan ışık enerjisinin tamamını toplayarak sonuca ulaşır. Dolayısıyla kolorimetrelere göre daha doğru ve sistematik ölçüm sonuçları verir.

Spektrofotometreler metamerizma etkisini değerlendirebilir. Kolorimetrelerden daha uzun ömürlüdür. İyi modellerinde renk yoğunluk ölçümü küçük dalga boyu ile yapılırken düşük modellerinde ise büyük dalga boyu ile yapılır. Kolorimetreye göre daha karmaşık cihazlardır ve hata payı daha düşüktür (Görsel 3.24).

Görsel 3.25: Kolorimetre

Kolorimetre dahili ışık kaynağı kullanarak numunenin yüzeyini aydınlatır. Işık numuneden cihaza doğru geri yansır ve kırmızı, yeşil ve mavi olmak üzere üç filtreden geçer. Bu filtreler, gözlerimizin rengi nasıl gördüğüyle eşleşen üç (RGB) değeri elde eder. Kolorimetre sağlam ve basit uygulama sağlayan bir cihazdır ve daha çok düz yüzeylerde ölçüm yapabilmek için tasarlanmıştır (Görsel 3.25).

3.1.11. Renk Ölçüm Cihazında Ölçümü Etkileyen Faktörler

Ölçüm yapılırken bazı koşulların sabit tutulması ölçüm sonuçlarının güvenirliliği açısından çok önemlidir.

Ölçüm yapılan yerin zemini: Ölçüm yapılacak madde, zemini gösterecek şekilde ince ise ölçüm standartlarına göre katlanarak ölçümü yapılmalıdır.

Yüzeyinin düzgünlüğü: Ölçme yüzeyinin düzgün olmaması ölçüm sonuçlarını olumsuz olarak etkiler. Bu nedenle ölçülecek madde yüzeylerinin düz olmasına dikkat edilmelidir.

Nem oranı: Ölçme sırasında yüzeyin nem oranının farklı olması, ölçme sonuçlarını etkiler.

Sıcaklığının etkisi: Ölçme sırasında sıcaklık renk koyuluğunda kaymalara neden olur. Örneğin; aynı renkli kumaşın 30 °C, 40 °C, 50 °C, 80 °C gibi çeşitli sıcaklıklara sahip olduğu anlarda yapılacak ölçümlerde sonuçlar farklı çıkar.

KOLORİMETRE İLE RENK TAYİNİ

Amaç	Kolorimetre kullanarak renki ölçümü yapmak.
Araç ve Gereç	Kolorimetre ve renk numuneleri.
Sağlık, Çevre ve Güvenlik Önlemleri	Çalışma koşullarına uygun kişisel koruyucu ekipmanlar kullanılmalıdır. Ortaya çıkan kontamine atıklar, ilgili yönetmeliklere uygun şekilde ortamdan uzaklaştırılmalıdır.

- √ Laboratuvar çalışmaları süresince işlem basamaklarına, güvenliğe ve temizliğe dikkat ediniz.
- √ Çalışma süresince performansınız öğretmeniniz tarafından uygulama sonunda verilen derecelendirme ölçeğine göre değerlendirilecektir.

İşlem Basamakları

1. Kolorimetreyi çalışır hâle getirip menü kısmından kalibre ayarlarını açınız.
2. Kalibrasyon yapabilmek için cihazın istediği talimatları yerine getiriniz.
3. Verilen renkli numuneleri cihaza okutunuz (Görsel 3.26, 3.27, 3.28 ve 3.29).
4. Cihaz ekranındaki renk skalası üzerinde numunelere ait rengin bölgesini gözlemleyiniz ve buna ait renk değerlerini not alınız.
5. Malzemeleri temizleyip teslim ediniz.
6. İşlem basamaklarında elde ettiğiniz bulguları ve gözlemlerinizi neden-sonuç ilişkisi çerçevesinde rapor hâline getiriniz.

Görsel 3.26: Kolorimetre ile rengin okunması

Görsel 3.27: Kolorimetre ile rengin okunması

Görsel 3.28: Kolorimetre ile rengin okunması

Görsel 3.29: Kolorimetre ile rengin okunması

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

PERFORMANS KRİTERLERİ	PERFORMANS DÜZEYİ			
	Çok iyi	İyi	Orta	Geliştirilebilir
1. Laboratuvar güvenlik kurallarına uygun koruyucu kıyafetler giydi.				
2. Kolorimetreyi çalışır hâle getirip menü kısmından kalibre ayarlarını açtı.				
3. Kalibrasyon yapabilmek için cihazın istediği talimatları yerine getirdi.				
4. Verilen renkli numuneleri cihaza okuttu.				
5. Cihaz ekranındaki renk skalası üzerinde numunelere ait rengin bölgesini gözlemleyerek buna ait renk değerlerini not aldı.				
6. Çalışma ortamını temizledi.				
7. Rapor hazırladı.				

Öğretmen görüşü: .....

3.3. LABORATUVAR ÇALIŞMASI

RENK ÇEMBERİ

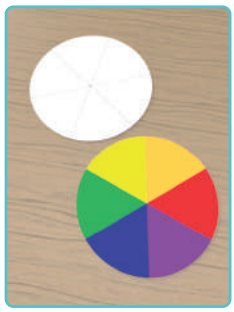
Amaç	Işık renklerinin birleşerek beyaz ışığa dönüştüğünü gözlemlemek.
Araç ve Gereç	Mukavva, renkli kalemler, elektrikli motor ve makas.
Sağlık, Çevre ve Güvenlik Önlemleri	Çalışma koşullarına uygun kişisel koruyucu ekipmanlar kullanılmalıdır. Ortaya çıkan kontamine atıklar, ilgili yönetmeliklere uygun şekilde ortamdan uzaklaştırılmalıdır.

- √ Laboratuvar çalışmaları süresince işlem basamaklarına, güvenliğe ve temizliğe dikkat ediniz.
- √ Çalışma süresince performansınız öğretmeniniz tarafından uygulama sonunda verilen derecelendirme ölçeğine göre değerlendirilecektir.

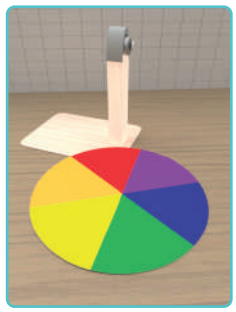
İşlem Basamakları

1. Mukavva üzerine daire çizerek 6 eşit parçaya bölünüz (Görsel 3.30).
2. Mukavvadan daire şeklinde parça kesiniz.
3. Kesilen parçanın üzerini eşit parçalarla aralarına boşluk bırakmadan sırasıyla kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi ve mor renkle boyayınız (Görsel 3.31).
4. Renklendirilen mukavvanın merkezini elektrikli motora takınız ve sabitleyiniz (Görsel 3.32).
5. Motoru çalıştırıp gördüğünüz rengi gözlemleyiniz (Görsel 3.33).
6. Malzemeleri temizleyip teslim ediniz.
7. İşlem basamaklarında elde ettiğiniz bulguları ve gözlemlerinizi neden-sonuç ilişkisi çerçevesinde rapor hâline getiriniz.

Görsel 3.30: Daire şeklinin hazırlanması



Görsel 3.31: Daire içindeki bölümlerin boyanması



Görsel 3.32: Motorlu düzeneğin hazırlanması

Görsel 3.33: Dönme ile oluşan rengin gözlemlenmesi

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

PERFORMANS KRİTERLERİ	PERFORMANS DÜZEYİ			
	Çok iyi	İyi	Orta	Geliştirilebilir
1. Laboratuvar güvenlik kurallarına uygun koruyucu kıyafetler giydi.				
2. Mukavvadan daire şeklinde parça kesti.				
3. Kesilen parçanın üzerini eşit parçalarla aralarına boşluk bırakmadan kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi ve mor renkle boyadı.				
4. Renklendirilen mukavvanın merkezini elektrikli motora takarak sabitledi.				
5. Motoru çalıştırıp gördüğü rengi gözlemledi.				
6. Çalışma ortamını temizledi.				
7. Rapor hazırladı.				

Öğretmen görüşü: .....

3.2. BOYADA RENK AYARI

Üretilen boyanın renginin cihazlar yardımıyla amaçlanan renk ile karşılaştırılması, uyumun sağlanması için gerekli ayarlamaların yapılması işlemidir.

3.2.1. Boya Renginin Ayarlanması

Boya endüstrisinde renkli boya üretiminin ilk işlemi müşteri tarafından seçilmiş olan / istenen rengin reçetesini oluşturmaktır. Reçete oluşturulurken dört ana sınıfa ayrılan renkler şunlardır:

1. Açık beyaz tonlu renkler,
2. Orta açık / koyuluktaki renkler,
3. Koyu renkler,
4. Sinyal renkler.

Bu sınıflandırmaya paralel olarak da boya üretiminde renk reçetesi üç ana bileşenden oluşur.

1. Mamul / baz boya: Boya içindeki ham maddeler renkli boya üretimine uygun olacak yarı mamul şekilde seçilir ve miktarları buna göre hassas şekilde ayarlanır. Yarı mamul ve baz boyalarda beyaz renk pigmenti olarak TiO_2 pigmenti kullanılır ve birim hacimdeki miktarı ayarlanarak sabitlenir. Eğer yapılacak renk tonu açık ise yüksek oranda TiO_2 kullanılır. Elde edilmek istenen renk koyu veya siyah ise burada TiO_2 tamamen reçeteden çıkarılır. Böylece hem yarı mamul / baz boyadan gelecek beyazlık oranı belirlenmiş olur hem de renk reçetesine ilave edilecek diğer renkli pigment miktarlarının hesaplamasında bir başlangıç noktası oluşması sağlanmış olur.

2. Ana renk tonu pigmenti / pastası: Her rengi oluşturan bir ana renk vardır ve bu rengi boyaya vermek için ilgili renk pigmenti / pastası seçilir.

3. Yardımcı renk pastaları: Ana rengi veren pigment / pasta üzerine renk tonunun ayarlanması için ilave edilen yardımcı renk pastalarıdır. Bu pastalar yardımı ile yapılmak istenen rengin açıklığı, koyuluğu ile sarılığı ya da maviliği ve yeşilliği ya da kırmızılığı ayarlanır.

Renkli boya üretiminde seçilen boyadaki pigment veya renk pastalarının, uygulanan yüzeye bağlı olarak güneş ışığına, sıcaklığa, suya, kimyasallara karşı dayanımları önemlidir. Su ve solvent bazlı boyalarda stabil kalabilen renk pigmentleri ve pastaları farklıdır. Dış cepheye uygulanacak boyalarda renk solması ve parlaklık kaybının önlenmesi için pigment veya renk pastalarının üst düzeyde dayanıma sahip olması gerekirken iç cephe boyalarda bu özelliklerin o kadar üst düzeyde olmasına gerek yoktur. Bu nedenle renk pigmentlerinin ve pastalarının da aralarında fark oluşur ve ticari olarak fiyat farkı ortaya çıkar.

Reçetesi belirlenmiş boya ise iki ana konsept üzerinden üretilir.

1. Fabrikada renkli boya üretimi
2. Perakende satış noktalarında renkli boya üretimi

Bu iki konseptten hangisinin tercih edileceğini firmaların kendi stratejik yaklaşımları, müşteri siparişleri ile o yıl hangi renklerin moda / trend olduğu kavramları belirler.

Fabrikalarda renkli boya üretimi aynı renk için gelen yüksek miktardaki talebi bir seferde karşılamak için yapılır. Böylece firma iş gücü, ham madde ve mamül stok yönetimi ile çevre dostu bir yaklaşım sergileyerek mümkün olan en ekonomik üretimi yapmayı hedefler. Ancak gelen sipariş miktarları renk partisi başına 500 L ve altı seviyelere düştüğünde artık yukarıda belirtilen konular verimli ve ekonomik olmadığından perakende satış noktalarında boya renklendirmesi yapılarak müşterinin istediği renkli boya ihtiyacı karşılanmış olur.

3.2.2. Fabrikada Renkli Boya Üretimi

Fabrikalarda renkli boya üretim süreci ilk olarak istenen renk için reçete oluşturulması ile başlar. Burada fabrikanın laboratuvarında yapılacak boyanın kapatıcılık, parlaklık ile iç veya dış cephede kullanılmasına göre taahhüt edilmiş olan özellikleri belirlenir. Daha sonra reçetede olması gereken renklendirici pigment ve renk pastalarının oranlarının belirlendiği küçük ölçekli çalışmalar yapılır. Bu çalışmalarda ya daha önce aynı üründen yapılmış olan benzer renk formüllerinden hesaplamalar ile yeni reçete oluşturulur ya da spektrofotometre ile sıfırdan ölçümler yapılarak istenen renk için bir başlangıç reçetesi oluşturulur. Her iki yöntemde de laboratuvar çapında ilgili ana ürüne ait yarı mamul kullanılarak küçük çaplı çalışmalar yapılır ve asıl üretimde kullanılacak reçete belirlenir. Burada amaç günlük üretim sırasında renkli ürünleri de çok hızlı şekilde üreterek hem müşteriye hızlı servis vermek hem de yukarıda açıklanan konularda firmanın verimli ve ekonomik çalışmasını sağlamaktır.

Üretimde laboratuvar tarafından verilen reçeteye göre renklendirilen boyadan yine laboratuvara bir miktar numune verilerek son renk ayarlaması yapılır. Bu son renk ayarlamasında spektrofotometre ve renk ölçüm ile ayarlama yazılımı birlikte kullanılır.

Renk ölçüm ve ayarlama yazılımları renk pigmentlerini satan firmalar tarafından spektrofotometre ve uzay geometri formülleri kullanmak suretiyle geliştirilmiş lisanslı ürünlerdir. Bu ürünler üretim sonrası kalite kontrol testleri sırasında renk ayarlama işlemlerinin hem daha hızlı yapılmasını hem de renk ayarlaması yapılan boyaların uygulama sonrası müşteri tarafından tam olarak seçilen renk olmasını sağlamaktadır.

Renk ayarı onaylaması yapılan boyalar doldurulur, etiketlenir ve daha sonra çeşitli sevkiyat aşamalarından geçerek müşteriye ulaştırılır.

3.2.3. Perakende Satış Noktalarında Boya Renklendirme

Perakende satış noktalarındaki boya renklendirme sistemleri, tüketicinin istediği renge anında ulaşmasını sağlar. Bu sistemlerde yapılan işlem renksiz olarak üretilen ve baz adı verilen ürünlerin makine kullanılarak istenen renk tonunun elde edilmesidir. Renklendirme işlemi yapılırken baz, renk pastası, renk katalogları, renk formülleri ve makine / ekipmanlar gerekir. Bu konsept perakende satış noktaları ve boya üreticisi firmalar için de oldukça avantajlıdır.

Bu avantajlardan bazıları şunlardır:

- Baz büyük miktarlarda üretildiği için üretim maliyeti düşer.
- Az miktarda üretilen ürünler daha ekonomik olur.
- Depolama maliyetleri minimuma iner.
- Bayi, fabrikada hazırlanmış renkli boya satışına göre daha fazla kâr eder.

Renklendirme sistemlerinin dezavantajları da vardır. Fabrikadan renkli olarak gelen ürünler ile makinelerde renklendirilen ürünler arasında az da olsa ton farkı olabilir. Farklı üretim partilerine ait bazlar ile üretilen renkler arasında ton farkları görülebilmektedir. Bu farklar çok düşük düzeyde olabileceği gibi dikkat edilmediği durumlarda emek, zaman ve maliyet açısından kayıplara neden olur.

Su bazlı boya pastaları ve solvent bazlı boya pastaları olmak üzere iki çeşit renk pastası vardır. Solvent bazlı pastaların çevreye ve insan sağlığına olumsuz etkileri nedeniyle su bazlı renk pastası seçmek daha uygundur. Seçilen pasta sisteminin ekonomik olması da önemlidir. Renklendirme sistemi ile üretilen renklerin satış fiyatı fabrika üretiminden düşük olmalıdır.

Pasta sistemine karar verilmesinden sonra üretilecek renkler belirlenir ve renk kartelaları oluşturulur. Üretilmek istenen renklerin hangi bazlarla ve hangi pastalarla üretileceği, renk maliyetleri vb. tüm veriler bilgisayar yazılımına yüklenerek spektrofotometre yardımıyla renk formülleri oluşturulur. Oluşturulan bu formüller, laboratuvarda bulunan renklendirme makineleri ile küçük ölçekteki bazların renklendirilmesiyle kontrol edilir ve gerekli görülürse düzeltmeler yapılır.

Renk maliyetlerini düşürmek amacıyla bazlar genellikle her ürün için iki farklı yoğunlukta üretilir. Bu bazların birbirlerine belli oranlarda karıştırılması ile ara bazlar elde edilir. Çok sık olmasa da tek bazlı uygulamalar da yapılmaktadır. Ancak tek bazlı sistemlerde koyu renkler üretilemez ya da renk maliyetleri çok yüksektir.

Bazların içeriği her zaman aynı değerlerde olmalıdır. En ufak sapmalarda dahi renk tonlarında değişiklikler yaşanır. Aynı şekilde satın alınan renk pastalarının her partisi sıkı şekilde test edilmeli ve daha sonra kullanıma sunulmalıdır.

3.2.4. Renk Ayarında Kullanılan Ekipmanlar

Fabrika ya da perakende satış noktasında renk ayarının doğru şekilde yapılabilmesi ekipmanlarla mümkündür. Bu ekipmanlar şunlardır:

Bilgisayar

Makineler ile gönderilen bilgisayar oldukça önemli bir ekipmandır. Dizüstü veya masaüstü bilgisayar, her ikisi de kullanılabilir fakat masaüstü bilgisayar tercih edilmelidir. Masaüstü bilgisayarlar daha ekonomiktir ve arızalarının giderilmesi dizüstü bilgisayarlara göre daha kolaydır.

Bilgisayar ve makinelerin korunması için UPS (kesintisiz güç kaynağı) kullanılması gerekir. Tam renklendirme esnasında elektrik kesilirse UPS sayesinde iş yarım kalmaz. Ayrıca bilgisayarı ve makinelerin pahalı elektronik kartlarını voltaj dalgalanmalarına karşı koruma altına alır.

Dispenser

Oluşturulacak rengi elde etmek için kullanılması gereken renk pastası ve kullanılması gereken miktarı, renk formüllerinde belirtilmiştir. Renk formüllerinde belirtilen miktarları hassas bir şekilde ayarlamaya yarayan makinelere **dispenser** denir. Dispenserlerin her bir renk pastası için ayrı haznesi ve pompası vardır. Manuel veya bilgisayar kontrollü otomatik modelleri bulunmakla birlikte otomatik dispenserler tercih edilmektedir.

Karıştırıcı

Renk pastası eklenen baz boyanın karıştırılmasını sağlayan makinedir. Boya kutusunun kapağı kapatıldıktan sonra makine içerisine yerleştirilerek sabitlenir. Dönme hareketiyle veya aşağı yukarı çalkalayarak karıştırma yapar. Dispenser ve karıştırıcılar için en önemli tercih sebebi mümkün olduğunca hızlı dozajlama yapabilen, basit ve kullanımı kolay, üzerinde çok fazla elektronik aksam bulunmamasıdır.

Mümkün olduğunca tek tip makine modeli kullanılması birçok avantaj sağlar. Makine modeli ne kadar çeşitlenirse yedek parça, eğitim ve bakım maliyetleri artar. Bunun yanında az sayıda farklı marka makine alınması ve kullanılması da faydalıdır. Böylece tedarikçiler arasında rekabet oluşturularak fiyat avantajları sağlanır.

3.4. LABORATUVAR ÇALIŞMASI

SPEKTROFOTOMETRE İLE RENK ÖLÇÜMÜ

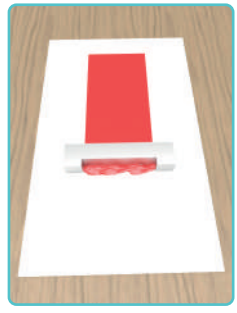
Amaç	Spektrofotometre kullanarak renk ölçümü yapmak.
Araç ve Gereç	Spektrofotometre, renk kartları, boya çeşitler ve aplikatör.
Sağlık, Çevre ve Güvenlik Önlemleri	Bu çalışma kesinlikle solvent bazlı boyalar ile **yapılmamalıdır**. Çalışma koşullarına uygun kişisel koruyucu ekipmanlar kullanılmalıdır. Ortaya çıkan kontamine atıklar, ilgili yönetmeliklere uygun şekilde ortamdan uzaklaştırılmalıdır.

- √ Laboratuvar çalışmaları süresince işlem basamaklarına, güvenliğe ve temizliğe dikkat ediniz.
- √ Çalışma süresince performansınız öğretmeniniz tarafından uygulama sonunda verilen derecelendirme ölçeğine göre değerlendirilecektir.

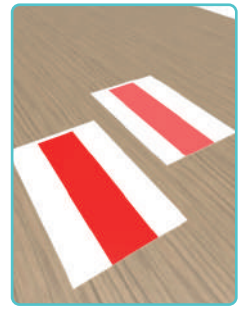
İşlem Basamakları

1. Spektrofotometre cihazının bağlantılarını yapınız ve cihazı kalibre ediniz (Görsel 3.34).
2. Aynı renk tonlarında olduğu düşünülen iki farklı boya numunesini alınız ve renk kartı üzerine aplikatörle 200 mikron kalınlığında boya uygulamasını yapınız (Görsel 3.35).
3. Boyanın kurumasını bekleyiniz (Görsel 3.36).
4. Spektrofotometre cihazı ile her iki boya numunesinin renk ölçümlerini yapınız (Görsel 3.37).
5. Ölçüm sonuçlarında ΔE değerinin 1'den büyük olup olmadığını kontrol ediniz.
6. Çalışma ortamını temizleyiniz.
7. İşlem basamaklarında elde ettiğiniz bulguları ve gözlemlerinizi neden-sonuç ilişkisi çerçevesinde rapor hâline getiriniz.

Görsel 3.34: Spektrometrenin kalibrasyonu



Görsel 3.35: Aplikatör ile boya uygulanması



Görsel 3.36: Uygulanan boyanın kuruması

Görsel 3.37: Boya numunelerinin ölçümü

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

PERFORMANS KRİTERLERİ	PERFORMANS DÜZEYİ			
	Çok iyi	İyi	Orta	Geliştirilebilir
1. Laboratuvar güvenlik kurallarına uygun koruyucu kıyafetler giydi.				
2. Spektrofotometre cihazının bilgisayar bağlantılarını yapar ve cihazı kalibre etti.				
3. Aynı renk tonlarında olduğu düşünülen iki farklı boya numunesini alarak renk kartı üzerine aplikatörle 200 mikron kalınlığında boya uygulamasını yaptı.				
4. Spektrofotometre cihazı ile her iki numunenin renk ölçümlerini yaptı.				
5. Ölçüm sonuçlarında ΔE değerini yorumladı.				
6. Çalışma ortamını temizledi.				
7. Rapor hazırladı.				

Öğretmen görüşü: .....

3. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

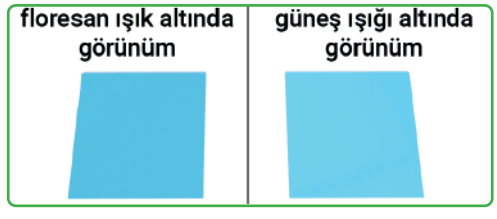
A) Aşağıdaki cümlelerde bırakılan boşluklara verilen kelimelerden doğru olanlarını yazarak cümleleri tamamlayınız.

sarı	görünür ışık	pigment
metamerizma	kızılötesi	magenta
spektrofotometre	tamamlayıcı	kolorimetre

1. İnsan gözüyle görülebilen elektromanyetik dalgalara ..... denir.
2. Kırmızı ışığın dalga boyundan daha büyük dalga boyuna sahip olan ışık bölgesi ..... olarak tanımlanır.
3. Tüm nesnelerin renklerini oluşturan farklı türdeki kimyasal yapılara ..... denir.
4. Boyada yeşil rengin tamamlayıcısı ..... rengidir.
5. Birbirleri ile karıştırıldığında siyah renk ortaya çıkaran renkler .....renklerdir.
6. Farklı pigmentler kullanılarak elde edilen aynı iki rengin, hem aynı hem farklı ışık kaynakları altında farklı renklerde algılanmasına ..... denir.
7. Renk ölçümü için ..... ve ..... cihazları kullanılır.

B) Aşağıdaki sorularda doğru cevap olan seçeneği işaretleyiniz.

8.



Yukarıdaki görselde verilen ışıksal olay aşağıdakilerden hangisidir?

A) Absorbsiyon
B) Emisyon
C) Metamerizma
D) Spektrum
E) Yansıma

9. **Aşağıdaki elektromanyetik spektrumlardan hangisi en küçük dalga boyuna sahiptir?**

A) Gama
B) Görünür bölge
C) Kızılötesi
D) Radar
E) Radyo

10. **Görünür bölgede bulunan elektromanyetik ışık dalgaları birleştirildiğinde aşağıdaki renklerden hangisi meydana gelir?**

A) Beyaz B) Cyan
C) Magenta D) Sarı
E) Siyah

11. **Aşağıda verilen boya bileşenlerinden hangisi boyanın görsel görünümünü sağlayan kimyasaldır?**

A) Bağlayıcı
B) Çözücü
C) Dolgu maddeleri
D) Pigment
E) Reçine

12. **Renk seçiminde kolaylık olması için kullanılan ve renklerin tonunu, parlaklığını, yoğunluğunu gösteren renk sistemi aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Doğal B) Munsell
C) Pantone D) Ral
E) RGB

13. **Aşağıdakilerden hangisi renk ölçüm cihazlarında ölçümü etkileyen faktörlerden biri değildir?**

A) Nem oranı
B) Sıcaklık
C) Yoğunluk
D) Yüzeyin düzgünlüğü
E) Zemin rengi

14. **Aşağıda verilenlerden hangisi perakende satış noktalarında kullanılan boya renklendirme sistemlerinin avantajlarından biri değildir?**

A) Üretim maliyetinin düşük olması
B) Nakliye maliyetinin yüksek olması
C) Depolama maliyetinin az olması
D) Düşük miktarda üretim yapılabilmesi
E) Kâr oranının yüksek olması

15. **Renklerin ölçeklendirilmesinde iki renk arasındaki renk farkı aşağıdaki parametrelerden hangisi ile ifade edilir?**

A) ΔE B) ΔL
C) Δa D) Δb
E) Δc

16. **İnsan beyninin beyaz, siyah, sarı, kırmızı, mavi ve yeşil renkleri saf olarak algıladığını, renklerin belirli oranlarda karıştırılmasıyla da diğer renklerin elde edildiğini söyleyen renk sistemi aşağıdakilerden hangisidir?**

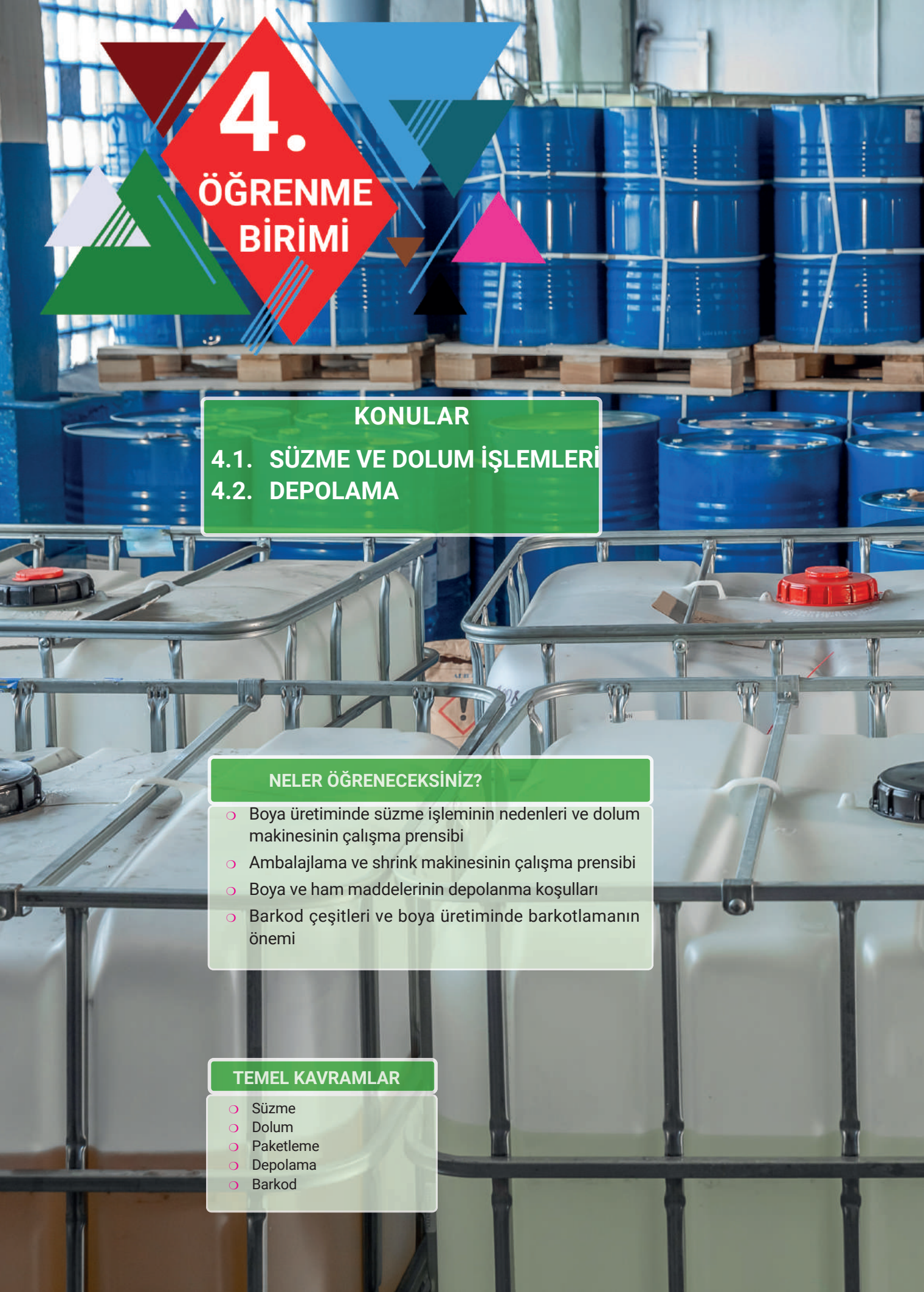
A) Doğal
B) Münsell
C) Pantone
D) Ral
E) RGB

17. **Sarı renkli boyanın tamamlayıcı rengi aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Cyan B) Kırmızı
C) Magenta D) Mavi
E) Yeşil

18. **Prizmadan geçen beyaz ışığın yedi farklı renge ayrılmasına neden olan olay aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Absorbsiyon
B) Emisyon
C) Kırılma
D) Metamerizma
E) Spektrum



4. ÖĞRENME BİRİMİ

KONULAR

4.1. SÜZME VE DOLUM İŞLEMLERİ
4.2. DEPOLAMA

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Boya üretiminde süzme işleminin nedenleri ve dolum makinesinin çalışma prensibi
- Ambalajlama ve shrink makinesinin çalışma prensibi
- Boya ve ham maddelerinin depolanma koşulları
- Barkod çeşitleri ve boya üretiminde barkotlamanın önemi

TEMEL KAVRAMLAR

- Süzme
- Dolum
- Paketleme
- Depolama
- Barkod

SÜZME, AMBALAJLAMA VE DEPOLAMA

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Boya ve ham madde depolarında karşılaşılan tehlikeler neler olabilir? Sınıfta arkadaşlarınızla değerlendiriniz.
2. Barkod kullanılmasının nedenleri neler olabilir? Sınıfta arkadaşlarınızla tartışınız.

4.1. SÜZME VE DOLUM İŞLEMLERİ

Üretilen boya içerisindeki yabancı partiküllerin uzaklaştırılması için süzme işlemi yapılmalıdır. Boya süzülmeden dolum işlemine geçilmez.

4.1.1. Süzme İşlemi

Üretimi tamamlanan ve gerekli kalite kontrol testlerinde istenen özelliklere ulaşan boya partileri süzme ve dolum işlemine alınır.

Uygulanan boya filminde görünümü bozan ve gelişigüzel dağılmış küçük parçacıkların olması istenmez. Bu parçacıklar disperse edilmemiş, iyi ezilmemiş veya topaklaşmış pigmentlerden, toz vb. küçük partiküllerden, reçine jeli parçalarından, çözücü şokundan kaynaklanan çökelmiş reçineden, boya ham maddeleri ve safsızlıklar arasında oluşabilen tepkimelerin ürünleri vb. etkenlerden kaynaklanır. Boya içinde tanecik sorununun kaynağı bulunmalıdır. Ancak, tanecikler yeni üretilmiş boyada görülmeyip depolama sırasında ortaya çıkıyor ise kaynağı bulmak oldukça güçtür. Tanecikler, üretim bittiğinde gözlemlenebiliyorsa süzülerek boyadan uzaklaştırılır.

Çalışma esaslarına göre süzme yöntemleri şunlardır:

Yerçekimi ile yapılan: Sıvı kendi ağırlığı ile süzülür. Sanayide en az kullanılan yöntemdir. Küçük işletmelerde filtre olarak süzgeç kâğıdı kullanılırken sanayide magnezyum hidroksit jeli kullanılır.

Basınç ile yapılan: Süzücü olarak naylon, pamuk, kumaş, delikli metal yaprak ve porselen buji kullanılır. Süzülmek istenen sıvıya basınç uygulanarak süzme işlemi gerçekleştirilir.

Vakum ile yapılan: Bu yöntemde membran filtre ve cam süzgeçler süzücü olarak kullanılır. Süzülmek istenen sıvı boyaya vakumlama işlemi uygulanır.

Santrifüj kuvveti ile yapılan: Daha çok süzülen katıyı elde etmek için tercih edilir. Bu yöntem için geliştirilmiş ultra filtreler vardır.

Boyada süzme işlemleri çoğunlukla vakumlu şekilde gerçekleştirilir. Görünümü bozan küçük parçacıkların oluşum sebebinin belirlenmesi ve üretim prosesinin bu etkiden arındırılması en iyi çözüm yöntemidir.

4.1.2. Dolum İşlemi

Boya dolum işleminde kullanılacak ambalaj türü ve ambalajın aldığı net boya miktarı belirlenir. Böylece dolum sayısı ve alacağı boya miktarıyla ilgili gerekli olan hesaplamalar kolaylıkla yapılır.

Dolum Kapasitesi = Saatlik üretim x günlük çalışma saati x yıl içinde çalışılan gün sayısı

Bu sayede bir dolum makinesinin tam verimle çalıştırılması hâlinde ulaşabileceği en yüksek kapasite hesaplanmış olur. Hesaplanan dolum kapasitesine ulaşmak her zaman mümkün değildir. Makinelerin arıza vermesi, dolum operatörlerinin çalışma durumu, fabrikanın diğer işleyişlerinde meydana gelen gecikmeler, makinenin manuel yöntemle çalışması ve eski model makine kullanımı dolum kapasitesini olumsuz etkiler.

Dolum makinelerinin otomatik veya manuel kullanımına bağlı olarak çalışma verimliliği değişir. Verimlilik artarsa teorik olarak hesaplanan dolum kapasite değerine yaklaşılır.

4.1. LABORATUVAR ÇALIŞMASI

BOYA SÜZME İŞLEMİ

Amaç	Yaş boya süzme işlemi yapmak.
Araç ve Gereç	Yaş boya, boya süzme aparatları, cam baget, spor, beher ve metal halka.
Sağlık, Çevre ve Güvenlik Önlemleri	Bu çalışma kesinlikle solvent bazlı boyalar ile **yapılmamalıdır**. Çalışma koşullarına uygun kişisel koruyucu ekipmanlar kullanılmalıdır. Ortaya çıkan kontamine atıklar, ilgili yönetmeliklere uygun şekilde ortamdan uzaklaştırılmalıdır.

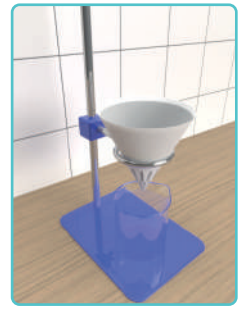
- √ Laboratuvar çalışmaları süresince işlem basamaklarına, güvenliğe ve temizliğe dikkat ediniz.
- √ Çalışma süresince performansınız öğretmeniniz tarafından uygulama sonunda verilen derecelendirme ölçeğine göre değerlendirilecektir.

İşlem Basamakları

1. Gerekli malzemeleri hazırlayarak yaş boyayı karıştırınız (Görsel 4.1).
2. Boya süzgecinde yırtılma veya delik olup olmadığını kontrol ediniz (Görsel 4.2).
3. Malzemeleri alarak spora metal halka bağlantısını yapınız (Görsel 4.3).
4. Üretimi tamamlanmış boyayı süzme işlemi için üretilmiş süzgeç kağıdına koyunuz.
5. Süzme işlemini yapınız (Görsel 4.4).
6. Malzemeleri temizleyip teslim ediniz.
7. İşlem basamaklarında elde ettiğiniz bulguları ve gözlemlerinizi neden-sonuç ilişkisi çerçevesinde rapor hâline getiriniz.

Görsel 4.1: Yaş boyanının karıştırılması

Görsel 4.2: Boya süzgecinin kontrol edilmesi



Görsel 4.3: Düzeneğin hazırlanması

Görsel 4.4: Boyanın süzülmesi

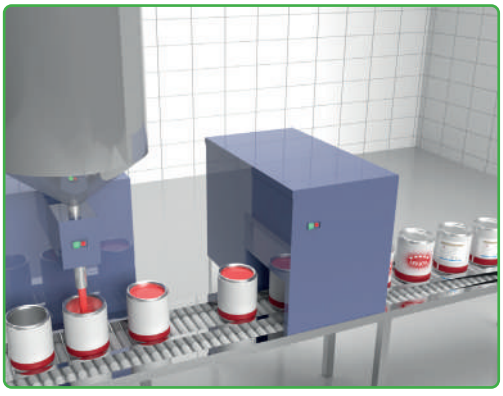
DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

PERFORMANS KRİTERLERİ	PERFORMANS DÜZEYİ			
	Çok iyi	İyi	Orta	Geliştirilebilir
1. Laboratuvar güvenlik kurallarına uygun koruyucu kıyafetler giydi.				
2. Üretimi tamamlanmış boyayı süzme işlemi için üretilmiş süzgece koydu.				
3. Süzme işlemini yaptı.				
4. Çalışma ortamını temizledi.				
5. Rapor hazırladı.				

Öğretmen görüşü: .....

4.1.2.1. Dolum Makineleri

Endüstriyel sıvı dolum makineleri gıda, boya, kimya ve ilaç sanayi gibi üretim tesislerinde sıklıkla kullanılır (Görsel 4.5). Dolum makineleri boya üretim sektöründe ürünlerin saklanma ve kullanma ömürlerini uzatmak, üretimi kolaylaştırmak ve hızlandırmak amacıyla kullanılır. Üretilen ürünlerin istenen miktarlarda doldurulup paketlenmesini ve birim ürün başına harcanan maliyetin azaltılarak kârın yükselmesini sağlar.



Görsel 4.5: Otomatik çalışan boya dolum makinesi

Endüstriyel sıvı dolum ünitelerinin üretimindeki özellikler şunlardır:

- Yüksek üretim hızı
- Büyük tesis boyutu
- Yüksek dolum hassasiyeti
- Tek seferde maksimum üretim miktarı
- Düşük birim maliyet

Sıvı dolum makinesinin çalışma hızı fabrikanın boya üretme hızına bağlıdır. Sıvı dolum makinelerinde kullanılan bütün parçaların eş sürelerde işlemlerini tamamlayacak şekilde programlanması gerekir. Dolum sistemi içerisinde en yavaş çalışan birim dolum süresini belirler.

Sıvı dolum makinelerinin boyutu, dolumu yapılacak olan ürüne ve konulmak istenen bölgeye uygun olması gerekir. Kompakt tasarım alan ihtiyacını azaltır ve maliyeti düşürür. Dolum sistemlerinin içerisinde kullanılan ağırlık ölçüm sensörleri bu türlü makinelerin maliyeti için önemlidir. Sensörlerin hassasiyeti artarsa dolum cihazlarının fiyatı da yükselir.

Dolum makineleri doldurma şekillerine göre değişiklik gösterir. Dolum makineleri, dolum paketinin boyutlarına ve içerisine koyulacak ürünün dolum oranına göre ayarlanır. İşleyiş türüne göre manuel, otomatik, yarı otomatik, ultrasonik, vibrasyonlu ve yatay paketleme makineleri vardır. Teknik ve mekanik özelliklerin farklılıkları makine fiyatlarına da yansır.

4.1.2.2. Doldurma Şekillerine Göre Dolum Makineleri

Ürünün fiziksel özelliklerine ve gerekli hassasiyete uygun farklı dolum makinesi çeşitleri bulunur.

Terazili dolum sistemleri: Dolum yapılacak ürünler tartılır ve ürünlerin paketlemesi yapılır. En büyük avantajı çok hassas ölçüm yapması ve yüksek çalışma hızıdır.

Vidalı dolum sistemleri: Vidalama sistemiyle, ürün paketin içine döndürülerek doldurulur. Gramaj işlemi vidanın dönüş sayısıyla ayarlanır.

Hacimsel dolum sistemleri: Bu sistem gramaj gerektirmeyen ürünler için kullanılır.

Sıvı dolum makineleri: Sıvı dolum makineleri, fabrikalarda yer alan üretim hatlarında en sık kullanılan makinelerden biridir. Sıvı yapıdaki ürünlerin paketlenmesi için kullanılır. Ürünlerin hazırlanma aşamalarında verimli, tutarlı ve güvenilir bir dolum yapılmasını sağlar.

Sıvı dolum makineleri ile dolum kapasitesini en üst seviyeye çıkarmak mümkündür. Sıvı dolum makinesinin seri üretimlerde hızlı olması ve makineye doldurulan sıvı miktarlarının birbirine çok yakın olması en önemli avantajlarındandır.

Gramaj ayarı yapıldıktan sonra tutarlı bir şekilde dolum işlemi yapılır. Ayrıca sıvı dolum makinelerinin dolum ucu değiştirilerek viskozitesi farklı, iri tanecik içeren özelliklere sahip sıvı ürünlerin dolumu da yapılabilir. Bir diğer avantaj da sağladığı hassas gramaj sayesinde dolum esnasındaki dökülme ya da taşma ile ortaya çıkan israfı, kirlenmeyi ve maliyeti en aza indirmesidir.

Dolumu yapılacak olan ürünü imalat kazanından direkt makinenin kendisi alıp ve dolumu da kendisi gerçekleştirdiği için üretim hattında kullanılan sıvı dolum makineleri aynı zamanda hijyeniktir. Köpüren veya hava almaması gereken malzemelerde dolum ucu sıvı malzemeyi dipten doldurmaya başlayıp sıvı yüzeyi ile yukarıya çıkarak dolum yapacak şekilde ayarlanır. Bu tip makineler hacimsel ve terazili olmak üzere iki farklı sistemle çalışır. 10 mL ile 20 L arasında değişen miktarlardaki sıvıları hassasiyetle doldurabilir. Dolum yapılacak kaplar dizme makinesine konulur ve dolum işlemi gerçekleştirilir. Dolum işlemi hızlı akış hızından yavaşa doğrudur. Ayarlanan doldurma sayısına ulaşıldığında dolum tamamlanır. Bu işlemin sonrasında etiketleme ve tarih kodlaması yapılır.

BİLGİ KUTUSU

KISITLAR TEORİSİ

Kısıtlar Teorisi, bir işletmenin etkin olarak nasıl yönetilebileceği konusunda işletmeyi bütün bir sistem olarak ele alarak bu sistemde tekrarlanan kısıt yönetimi düşüncesine odaklanan ve sürekli gelişmekte olan bir felsefe olarak tanımlanabilir. Kısıtlar teorisinin sistem performansını arttıran üç temel bileşenden oluştuğu kabul edilmekte olup bu üç bileşen; performans ölçütleri, lojistik bileşenler ve problem çözme / düşünme sürecidir. Kısıtlar teorisinin bileşenlerinden beş adım sürekli iyileştirme sürecinin sağlayacağı kısıt yönetimi ile işletmelerin üretim süreci daha etkin hâle gelebilecek, siparişler zamanında karşılanarak müşteri bağımlılığı ve pazar payı artırılabilecek, gereksiz yarı mamul stoklarının azalmasından dolayı maliyetler düşecek ve tüm bunların sonucu olarak da işletmeler kârlarını yükseltebilecektir. Kısıt yönetimi sürecinde izlenmesi gereken beş adım sürekli iyileştirme süreci şunlardır:

1. Adım: Kısıtların tespit edilmesi
2. Adım: Kısıtların nasıl düzeltileceğine karar verilmesi
3. Adım: İlgili her şeyin ikinci aşamanın uygulanması için seferber edilmesi
4. Adım: Kısıtların Ortadan Kaldırılması
5. Adım: Kısıtlar kaldırıldığında ilk aşamaya geri dönülmesi

Görüldüğü üzere beş adım sürekli iyileştirme süreci bir döngü biçiminde olup her sistemin en az bir kısıtı vardır ve bir kısıtın belirlenip ortadan kaldırılması sonucu yeni bir kısıt oluşmakta ve döngü bu şekilde devam etmektedir.

Özetle kısıtlar teorisinin beş adımlık sürekli iyileştirme süreci ile kısıtların yönetilmesi mümkün olabilmekte ve işletme kârlılığının artırılmasında etkili olan maliyet azalımı ile müşteri taleplerine zamanında karşılık verme unsurları gerçekleştirilebilmektedir. (Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi Mart 2016; 18 (1); 269-295, düzenlenmiştir).

4.2. LABORATUVAR ÇALIŞMASI

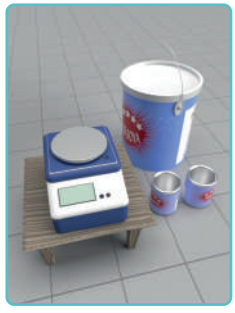
BOYA DOLUMU YAPILMASI

Amaç	Yaş boya dolumu yapmak.
Araç Ve Gereç	Boya dolum makinesi, yaş boya, ambalaj, boya ve terazi.
Sağlık, Çevre Ve Güvenlik Önlemleri	Bu çalışma kesinlikle solvent bazlı boyalar ile **yapılmamalıdır**. Çalışma koşullarına uygun kişisel koruyucu ekipmanlar kullanılmalıdır. Ortaya çıkan kontamine atıklar, ilgili yönetmeliklere uygun şekilde ortamdan uzaklaştırılmalıdır.

- √ Laboratuvar çalışmaları süresince işlem basamaklarına, güvenliğe ve temizliğe dikkat ediniz.
- √ Çalışma süresince performansınız öğretmeniniz tarafından uygulama sonunda verilen derecelendirme ölçeğine göre değerlendirilecektir.

İşlem Basamakları

1. Deneyde kullanacağınız malzemeleri ders öğretmeninizden alınız (Görsel 4.6).
2. Siparişe göre istenen boya için ambalaj hazırlayınız.
3. Dolum makinesini hazırlayınız (Görsel 4.7).
4. Ambalajın darasını alınız (Görsel 4.8).
5. Tartım yaparak dolumlama işleminin doğruluğunu kontrol ediniz (Görsel 4.9).
6. Malzemeleri temizleyip teslim ediniz.
7. İşlem basamaklarında elde ettiğiniz bulguları ve gözlemlerinizi neden-sonuç ilişkisi çerçevesinde rapor hâline getiriniz.



Görsel 4.6: Malzemelerin hazırlanması

Görsel 4.7: Boya ile doldurulmuş dolum makinesi

Görsel 4.8: Ambalajın darasının alınması

Görsel 4.9: Dolum işleminin yapılması

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

PERFORMANS KRİTERLERİ	PERFORMANS DÜZEYİ			
	Çok iyi	İyi	Orta	Geliştirilebilir
1. Laboratuvar güvenlik kurallarına uygun koruyucu kıyafetler giydi.				
2. Siparişe göre istenen boya için ambalaj hazırladı.				
3. Dolum makinesini hazırlar ve istenen miktarda ürünü ambalaja doldurdu.				
4. Tartım yaparak dolumlama işleminin doğruluğunu kontrol etti.				
5. Çalışma ortamını temizledi.				
6. Rapor hazırladı.				

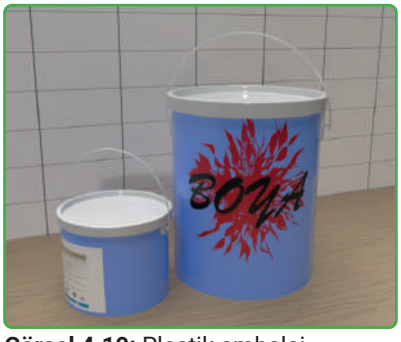
Öğretmen görüşü: .....

4.1.3. Boya Sektöründe Kullanılan Ambalaj Çeşitleri

Üretimi tamamlanmış boyanın son kullanıcıya ulaşması, boyanın dış ortam şartlarından korunması ve taşınması için üretilmiş küçük ya da büyük ölçekli kaplara **ambalaj** denir. Boya sektöründe plastik ya da metal ambalaj kullanılır.

Plastik ambalajlar

Plastik, doğal ya da sentetik olarak üretilmiş etilen, propilen, stiren vb. organik bileşiklerin polimerleşmesiyle elde edilir. Plastik üretiminde selüloz, ham petrol türevleri, kömür vb. maddeler yaygın olarak kullanılır. Türkiye'de plastik ambalaj sektörü yıllık bir milyon ton civarında bir kapasiteye sahiptir ve bu miktar her geçen gün artmaktadır.



Görsel 4.10: Plastik ambalaj

Plastik ambalajların değişik çeşitleri mevcuttur (Görsel 4.10). Bu çeşitlerin en başında gelenler PET (polietilentereftalat), PC (polikarbonat), PVC (polivinilklorür), PS (polistren) ve PE'dir (polietilen). Bu isimler ambalajların kimyasal yapısını belirtir.

Boya sektöründe solvent bazlı çözücüler için plastik ambalajlar yerine metal ambalajlar kullanılır.

Metal ambalajlar

Metal ambalajlar, alüminyum ve teneke olarak da adlandırılan ince çelik saclar olmak üzere başlıca iki çeşit malzemeden yapılır. Çelik sacların yüzeyleri kalay ve organik laklar ile kaplanarak çeliğin doğrudan ürün ile temas etmemesi ve korozyona karşı dayanıklı olması sağlanır. Kullanılan üretim teknikleri ve makineler sayesinde metal malzemelere istenen şekillerin verilebilmesi, kolay açılan kapakların geliştirilmesi, yüksek dayanıklılık ve sızdırmazlık özelliği nedeniyle metal ambalajlar tercih edilir. Boya dışında gıda ve kimyasal maddeler vb. ürünlerin ambalajlanmasında da kullanılır (Görsel 4.11). Metal ambalaj ışık, hava ve suya karşı güçlü bir bariyer oluşturur.

Görsel 4.11: Metal ambalaj

4.1.4. Paketleme Makineleri

Ambalajlama içindeki ürünü, yapı ve şekline göre muhafaza eder. Ürünün taşınmasını, korunmasını ve saklanmasını kolaylaştırır. Ambalajların kullanım alanı çok geniştir. Yiyecekten mobilyaya, ilaçtan mücevhere kadar hemen her şey ambalajlanabilir. Gündelik yaşantımızın her alanında ambalajlar yer almaktadır. Cam, kâğıt, plastik, selofan, bakalit, teneke, ahşap gibi birçok malzeme ambalaj olarak kullanılmaktadır. Boya sektöründe shrink (şirink) ve streçleme makinesi kullanılır.

Shrink makinesi: Daha önceden ambalajlanmış, bir ya da birden fazla ürünün paketlenmesine **shrink paketleme** denir. Shrink makinesi ile paketlemede ürün ya da ürünlerin etrafı plastik filmler ile sarılır (Görsel 4. 12). İnsan gücü gerektirmediğinden zamandan tasarruf ile en önemlisi üretilen üründe görsel açıdan yüksek kalite ve koruma sağlar. Manuel, yarı otomatik ve tam otomatik çeşitleri vardır.

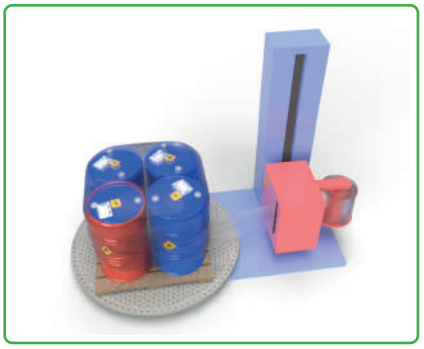
Görsel 4.12: Shrink makinesi ile paketleme

Shrink makinesi iki aşamalı çalışma prensibine sahiptir. İlk aşamada paketlenecek ürünün etrafını PE (Polietilen) vb. ambalaj filmi ile sarar, ikinci aşamada ise ürünün etrafını saran filmin kenarlarını ısı etkisiyle kaynak yapar ve sonrasında sıcak hava akımı ile filmin gerginleşmesini sağlayarak açılmaz koruyuculuk sağlar. Bu işlem tek bir ürüne uygulanabildiği gibi çoklu paket tek bir paket hâline getirerek ürünlerin daha kaliteli bir ambalaja sahip olması sağlanır.

Shrink makinesi ile yapılan paketlemenin avantajları şunlardır:

- Ürünün şeklini alan paketleme sayesinde ürüne, taşıma sırasında sağlamlık ve kaliteli bir görünüm kazandırır.
- Ürünün açılmadığının garantisi olarak son kullanıcıya güven sağlar.
- Birden fazla paketi tek bir paket hâline dönüştürür.
- Katalog, dergi ve benzeri ürünlerin yırtılmadan son kullanıcıya ulaşmasını sağlar.
- Ürünlerin temiz kalmasını sağlar.

Streçleme makinesi: Yarı otomatik ve tam otomatik çalışan tipleri vardır. Farklı çalışma şekillerine sahip olsalar da sarım alanına konveyör veya forklift yardımıyla getirilen ürünlerin streçlenmesini sağlar (Görsel 4.13). Bunu yaparken ürünlerin etrafında dairesel olarak dönen bir kol ya da tabla kullanır. Ürün tabla üzerinde dönerken streç rulosu dikey eksende hareket eder ve büyüklüğüne göre saatte belli miktarda palet streçlenir. Streçleme makinelerinde çalışma hızı önemlidir. Saat başına streçleme işlemi yapabildiği palet sayısı çalışma hızıdır. Streçleme makineleri streç sarım makinesi olarak da isimlendirilir.



Görsel 4.13: Streçleme makinesi ile paketleme

BİLGİ KUTUSU

ETİKETLEME İŞLEMİ

Kimyasal madde ve karışımlarının ticareti, küresel pazarı da ilgilendiren bir konudur. Birleşmiş Milletler dünya çapında ticareti kolaylaştırmak, insan sağlığını ve çevreyi korumak amacıyla sınıflandırma ve etiketleme konusunda uyumlaştırma kriterleri geliştirmiştir. Kimyasalların sınıflandırılması ve etiketlenmesi konusunda yapılan çalışmalar Küresel Uyumlaştırılmış Sistem (UN GHS) olarak adlandırılmıştır.

Ülkemizde de maddelerin ve karışımların sınıflandırılması, etiketlenmesi ve ambalajlanması hakkında yönetmelik (SEA Yönetmeliği) 2013 yılında Resmî Gazete'de yayımlanmıştır. SEA yönetmeliği, Türkiye'de yasal olarak bağlayıcıdır. Endüstride doğrudan uygulanır.

SEA yönetmeliği sayesinde işletmeler, bir yandan tedarik ve kullanım için diğer yandan taşımacılık için sınıflandırma ve etiketleme kurallarının küresel uyumlaştırmasından ve aralarındaki tutarlılıktan yararlanmaktadır.

SEA yönetmeliğinin temel amaçları arasında kimyasal madde veya karışımların zararlı olarak sınıflandırılmasına yol açacak özellikler gösterip göstermediğini belirlemektir. Böyle özellikler belirlendiğinde ve madde veya karışım uygun olarak sınıflandırıldığında, üretim ve tüketim zincirinde bulunan tüm paydaşlar bu bilgileri birbiriyle paylaşmak zorundadır.

4.2. DEPOLAMA

Üretimi tamamlanmış ürün depoda uzun süre kalıyorsa **statik depolama**, kısa bir süre bekliyorsa **dinamik depolama** denir. **Ara depolama** ise üretilen malların başlangıç malzemelerinin hazırlanmasından son üretim aşamasına kadar üretim süreçleri içinde üretim kademeleri arasında beklemesidir.

4.2.1. Depolama Güvenliği

Kimya sektöründe güvenli çalışma ortamı için depolama çok önemli yer tutar. Güvenli depolama yapılabilmesi için ham madde, yarı mamul, mamul, atıklar olmak üzere kullanılan tüm kimyasalların envanteri çıkarılır. Envanterde tarih, kimyasalın adı, formülü, markası, ambalaj büyüklüğü, miktarı, tehlike sınıfı, adedi ve depolandığı yer vb. bilgiler bulunmalıdır. Maddelerin ve karışımların sınıflandırılması, etiketlenmesi ve ambalajlanması hakkında yönetmelik ve güvenlik bilgi formları dikkate alınarak kimyasalların tehlike sınıfları belirlenmeli ve uygun semboller kullanılarak etiketleme yapılmalıdır (Görsel 4.14).

Görsel 4.14: Tehlikeli maddeler için kullanılan güvenlik piktogramları

Tehlike sınıfı göz önünde bulundurulup birbirleriyle reaksiyon vermeyecek şekilde kimyasallar gruplanarak depolanır.

Her kimyasal için özel depolama kuralları bulunmakla birlikte depolamada dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- Deponun bir bölümünde gerçekleşen kazanın diğer bölümleri etkilemesini engellemek için kimyasallar gruplara ayrılır ve aralarına uygun malzemeden yapılmış bariyerler yerleştirilerek depolanır.
- Ham maddeler, yarı mamuller ve son ürünler için depolama koşulları, süresi, düzeni gibi hususları içeren talimatlar hazırlanarak çalışanlar bilgilendirilir.
- Kimyasalların içeriği ve dahil olduğu kategori kabın etiketinde belirtilmelidir.
- Kaplar, içerisindeki kimyasal maddeler ile herhangi bir etkileşime girmeyecek ve tam uyumlu kapakları olan malzemeden üretilmiş olmalıdır.
- Kapların depolanmasında, istiflenmeye uygun olarak üretilmiş 200 L'lik kaplar dikeyde en fazla 3 sıra, yatayda en fazla 4 sıra olmalıdır.
- Kaplar, herhangi bir sızıntı durumunda alevlenebilir buhar ya da sıvı birikimini önleyecek şekilde çok sıkışık olmayan geniş yerlerde istiflenir.
- Tankların çalışma kapasitesi ve en fazla doldurulabileceği kimyasal miktarı belirlenmeli ve tank içindeki madde miktarını gösteren donanıma sahip olmalıdır.
- Depolama tankları başka bir tankın üzerine, binaların altına, çatısına, tünele, kasise ve kanalizasyonun üzerine yerleştirilmemelidir.
- Tanklar binaların içinde olmamalıdır. Eğer bina içerisinde olması gerekiyorsa bir gün ya da bir vardiyadan fazla tutulmamalı ve gerekli ek güvenlik önlemleri alınmalıdır.
- Tanklar, standartlara göre içinde saklanacak kimyasalın fiziksel ve kimyasal özelliklerine uygun malzemeden üretilmiş olmalıdır.

- Antistatik plastik malzeme kullanılmalı, elektrostatik boşalma ile kap içerisindeki kimyasalın alevlenme ihtimali gözden kaçırılmamalıdır.
- Plastiklerin, aşınma ihtimaline karşı uzun süre güneşe maruziyeti önlenmelidir.
- Tankların içerisinde bulunan kimyasala ve tank büyüklüğüne uygun acil durum tahliye vanaları bulunmalıdır.
- Kaçak, dökülme ve yangına yönelik acil durum eylem planları hazırlanmalı, sensör ve yangın söndürme sistemleri kurulmalı, tatbikatlar yapılmalıdır.
- Depoların sıcaklığı kimyasalların alt alev alma limitini aşan buharının oluşumu ya da buharlarla havanın karışarak kendi kendine yanma olasılığı dikkate alınarak belirlenmelidir.
- Yangın ve havalandırma sistemleri depolarda bulunan kimyasal türüne ve miktarına uygun olmalıdır.
- Depolama alanında yapılacak tamirler yetkili kişiler tarafından gerekli güvenlik önlemleri alınarak yapılmalıdır.
- Depolama alanına yönelik bir saldırıya karşı gerekli önlemler alınmalıdır.
- Alınan önlemler, güvenli depolama için diğer önlemleri ve acil durumlarda güvenli bölgeye erişimi engellememelidir.

BİLGİ KUTUSU

Seveso felaketi, 10 Temmuz 1976' da İtalya'da Lombardiya bölgesinde yer alan küçük bir kimyasal üretim fabrikasında meydana gelen bir endüstriyel kazadır. Üretim reaktöründeki kontrolden çıkan operasyon sonucu çevreye çok toksik olan bir gaz salınımı olmuştur.

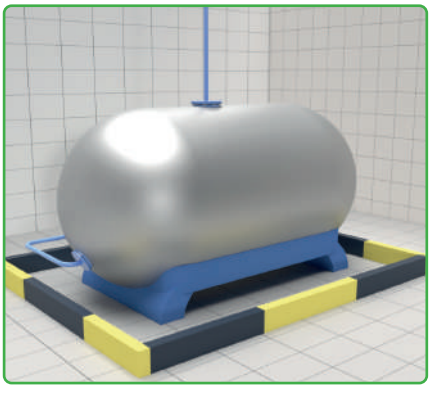
Kasabada kısa bir süre içinde hayvan ölümleri görülmeye başlanmış, patlamadan 5 gün geçtikten sonra da hastaneye başvurular başlamıştır. Yapılan kontroller sonunda kasabada geniş bir bölgenin tamamen kirlendiği anlaşılmış ve 100 kadar ev tamamen boşaltılmıştır. Bu felaket sonucunda yayılma-saçılma-patlama-bütünlük kaybı gibi nedenlerden kaynaklanan kazalara karşı alınacak önlemlerin ve tarafların yükümlülüklerinin yer aldığı direktif Avrupa Birliği'nde Seveso Direktifi olarak tanınmaktadır.

Seveso Direktifleri Türkiye'de, 2010 tarihinde yayımlanmış olan **"Büyük Endüstriyel Kazaların Kontrolü Hakkında Yönetmelik"** kapsamında uygulanmaktadır. Ancak bu direktifler yerini 2013 yılında, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı ile Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yayımlanan yönetmeliğe bırakmıştır.

Bu yönetmelik; kuruluşların tesisleri dahilinde üretim, depolama ve / veya satış amacıyla tehlikeli maddeleri bulunduran kuruluşlarda büyük endüstriyel kazaların önlenmesi, doğabilecek kazaların insanlara ve çevreye olan zararlarının en düşük seviyeye indirilebilmesi, etkili ve sürekli bir korunmayı ve risk yönetimini sağlamak için alınması gereken tüm önlemleri belirlemeyi amaçlamaktadır.

4.2.2. Boya Ham Maddeleri Gruplarına İlişkin Depolama Kuralları

Boya sanayisinde kullanılan ham maddelerin büyük çoğunluğu yanıcı özelliğe sahiptir. Kullanılan tüm ham maddelerin özelliklerine uygun güvenlik tedbirleri alınmalıdır.



Görsel 4.15: Sızıntılara karşı önlem olarak etrafı set ile çevrilmiş sıvı depolama tankı

Çözücüler (solventler) ve incelticiler

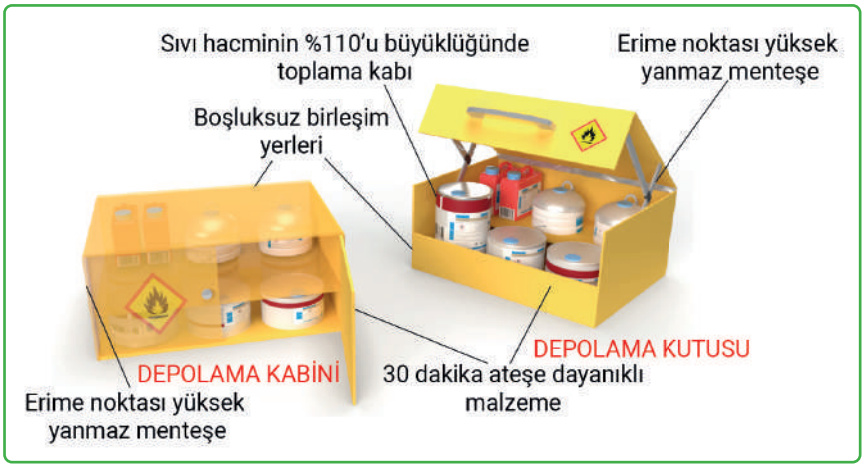
Boya sanayisinde en çok organik hidrokarbon çözücüler kullanılır. Bunun yanında hidrokarbonda çözünmeyen reçineleri çözmek için oksijenli çözücüler de kullanılmaktadır.

Boya üretiminde yaşanan kazalar büyük oranda çözücülerin sebep olduğu yangınlar ve patlamalardır.

Çözücülerin depolanması sırasında dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- Çözücülerle reaksiyona girip tehlike oluşturabilecek kimyasallar ayrı depolanmalıdır.
- Çözücüler, alevlenme olmayacak şekilde uygun koşullarda depolanmalıdır.
- Kolay tutuşabilen malzemeler çözücülerle aynı ortamda depolanmamalıdır.
- Kaplar doldurulurken çözücünün depolama sıcaklığında buharlaşması durumu göz önüne alınarak yeterli boşluk bırakılmalıdır.
- Depolama alanının zemini dökülme, sızma gibi durumlarda kontrolsüz birikme yapmamalı; geçirgen olmayan malzemeden yapılmalıdır. Ayrıca dökülen veya sızan sıvının drenaj kanalı ya da küçük set duvarlar (sütre) yardımıyla toplanması sağlanmalıdır (Görsel 4.15).
- Kapların doğrudan güneş ışığına maruz kaldığı ya da şeffaf çatının altında muhafaza edildiği durumlarda oluşabilecek risklere karşı özel uyarı sistemleri kurulmalıdır.
- Depolama tanklarından dolum yapıldığı esnada akışkanın hızı belirli sınırlar içinde tutulmalı, antistatik hortumlar kullanılmalıdır. Statik elektrik kaynaklı riskleri engellemek için kullanılan metal ekipmanlar topraklanmalıdır.
- Alınan önlemlere rağmen, oluşabilecek alevlenebilir gaz ya da sıvı kaçakları ve bunların yanma ihtimali göz önünde bulundurulmalı. Isı, elektrik, mekanik, kimyasal ve her türlü alev oluşturabilecek kaynaklar ortamdan uzak tutulmalıdır.
- Çözücülerin depolandığı alanlarda, tüm ekipmanlar ve koruyucu sistemler ex-proof özellikte olmalıdır.
- Parlayıcı çözücülerin temizliğinde basınçlı hava kullanılmamalıdır.
- Parlama noktası düşük olan çözücüler daha çabuk yangına sebep olabildiğinden, herhangi bir acil durumda hızlı izole etmek için, diğerlerinden ayrı bir bölümde depolanmalıdır.
- Parlama noktaları 40 °C'den düşük olan hidrokarbonlar plastik kaplarda depolanmamalıdır.
- Çok alevlenebilir ya da parlama noktası ortamın maksimum sıcaklığının altında olan sıvılar, kabinlerde ya da küçük depolarda, en fazla 50 litrelik kaplarda muhafaza edilmelidir.
- Parlama noktası 60 °C'den düşük olan alevlenebilir, diğer sıvılar ise en fazla 250 L'lik kaplarda saklanmalıdır.

- Asitlerden ve oksitleyicilerden uzak depolanmalıdır.
- Çözücü buharlarının birçoğu havadan ağır olduğu için yerde birikmektedir. Depolama yerlerinin, zemin ya da bodrum katlarına yapılması durumunda havalandırılması güç olacaktır. Yerleşke planlanırken bu husus dikkate alınmalıdır.
- Çözücülerin kapakları kapalı tutulmalı, sızıntı ya da delinme durumu sürekli kontrol edilmelidir. Kaplar, döküntülerin, sızıntıların birikebileceği ve toplam sıvı hacminin %110'u büyüklüğünde, güvenli malzemeden yapılmış kutu ve kabinlerde muhafaza edilmelidir (Görsel 4.16).
- Depoların dışında sadece günlük kullanılacak miktar kadar çözücü tutulmalıdır.



Görsel 4.16: Tehlikeli sıvı madde depolama kabini ve depolama kutusu

BİLGİ KUTUSU

Ex-proof (Ekspırof) Nedir?

Ex-proof, Explosion Proof (Ekspiloşın pırof) kelimesinin kısaltılmışıdır ve patlamaya dayanıklı anlamına gelir. Kömür madenlerinde, hububat silolarında, ahşap sektöründe, ekmek fırın ve fabrikalarında yanıcı, parlayıcı ve patlayıcı maddelerle uğraşan sanayi kollarında gaz, toz veya yanıcı madde buharı gibi nedenlerle patlayıcı ortam meydana gelir. Elektrik aletlerinin çıkardığı kıvılcım ve ark bu ortamları tehlikeye düşürmekte ve patlamalara neden olmaktadır. Bu nedenlerle bu gibi iş yerlerinin patlayıcı ortamlarında kullanılan elektrik aletleri farklı olmak zorundadır (Görsel 4.17). Bu ortamlarda kullanılan elektrikli aletlere **ex-proof elektrikli aletler** adı verilmektedir.

Görsel 4.17: Patlama riski olan ortamlarda Ex-proof alet kullanılmalıdır.

Bağlayıcılar (Reçineler)

Boyadaki farklı maddeleri bir arada tutan ve reçine olarak da bilinen boyanın ana ham maddesidir. Farklı çeşitleri olan bağlayıcıların depolanması sırasında dikkat edilecek hususlar şunlardır:

- Bağlayıcı türüne göre bulunduğu kaplar ve depolama şartları güvenlik bilgi formuna uygun olmalıdır.
- Depolama alanları, serin, kuru ve iyi havalandırılmış olmalı ve genel istifleme kurallarına dikkat edilmelidir.
- Yangın durumunda reçine türüne uygun ve güvenlik bilgi formunda yer alan yangın söndürücüler kullanılmalıdır. Örneğin epoksi reçine yangınında alkole dirençli köpük, karbondioksit ve kuru toz kullanılabilir.
- Depoların parlayıcı sıvılarla doldurulması veya boşaltılması sırasında araç ile depo arasında topraklama hattı bağlantısı yapılmalıdır.
- Reçinelerin alevlenebilir sıvı kategorileri belirlenmeli ve kategoriye uygun koşullarda depolanmalıdır.
- Kolay tutuşabilir ve oksitleyici maddeler ile bağlayıcılar farklı ortamda depolanmalıdır.
- Bağlayıcı kaplarının doğrudan güneş ışığına maruz kaldığı ya da şeffaf çatının altında muhafaza edildiği durumlarda oluşabilecek risklere karşı özel uyarı sistemleri kurulmalı ve koruyucu sistemler alev sızdırmaz olmalıdır.

Pigmentler ve dolgu maddeleri

Pigmentler boyaya renk, örtücülük gibi optik ve görsel özellikler veren ve 0,01-1,0 mikron boyutlarında olan toz hâldeki maddelerdir. Dolgu maddeleri ise boyaya ek özellikler sağlayan ve maliyeti düşürme amaçlı kullanılan iri taneli toz maddelerdir. Bu maddeleri depolama esnasında dikkat edilecek hususlar şunlardır:

- Tehlike sınıfına uygun depolanarak birbirleriyle etkileşimleri önlenmelidir.
- Özellikle tehlikeli ve solunması sağlık açısından zararlı olanlar belirlenmeli ve yırtılmalara karşı paketleri sağlam olmalıdır.
- Açılan paketler dikkatlice tekrar kapatılmalı, açık şekilde bırakılmamalıdır.
- Depoların havalandırması iyi olmalı, kullanım ve istifleme esnasında çalışanlar uygun maskeler kullanmalıdır.

Katkı maddeleri

Boyaya çeşitli özellikler katmak için kullanılan ve çeşitli kimyasal ve biyolojik özelliklerde olabilen maddelerdir. Bu maddelerin depolanması esnasında da tehlike sınıflandırılmasına özen gösterilmeli ve benzer özelliklere sahip kimyasallar birlikte depolanmalıdır.

4.2.3. Boya Sanayisinde Kullanılan Depo Türleri

Boya sanayisinde kullanışlı olan depo türleri şunlardır:

Ham madde depoları: Üretimde kullanılan ham madde hâlindeki ürünler depolanır. Ham madde depoları üretim sürecine ürün sağladığı için bu depoların üretim tesislerine yakın yerlerde kurulması önemlidir. Bu durum üretim ile ham madde deposu arasındaki taşıma mesafesini ve üretim süresini kısaltır. Depolanacak ürünün özelliğine bağlı olarak açık veya kapalı alanlar olabilir. Bazı ham madde depolarındaki ürünlerin boyutları çok büyük olduğundan yer tasarrufu depo yönetimi için önemli bir unsurdur. Bu depolarda depo yerleşim düzeninin yer tasarrufunu sağlayacak şekilde gerçekleştirilmesi önemlidir.

BİLGİ KUTUSU

FIFO yöntemi (İlk giren ilk çıkar): FIFO; İngilizce olarak **F**irst **I**n **F**irst **O**ut (Först İn Först Aut) kelimelerinin baş harflerinden oluşur. FIFO değerleme yöntemi, üretime verilecek olan veya satılacak malların stoğa ilk önce giren mallardan olması gerektiği varsayımına dayanır. Stoktaki malların kullanılması ilk alınan mallardan başlanarak sırasıyla devam eder. Yani stoğa giren mallar yine giriş sırasıyla stoktan çıkar.

LIFO yöntemi (Son giren ilk çıkar): LIFO; İngilizce olarak **L**ast **I**n **F**irst **O**ut (Last İn Först Aut) kelimelerinin baş harflerinden oluşur. LIFO değerleme yöntemi, üretime verilecek olan veya satılacak malların stoğa son olarak giren mallardan olması gerektiği varsayımına dayanır. Stoktaki malların kullanılması son olarak alınan mallardan başlanarak geriye doğru sırasıyla devam eder. Yani stoğa giren mallar giriş sırasının tersine göre stoktan çıkar.

Tehlikeli madde depoları: Tehlikeli maddeler; yanıcı, patlayıcı, tutuşturucu gibi özelliklere sahip maddelerdir. Bu maddeler özelliklerine göre dokuz gruba ayrılır ve her bir grup tehlikeli madde, farklı etiket ve işaretle belirtilir. Bu türden maddelerin bulundurulduğu depolar tehlikeli madde depoları olarak sınıflandırılır. Tehlikeli madde depolarında diğer depolardan farklı olarak ürünlerin depoya teslim edilmesinden müşteriye tesliminin tamamlanmasına kadar özel güvenlik önlemleri alınır. Depo personeli acil durumlar için hazırlıklı ve eğitimli olmalıdır.

Tasnif deposu: Tasnif depoları malzemelerin depolanması sırasında belli bir düzenlemenin ve ayırımın yapıldığı yerlerdir. Burada bulunan malzemelerin depolama süresi kısadır.

Yüksek raflı depo: Yüksekliği 12 metreden fazla olan depolardır. Bazı depoların yüksekliği 30 metreyi aşarken genişliği 120 metreye kadar ulaşabilir.

4.2.4. Depo Uygulamalarında Barkod Sistemi

Üretime ve depolamaya ait bilgilerin bilgisayar ortamına aktarılması manuel veya otomatik olarak yapılır. Klavye üzerinden manuel bilgi girişi esnasında insan faktöründen kaynaklanan hata oranı yüksektir. İstatistiki veriler manuel bilgi girişlerinde hata yapma olasılığını %76 göstermiştir. Bu sebeple otomatik olarak bilgi girişi yapmak daha hızlı ve güvenilirdir. Bu anlamda barkod uygulaması en iyi bilgi tanımlama teknolojisidir ve tüm üretim işlemlerine ait bilgi bulunur. Barkodlar günümüzde neredeyse her yerde karşılaşabileceğimiz bir simge durumunu almıştır.

Barkod, farklı kalınlıktaki dik çizgiler ve boşluklardan oluşan, taşıdığı verinin otomatik olarak başka bir ortama aktarılması için kullanılan bir etikettir. Çizgi kodu olarak da adlandırılır. Barkod, verilerin özel optik okuyucular ile hızlı ve hatasız okunmasını sağlamakla kalmaz aynı zamanda fiyat vb. verilerin kısa sürede güncellenmesini sağlar ve işçilik maliyetini düşürerek zamandan tasarruf etme gibi avantajlar da sağlamaktadır. Barkodlama sayesinde ürünlerin üretim bandındaki aşamaları, kalite kontrol durumu, depo girişi ve depo sevkiyatı otomatik olarak izlenebilir.

4.2.4.1. Barkodun Kullanım Alanları

Otomatik tanıma, veri toplama uygulamalarında kullanılan barkod, günümüzde çok geniş bir kullanım alanına sahiptir. Kolay ve hızlı üretilebilmesi, hata yapma olasılığının ve maliyetinin düşük olması barkod kullanımının tercih edilme sebebidir.

Barkod, sadece belli bir ürüne ait referans numarasını içermektedir. Bu numara ile bilgisayar üzerine stok giriş ve çıkışları hızlı ve pratik bir şekilde kontrol edilebilirken ürünün fiyat ve bilgi güncellemesi bu referans numarası üzerinde yapılabildiği için barkoda ait ürünlerin fiyat ve açıklama bilgilerini tek seferde toplu bir şekilde değiştirme imkânı sunmaktadır.

Barkod sisteminin faydaları şunlardır:

- Kullanıcı hatalarını ortadan kaldırır ve ürünlerin doğru bir şekilde takip edilmesini sağlar.
- Ürünlere ait izlemeler hızlı bir şekilde yapılır.
- Doğruluğun artması ve veri giriş hızının yükselmesi ile işçilik maliyeti düşer.
- Üretimde stok durumları ve kalite kontrol aşamaları daha kolay takip edilir.
- Ürün hareketleri ve depo takibi kolaylaşır.
- Satış işlemleri daha hızlı gerçekleşir.
- Fiyat noktasında yanlışlıklar önlenir ve müşteri güveni kazanılır.
- Satışa yönelik istatistiki veriler sağlanır.

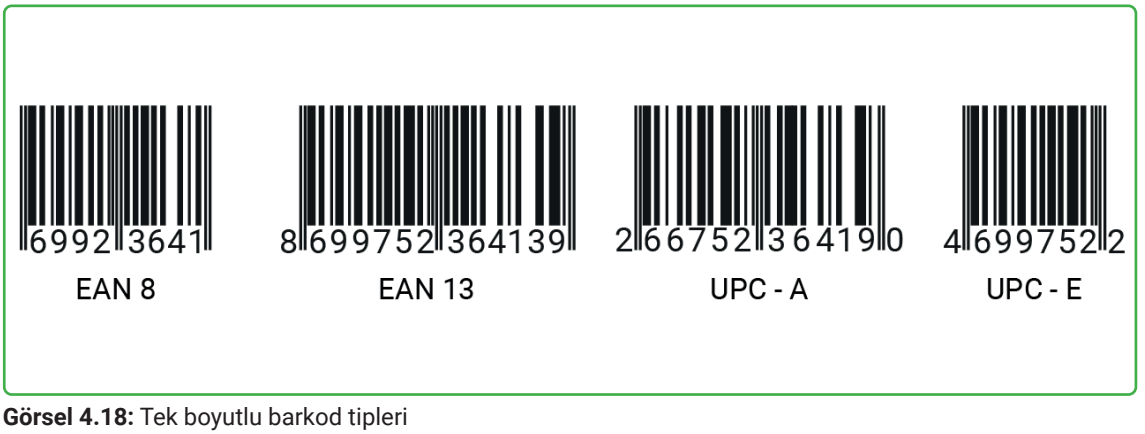
4.2.4.2. Barkod Tipleri

Barkodlar bir boyutlu ve iki boyutlu olmak üzere iki tip altında incelenir. Bir boyutlu barkod kodlamasında sadece rakamlar kullanılırken yeni barkod tiplerinde harfler ve rakamlar kullanılarak daha fazla veri içermesi sağlanmıştır. Basit barkodların ihtiyaç duyduğu alana daha fazla bilgi sığdırma gereksinimi ile çizgiler yerine kare hücreleri içeren (iki boyutlu barkod) matris kodlar geliştirilmiştir.

Tek boyutlu barkod

Tek boyutlu barkod 0 ve 1'lerden oluşan ikili bir kod sistemidir. Çizgi ve boşlukların kalınlıkları değişkendir (Görsel 4.18). Bu barkod tipinde okumanın hatasız ve sağlıklı bir şekilde yapılabilmesi için çizgilerin iyi bir baskı kalitesine sahip olması gereklidir. Basılan çizgilerin okutulmasında kullanılan tarayıcılarda en çok lazer ve kamera teknolojileri tercih edilir.

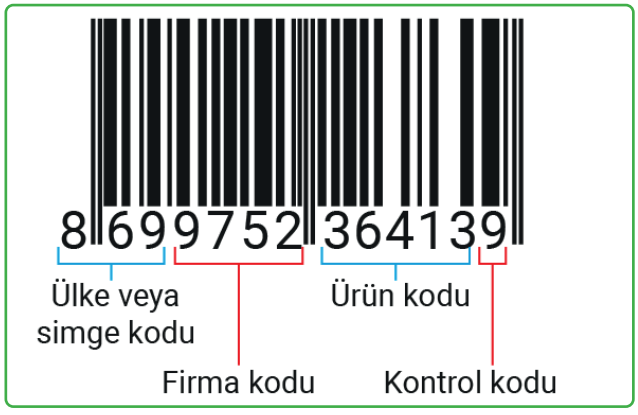
Tek boyutlu barkod tiplerinin saklayabildiği bilgi miktarının az olması birçok alanda yerini iki boyutlu barkod tiplerine bırakmasına neden olmuştur. Tek boyutlu barkoda genellikle veri tabanında bir kaydın anahtar değeri ya da bir ürünün uluslararası ürün anahtarı değeri tutulur.



Görsel 4.18: Tek boyutlu barkod tipleri

Türkiye'de üretilen ürünlere ait barkod numaraları 869 ile başlamaktadır.

Görsel 4.19'da barkodun oluşturulmasında esas alınan alanlar ve bu alanların ifade ettiği bilgiler gösterilmiştir. Ülke kodundan sonra gelen firma kodu alanı dört haneden oluşur. Ülkemizde bu kod firmalar tarafından TOBB (Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği) bünyesindeki Mal Numaralandırma Merkezinden alınmaktadır. Firma kodu alanından sonra gelen 5 haneli alan ürün kodunu vermektedir. Bu kısım ürünü diğer ürünlerden ayıran bir kod olarak düşünülebilir. Dördüncü alanda bulunan tek haneli kısım kontrol alanıdır.



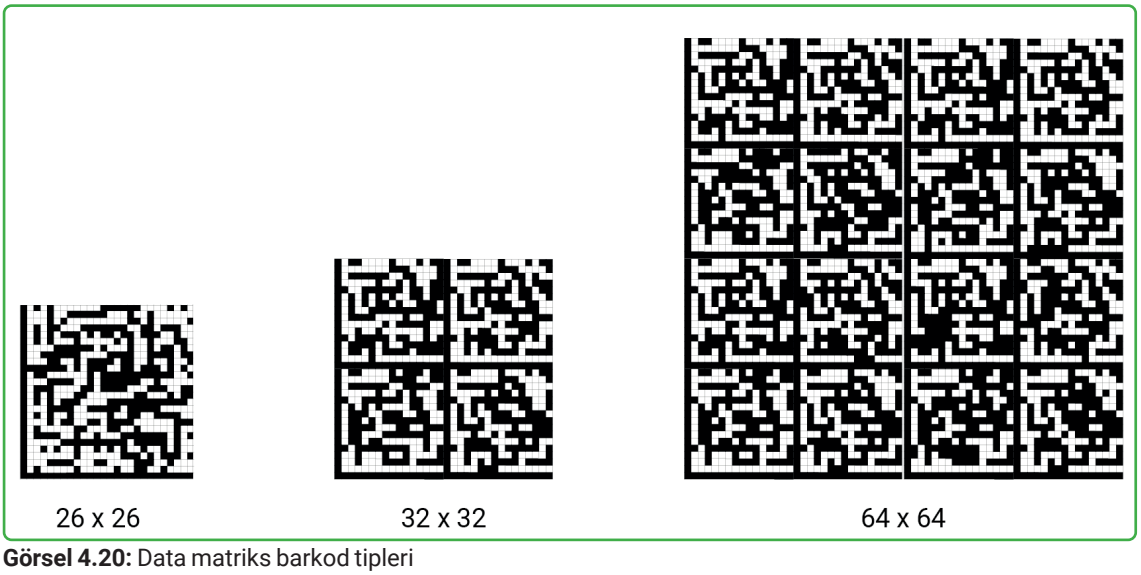
Görsel 4.19: Türkiye'de üretilen bir ürüne ait barkod

İki Boyutlu Barkod

İki boyutlu barkod teknolojisi 1987 yılında ortaya çıkmıştır. İki boyutlu barkod teknolojisi ile verileri iki boyutlu olarak saklayarak daha fazla veri depolama imkânı sağlanmıştır. Karekod olarak adlandırılan iki boyutlu barkodlara günümüzde pek çok alanda rastlanmaktadır.

Data Matriks İki Boyutlu Barkod

Data matriks karekod barkod tipi tek boyutlu barkodlara göre daha fazla veri tutar. Data matriks kod üzerindeki her bir beyaz hücre matematiksel olarak 0, her bir siyah hücre ise 1 değerini taşır. Ayrıca data matriks kod boyutu 8 x 8 kareden 144 x 144 kareye kadar değişebilir (Görsel 4.20). Karekodun boyutu arttıkça saklayabildiği veri miktarı da artar.



Görsel 4.20: Data matriks barkod tipleri

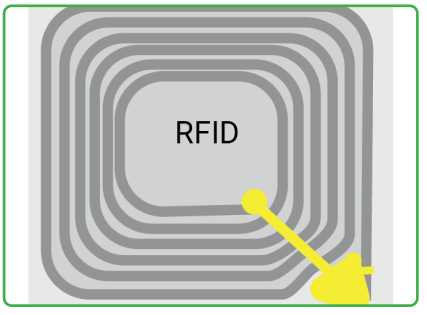
QR Kod (Hızlı Tepki Kod) İki Boyutlu Barkod

QR kod Japonya'da Denso Wave (Denso Veyv) tarafından geliştirilen günümüzde de yaygın olarak kullanılan yeni nesil bir iki boyutlu barkoddur (Görsel 4.21). QR kod içeriği bir metin, web sitesi adresi, video link dahil herhangi bir veri olabilir. QR kod ilk olarak araba parçaları takibi işleminde kullanılmak için geliştirilmiştir. Günümüzde cep telefonlarında da kod okuma uygulamalarıyla kullanım alanı bulmuştur. Cep telefonu kamerası ile QR kod okutularak çekilen resim veya kaydedilen video vb. barkod içeriği görüntülenebilir.

Görsel 4.21: QR kod

RFID Kod Sistemi

Bir otomatik tanımlama sistemi olan RFID etiket yapıştırılmış objeleri radyo dalgaları kullanarak otomatik tanımlamayı sağlayan bir sistemdir (Görsel 4.22). RFID sistemleri pek çok objeye ait etiketi toz, nem ve sıcaklık gibi ortam şartlarından etkilenmeden aynı anda okuyabilir.



Görsel 4.22: RFID etiket

BİLGİ KUTUSU

BARKOD SİSTEMİNİN DOĞUŞU

Drexel Teknoloji Enstitüsünde öğrenim gören Bernard Silver, bir zincir market sahibinin, marketteki ürünleri otomatik olarak kaydedecek bir sistem için enstitüye başvurduğundan fakat enstitünün olayla ilgilenmediğinden haberdar oldu. Bir sahilde sohbet ederlerken bu durumu, doktora öğrencisi arkadaşı Joe Woodland'e anlattı. Woodland "mucit" tabiatlı bir adamdı ve hemen bu sorun üzerine düşünmeye başladı.

Kısa süre sonra Woodland, sahildeki kumsala çizgiler çizmeye başladı. Böylece, bugün bildiğimiz şekliyle barkodun ilk örneği Amerika'daki bir sahilde ortaya çıkmış oldu. Woodland, tasarladığı bu yeni teknolojide, mors alfabesinden ilham almıştı. Mors alfabesi noktalara ve çizgilere anlamlar yüklüyorsa Woodland de ince ve kalın çubuklar şeklindeki çizgilere anlamlar yükleyebilirdi.

Woodland, bir sahilde icat ettiği barkod için patent başvurusunda bulundu ve 1952 yılında barkodun patenti alınmış oldu. Ancak, barkod çağının çok ötesinde bir buluştu. O zamanki yetersiz teknoloji sebebiyle barkodun kullanılması mümkün değildi.

4. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki cümlelerde bırakılan boşluklara verilen kelimelerden doğru olanlarını yazarak cümleleri tamamlayınız.

barkodlama	süzme	ex-proof
dolum sistemleri	QR kod	metal ambalajlar
RFID kod	shrink	dolum

1. Boyaların içinde disperse edilmemiş veya topaklaşmış pigmentler gibi partiküllerin giderilmesi için ..... işlemi yapılır.
2. Doldurma usullerine göre terazili, vidalı, hacimsel ve sıvı ..... vardır.
3. Plastik ürünlere göre böcekler ve kemirgenlere karşı ..... daha sağlam ve dayanıklıdır.
4. Doğalgaz rafinerileri, kazan daireleri, petrol rafinerileri, madenler vb. bölgelerde patlamaya karşı önlem almak için ..... malzemeler kullanılır.
5. Farklı kalınlıklarda çizgi ve boşluklar kullanılarak bilgi saklama amacıyla kullanılan sisteme ..... denir.
6. Metin, bağlantı linki ve video gibi bilgi içeriklerini taşıyan ve akıllı telefonlarda da kullanım alanına sahip olan barkod sistemine iki boyutlu barkod ya da ..... denir.

B) Aşağıdaki sorularda doğru cevap olan seçeneği işaretleyiniz.

7. Kimyasal maddeler oluşturabilecekleri zararlara göre gruplandırılmıştır. Bu zarar grupları için sembol ve işaret olarak da adlandırılan yanda verilen piktogramlar kullanılır.

Aşağıda verilen kimyasal madde türlerinden hangisine güvenlik işareti <u>konulmaz</u>?

A) Yanıcı maddeler
B) İlaçlar
C) Patlayıcılar
D) Aşındırıcılar
E) Zehirli maddeler

8. **Aşağıdakilerden hangisi boya dolum makinelerinin tam kapasiteyle çalışmasına engel değildir?**

A) Dolum makinesinin arıza vermesi
B) Fabrikanın işleyişinde aksaklık yaşanması
C) Günlük çalışma saatinin arttırılması
D) Dolum operatörünün performansı
E) Dolum makinesinin manuel yöntemle çalışması

9. **Aşağıdakilerden hangisi otomatik dolum makinelerinin kullanım amaçlarından biridir?**

A) Üretim maliyetlerinin arttırılması
B) İstenilen miktarlarda dolum yapılması
C) Manuel dolum makinelerine göre düşük verimle çalışması
D) Üretim kalitesinde artış sağlaması
E) Bakım maliyetlerinin yüksek olması

10. **Aşağıdakilerden hangisi uçuculuğu yüksek ve yanıcı olan ham madde depolarında uyulması gereken önlemlerden biridir?**

A) Her türlü alev kaynağından uzak tutulmalıdır.
B) Kullanımından sonra basınçlı hava kullanılmalıdır.
C) Oksitleyici maddelerle birlikte depolanmalıdır.
D) Kaplara doldurulurken boşluk bırakılmamalıdır.
E) Kolay tutuşabilir malzemelerden ayrı depolanmalıdır.

11. Solventler boya sanayisinde yangın ve patlamalara neden olur.

Aşağıdakilerden hangisi solventlerin depolanmasında yapılmaması gereken uygulamadır?

A) Depolama sıcaklığının kontrol edilmesi
B) Güneş ışığından korunması
C) Oksitleyicilerle birlikte depolanması
D) Depolandığı ortam havalandırılması
E) Büyük hacimli kaplarda depolanmaması

12. **Aşağıdakilerden hangisi barkod sisteminin faydalarından değildir?**

A) İstatistiki verilerin elde ediliş kolaylığı
B) Fiyatlandırmadaki yanlışlıkları önleme
C) Ürün ve depo hareketlerinin kolayca takibi
D) Veri girişinde yüksek işçilik maliyeti
E) Kullanıcıdan kaynaklanan hataların azalması

13. **Aşağıdakilerden hangisi objeleri radyo dalgaları kullanarak otomatik olarak tanımlayan sistemdir?**

A) RFID
B) Tek boyutlu barkod
C) QR kod
D) Data matriks barkod
E) İki boyutlu barkod

14. **Aşağıdakilerden hangisi boya dolum işlemlerinde kullanılan sıvı dolum makinelerinin avantajlarından biri değildir?**

A) Sürekli olarak kalibrasyon ayarı gerektirmesi
B) Tutarlı miktarda dolum sağlaması
C) Seri üretimlerde yüksek hızla çalışması
D) Başka sıvıların dolum işleminde kullanılması
E) Dolum esnasında dökülme ve taşmaları önlemesi

15. **Üretimi tamamlanmış bir malın depoda uzun süre kalması aşağıda verilen depolama türlerinden hangisi ile tanımlanır?**

A) Ara
B) Azami
C) Dinamik
D) Statik
E) Süreli

16. **Aşağıdakilerden hangisi metal ambalaj kullanım avantajlarından biri değildir?**

A Kolayca şekillendirilebilir olması
B) Dış etkenlere karşı dayanıklı olması
C) Kolayca kaplanabilir olması
D) Solventlere karşı dayanıksız olması
E) Kapaklarının kolayca açılması

5. ÖĞRENME BİRİMİ

KONULAR

5.1. YAŞ BOYA ÜRETİMİ
5.2. SU BAZLI BOYA ÜRETİMİ
5.3. SOLVENT BAZLI BOYA ÜRETİMİ
5.4. TOZ BOYA ÜRETİMİ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Su bazlı ve solvent bazlı boyaların üretim aşamaları ve üretim ekipmanları
- Su bazlı ve solvent bazlı boya çeşitleri
- Toz boya üretim aşamaları ve üretim ekipmanları

TEMEL KAVRAMLAR

- Yaş boya
- Su bazlı boya
- Solvent bazlı boya
- Toz boya
- Astar boya

SU BAZLI, SOLVENT BAZLI VE TOZ BOYA ÜRETİMİ

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Solvent bazlı boyaların sağlık açısından zararları sizce neler olabilir? Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.
2. Toz boya üretiminde çözücü kullanılmamasının avantajları sizce neler olabilir? Sınıfta arkadaşlarınızla tartışınız.

5.1. YAŞ BOYA

Akışkanlığı sıvılar ile ayarlanabilen boya türüne **yaş boya** denir. Yaş boya uygulamaları daha pratik ve tasarruflu olması nedeniyle tercih edilir. Tüm yaş boya çeşitleri aynı proses ile üretilir.

5.1.1. Yaş Boya Üretimi

Yaş boyalar kurutma yöntemine, kullanım amacına, çevreye olan etkisine ve reçinesine göre dört gruba ayrılır (Tablo 5.1).

Tablo 5.1: Kurutma Yöntemi, Kullanım Amacı, Çevreye Olan Etkisi ve Reçine Türüne Göre Yaş Boyalar

KURUTMA YÖNTEMİNE GÖRE	KULLANIM AMACINA GÖRE	ÇEVREYE OLAN ETKİSİNE GÖRE	REÇİNESİNE GÖRE
Fiziksel kurumalı boyalar (Fırın kurumalı boyalar) Kimyasal kurumalı boyalar (Sertleştirici kimyasal malzeme eklenerek kurutulan boyalar)	İnşaat boyaları Metal boyaları Ahşap boyaları Zemin boyaları Gemi boyaları Sanat boyaları Gıda boyaları Oto boyaları Oto tamir boyaları İşaretleme boyaları	Su bazlı boyalar Solvent bazlı boyalar	Selülozik boyalar UV boyalar Akrilik boyalar Epoksi boyalar Sentetik boyalar Polyester boyalar Poliüretan boyalar Su bazlı boyalar

Yaş boya üretimi, üretimde kullanılan ham maddelerin belirlenen bir reçete ile belirli bir sırada karıştırma kazanı içine atılarak mekanik karıştırıcı yardımıyla homojen bir yapı oluşturana kadar karıştırılması işlemidir. Boya üretiminde amaç, dispersiyon yapının meydana gelmesi ve bu yapının kararlı hâlde kalmasıdır.

Yaş boyaların üretiminde takip edilen basamaklar şunlardır:

1. İlk karıştırma
2. Dispersiyon
3. Ezme (son dispersiyon)
4. Son karıştırma (renk ve viskozite ayarı)
5. Bitirme işlemleri (filtrasyon, kalite kontrol ve dolum)

İlk karıştırma: Karıştırma kazanına su veya solvent, ıslatıcı ve köpük kesici ajanlar boşaltılarak karıştırma işlemi gerçekleştirilir. İlk etapta karıştırma hızı düşüktür (7 m/s) ve devamlı olarak karıştırılır (Görsel 5.1). Islatma işlemi yapılarak uygun viskozite ve homojenlik sağlanır. Bu işlem dispersiyon aşamasına ön hazırlıktır. Bu aşamada elde edilen pigment ve bağlayıcı karışımına **pasta** adı verilir.

Görsel 5.1: Boya üretiminde kullanılan yüksek hızlı karıştırıcı

İlk karıştırma işleminden sonra takiben kazana kıvam arttırıcı / çökme önleyici ham madde ilavesi yapılarak karıştırıcının hızı en yüksek seviyeye çıkarılır. Bu aşamada çeşidine göre bazı kıvam arttırıcılar hemen aktive olurken bazıları sıcaklık yükseldikçe ve bazıları da alkol, amonyak veya sodyum hidroksit kimyasalları ile aktive olur. Ara kontrol yöntemi ile kıvam artırıcıların aktive olup olmadığı kontrol edilir. Aktivasyon gerçekleştiğinde bir sonraki aşamaya geçilir.

Dispersiyonlama ve ezme aşaması: Aktivasyonu tamamlanmış olan karışıma, yüksek hızda karıştırma yapılırken toz hâldeki pigmentler ve dolgu maddeleri ilave edilir. Boyanın başlangıç kısmındaki sıvı ham maddeler ile bu toz ham maddelerin meydana getirdiği karışım **pigment dispersiyonu** veya **mill base** (mil beys) olarak isimlendirilir (Görsel 5.2). Dispersiyon işlemi boyanın örtücülük, parlaklık ve renk gibi özelliklerini doğrudan etkiler. Bu aşama doğru yapılmaz ise pahalı ham maddelerin kullanım miktarının artarak üretim maliyetinin yükselmesine sebep olur. Verimli dispersiyon işleminin gerçekleşmesi için toz ham maddeler doğru sırayla kazana eklenmelidir. Toz ham maddeler tane boyutu büyükten küçüğe doğru sıralı olarak eklenir ve karıştırılır. Homojen bir dispersiyon için yüksek hızlı karıştırıcının çevresel hızı yaklaşık 20 m/s civarında olmalıdır. Bu aşamada karıştırma hızı, ortam sıcaklığı ve öğütme inceliği vb. parametreler dikkatli bir şekilde takip edilmelidir.

Görsel 5.2: Mill base karışım

Dispersiyon aşamasında kazana tüm toz ham maddeler eklendikten sonra yüksek hızda 10-15 dakika karıştırma işlemi yapılır. Üretim reçetesinde istenen incelik derecesine ulaşılıp ulaşılmadığı ara kontrol yapılarak tespit edilir. istenen incelik derecesine ulaşıldığında boyanın stabilizasyon ve tamamlama safhalarına geçilir.

Stabilizasyon ve tamamlama aşaması (let down): Boyanın tamamlama aşamasına, reçetenin geri kalanındaki ham madde miktarına bakılarak karar verilir. Reçetede geriye kalan ham maddeler toplam boya hacminin 1/3'ünden daha az ise bu parti mevcut kazanda tamamlanır. Eğer reçetede geriye kalan ham maddeler toplam boya hacminin 2/3'ü veya daha fazlası ise mill base tamamlama (let down) tanklarına pompalanır ve boya ilgili kısımda tamamlanır.

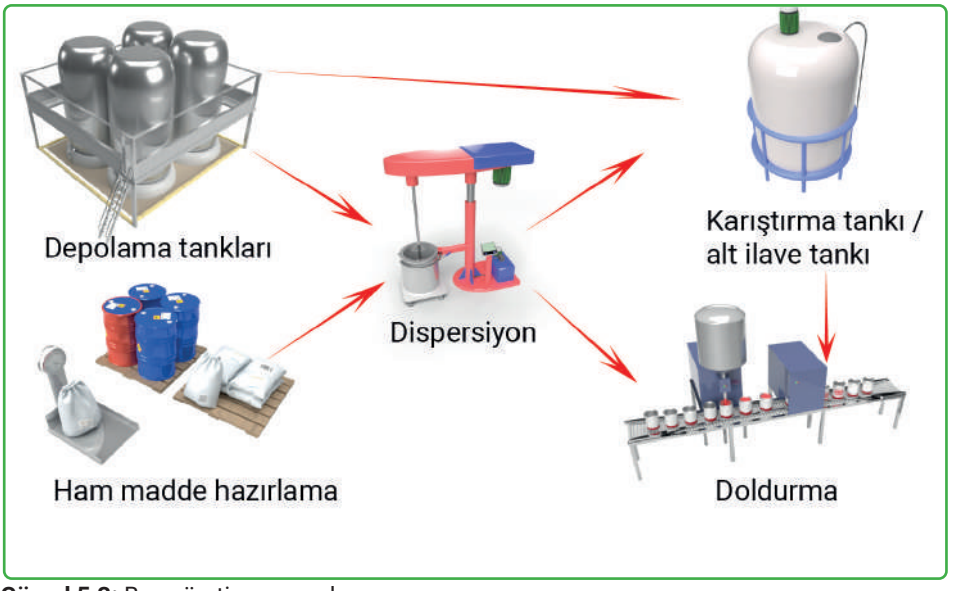
Tamamlama safhasında boyaya, reçetesinde de belirtilen geriye kalan solvent ve bağlayıcıların ilavesi yapılır. Kazanda bulunan mill base karışım ile kazana verilen solvent ve bağlayıcı karışımı sıcaklığı arasında farkın maksimum 5 °C olması gerekir. Aksi takdirde pigment şoku, solvent şoku veya bağlayıcı şoku denilen ve ani aglomerasyona (topaklaşmaya) yol açan problemler ortaya çıkar. Bu aşama ile boyanın stabilizasyonu sağlanmış olur.

Boyanın reçetedeki diğer maddelerle karıştırılması renk ve viskozitesinin ayarlanması dik karıştırıcılarda 6-8 m/s gibi düşük hızda yapılır. Karışımın stabil olması yani boyanın çökmemesi gerekir.

Bitirme işlemleri: Boya tamamlandıktan sonra düşük hızda karıştırma işlemi devam ederken usullere uygun şekilde numune alınır ve kalite kontrol laboratuvarına gönderilir. Kalite kontrol testlerinin hepsinden geçen boya partisine dolum onayı verilir.

Dolum onayı alan boya partisi yine reçetede bilgileri verilmiş olan filtre ve dolum makinesi aracılığı ile belirtilen hacimlerde doldurularak etiketlenir. Kutu veya paletlere dizilerek ürün, deposuna teslim edilir.

Yaş boyanın üretim aşamaları Görsel 5.3'te gösterilmiştir.



Görsel 5.3: Boya üretim aşamaları

5.1.2. Yaş Boya Formülasyonları

Yaş boya üretimleri boya reçetesinde verilen talimatlara göre yapılır. Verilen oranlar, tepkime vererek sertleşen boyalardaki ham maddelerin fonksiyonel kısımlarının stokiyometrik eşitliğine göre hesaplanır. Uygun olmayan oranlar ile üretilen boyalarda ham madde israfı olur. Formülasyon hesabında kullanılan hammaddeler; bağlayıcılar, pigmentler, dolgu malzemeleri, katkılar ve çözücülerdir.

Yaş boyalar tüm boya bileşenlerini içermeyebilir. Ayrıca, aynı bileşen farklı miktarlarda kullanılarak farklı özelliklere sahip boyalar da elde edilebilir. Farklı katkı maddeleri ve farklı oranlarla oluşturulabilecek çok sayıda yaş boya çeşidi vardır. Deneyim kazanıldıkça yeni boya çeşitleri üretmek mümkündür. Formülasyon süreci, ham maddelerin seçimi ve bunların hangi yolla bir araya getirilmesine karar verilmesiyle başlar. Amacına uygun yapılan boya formülasyonu, müşteri taleplerini ve çevre yönünden belirli gereksinimleri karşılamak zorundadır.

Tablo 5.2'de farklı formülasyonlara sahip solvent bazlı yaş boya örnekleri verilmiştir.

Tablo 5.2: Solvent Bazlı Yaş Boyalara Ait Ham Madde Oranları

Bileşenler	**Ağırlıkça % Oran**		
	Sentetik son kat boyalar	Sentetik astar boyalar	Su bazlı iç cephe boyası Akrilik veya PVA bağlayıcı
Alkid reçineler	50-70	20-30	15-30
Titanyum dioksit	13-20	5-10	5-10
Kimyasal katkılar (Kıvamlaştırıcı, kurutucu vb.)	4-6	4-6	3-6
Dolgu maddeleri	10-20	50-60	45-40
White spirit	15-20	10-15	10-15
Pigmentler	1-4	1-4	3-6

Tablo 5.3'te farklı formülasyonlara sahip su bazlı yaş boya örnekleri verilmiştir.

Tablo 5.3: Su Bazlı Yaş Boya İçeriklerine Ait Örnek

Bileşen	Ağırlıkça % Oran		
	Su bazlı dış cephe boyası Akrilik bağlayıcı	Su bazlı dış cephe boyası PVA bağlayıcı	Su bazlı iç cephe boyası Akrilik veya PVA bağlayıcı
Su	7-14	19-24	15-27
Kıvamlaştırıcı (hidroksietil selüloz)	4-10	1-17	10-15
Öğütme kolaylaştırıcısı	0-0,6		0,9-1,5
Islatıcı	1,2-2,4	0,9-1	0,2-0,3
Titanyum dioksit	15-20	17-18	8-25
Çinko oksit	0-4	8-9	3-6
Talk	0-6	0-4	
Akrilik emülsiyon	35-50		
Etilen glikol	0-2	0-1,5	
Soruşturucu	0,6-0,8	0-0,2	0,1-0,2
Köpük önleyici	0,1-0,2	0-0,1	
Bakteri ve mantar önleyici	0-0,3		0,05-0,1
Potasyum tripolifosfat		0-0,1	
Mika		0-2	
Vinil asetat kopolimeri		38-40	
Glikol eter		0,5-1	
Plastikleyici			2-4
Kalsiyum karbonat			5-30
Akrilik veya polivinil asetat emülsiyon			15-35
Amonyum hidroksit	0-0,2		

5.1.3. Boya Üretiminde Tehlike Yönetimi

Çalışma alanında bulunan kimyasallar buharlaşarak, havada aerosol hâlde dağılarak, yutularak veya dökülme yoluyla ten ile temas ederek çalışanlar açısından büyük tehlike oluşturur. Özellikle uçucu bileşiklerin temel olarak kullanıldığı bir üretim sahası olan boya imalatı kimyasal etkenlere maruziyetin fazla olduğu kimya sektörlerinden biridir. Kimyasal etkenlere maruz kalma seviyesini; kullanılan kimyasallar, bu kimyasallarla yapılan işlemler ve çalışma ortamında geçirdiği süre etkiler.

Uçucu organik bileşikler: Yaygın olarak gözlenen uçucu organik bileşikler, BTEX olarak adlandırılan benzen, toluen, etilbenzen ve ksilendir. Uçucu organik bileşikler; merkezi sinir sisteminden solunum sistemine, insan bedeninde mukozalı yapıya sahip birçok bölgeye kalıcı ve hatta ölümcül zararlar verebilir. Uçucu organik bileşiklere bağlı maruziyet tüm boya üretim sürecinde vardır.

Ağır metaller: Çok az miktarı bile zehirlenmeye neden olabilir. Boya üretim sektöründe de ağır metal içeren ham madde kullanımı mevcuttur. Pigmentler, katalizörler, kaplama ajanları, astarlar, kurutucular boya bileşiminde yer alan ağır metal içeren katkı malzemeleridir. Boyanın çeşidine göre ağır metal miktarı değişebilmektedir. Alüminyum, kadmiyum, krom, kobalt, demir, çinko, kurşun, titanyum ve bileşikleri üretimde kullanılan başlıca ağır metallerdir.

Reçineler: Boyadaki farklı maddelerin bir arada bulunmasını ve boyanın uygulamada yüzeye yapışmasını sağlamak için kullanılan reçineler boyanın önemli bir ham maddesidir. Reçineler üretime ön karıştırma safhasında dahil edildiği için üretim aşamaları boyunca bir maruziyet söz konusudur. Kullanılan reçine çeşidine göre kimyasal maruziyet sınırı değişir.

Toz: Uluslararası Standartlar Teşkilâtına (ISO 4225 - ISO 1994) göre, 75 mikrondan küçük, bir süre havada asılı kalan ancak kendi ağırlığı ile çöken küçük katı partiküller **toz** olarak tanımlanır. Tozlar, fiziksel, kimyasal özelliklerine ve biyolojik etkilerine göre sınıflandırılır. Tozun insan sağlığına olan etkilerinde kimyasal bileşimi, yüzey şekli ve çökme hızı ve biyolojik etkisi önemli yer tutar.

Pigment, katkı ve dolgu maddeleri ile reçine ve sertleştiricilerin karıştırılmasıyla toz boyalar üretilir. Üretim aşamalarında bazı katkı maddeleri toz hâlde ilave edilir. Bunlar ortamda toz oluşumuna neden olur.

BİLGİ KUTUSU

2010 Aralık ayında Amerika'nın Batı Virginia (Virjinya) eyaletinde bulunan bir işletmede zirkonyum tozunun patlaması sonucunda bir kişi yaralandı, üç kişi öldü. Zirkonyum tozu bir karıştırıcı içinde işlenmekteydi. Patlamadan önce çalışanlar mekanik bir problemle karşılaştı. Karıştırıcının kanatları yan duvara temas ederek kıvılcım çıkartıyordu. Tamir edilmesine rağmen problem devam etti. Karıştırıcının kanatları ve duvarın birbirine sürtünmesi sonucu açığa çıkan kıvılcım zirkonyum tozunu tutuşturdu.

Görsel 5.4: Toz patlamasından kaynaklanan yangın

Yanan zirkonyum tozunun patlamasıyla oluşan sıcak gazlar genleşerek şok dalgası oluşturdu. Yanan zirkonyum tozu çevrede bulunan üstü açık titanyum ve zirkonyum varillerini tutuşturarak, yangının şiddetini arttırdı (Görsel 5.4).

Gürültü: Genellikle istenmeyen yüksek ses olarak tanımlanır. Yüksek devirle dönen iş ekipmanları, pompalar, basınç tahliye sistemleri, klima, havalandırma sistemleri, kapalı alanlarda çalışan nakliye araçları, her türlü bakım ve onarım işleri ve işlemleri gürültü kaynağıdır.

Aydınlatma: İş yerlerinde güvenli bir çalışma ortamı sağlanmasında, görsel işlerin kolaylıkla yapılmasında ve uygun bir görüş alanı oluşturulmasında en önemli faktörlerden biri aydınlatmadır. Aydınlatma şiddeti ve iş yerindeki dağılımının; çalışanın görsel bir işi; hızlı, güvenli ve rahat algılayıp gerçekleştirmesinde etkisi büyüktür.

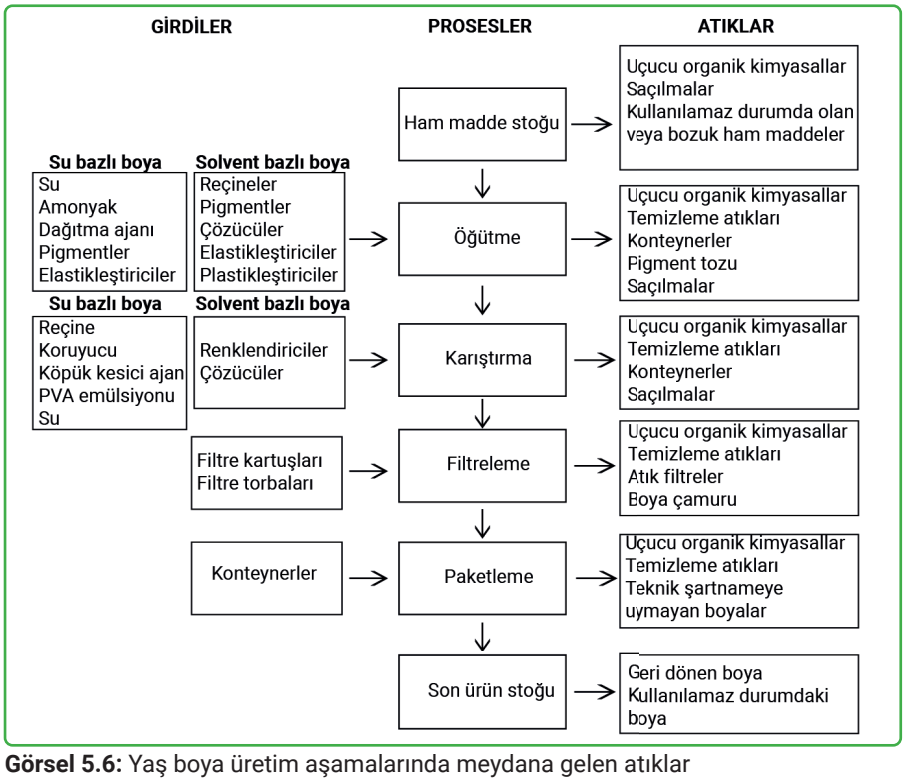
5.1.3. Boya Üretiminde Atık Yönetimi

Boya üretiminde kullanılan ekipmanların temizlenmesi sırasında şartnameye uygun olmayan boyalardan, eskimiş ve geri dönmüş boyalardan, boş ham madde paketleri ve kutularından, pigment tozlarından, uçucu organik kimyasallardan, boya filtre torbaları ve kartuşlarından, kaza sonucu dökülme ve saçılmalardan atıklar meydana gelir (Görsel 5.5).

Görsel 5.5: Boya atıkları

Boya üretim prosesi sırasında kirlilik ve emisyon kaynağı oluşturabilecek yerler karıştırma kazanları, dispersiyon makineleri, ezme makineleri, alt ilave kazanlarıdır. Bu ekipmanlarda üretim ya da temizlik sırasında oluşan toz ve buharlar çalışma ortamındaki emiş boruları vasıtasıyla ortamdan uzaklaştırılır.

Su bazlı ve solvent bazlı boya üretim aşamalarında meydana gelen atıklar Görsel 5.6'da gösterilmiştir.



Görsel 5.6: Yaş boya üretim aşamalarında meydana gelen atıklar

Boyar maddeleri içeren atık sularının arıtılmasında kullanılan en yaygın yöntemler şunlardır:

Fiziksel (adsorpsiyon, filtrasyon, flotasyon), kimyasal (koagülasyon, oksidasyon, indirgenme, elektroliz) ve biyolojik (aerobik, anaerobik) yöntemlerdir.

Kimyasal yöntemler: Boya içeren atık suların kimyasal yöntemlerle arıtılması en çok kullanılan yöntemdir. Kimyasal yöntemlerden bazıları şunlardır:

Oksidasyon: Oksidasyon kimyasal yöntemler içinde en yaygın olarak kullanılan renk giderme yöntemidir. Bunun en büyük nedeni uygulanmasının basit oluşudur. Kimyasal oksidasyon sonucu boya molekülündeki aromatik halka kırılarak atık sudaki boyar madde giderilir. Oksidasyon yönteminde kullanılan kimyasallar ve araçlar; hidrojen peroksit, ozon, UV, sodyum hipoklorit ve elektrokimyasal usullerdir.

Kimyasal floklaştırma ve çöktürme: Bu yöntemde floklaşma ve çökelme kimyasal maddeler yardımıyla sağlanır. Atık suya katılan kimyasal maddeler yardımıyla meydana gelen floklaşma ile çözünmüş maddeler ve kolloidler giderilir. En çok kullanılan kimyasallar arasında $Al_2(SO_4)_3$, $FeCl_3$, $FeSO_4$ ve kireç sayılabilir.

Fiziksel yöntemler: Boya atık sularında bulunan katı partiküllerin süzülmesi, zararlı iyonların zararsız iyonlarla yer değiştirmesi vb. arıtma işlemlerinin yapıldığı yöntemlerdir.

Adsorpsiyon: Ekonomik açıdan makul bir yöntemdir ve yüksek kalitede ürün oluşumu sağlar. Adsorpsiyon prosesi, boya/sorbent etkileşimi, adsorbanın yüzey alanı, tanecik büyüklüğü, sıcaklık, pH ve temas süresi gibi pek çok fiziko-kimyasal faktörün etkisi altındadır. Adsorpsiyonla renk gideriminde en çok kullanılan yöntem aktif karbon yöntemidir.

Membran filtrasyonu: Bu yöntemle boyanın sürekli olarak arıtılması, konsantre edilmesi ve en önemlisi atık sudan ayrılması mümkün olmaktadır. Diğer yöntemlere göre en önemli üstün tarafı sistemin sıcaklığa, beklenmedik bir kimyasal etkiye ve mikrobiyal aktiviteye karşı dirençli olmasıdır.

İyon değişimi: İyon değiştiricilerle arıtma yapılma işlemi belirli boyalara uygulanır. Bu yüzden kullanım alanı kısıtlıdır. Yöntemde, atık su iyon değiştirici reçineler üzerinden geçer. Bu şekilde, boyar madde içeren atık sularda hem katyonik hem de anyonik boyalar uzaklaştırılır.

Biyolojik yöntemler: Atık sular için önerilen fiziksel ve kimyasal yöntemlerin yüksek maliyet gerektirmeleri ve her boya için kullanılamıyor olmaları, uygulanmalarının sınırlı olmasına ve biyolojik yöntemlerin öne çıkmasına sebep olmuştur.

Aerobik yöntem: Aerobik yöntem boya gideriminde çok yaygın olmayan bir yöntemdir. Bazı boya türleri aerobik şartlar altında mikrobiyal parçalanmaya uğrarken sentetik boyalar gibi bazı boyaların bu parçalanmaya karşı dirençli olması bu yöntemin yaygın olmamasına sebeptir.

Anaerobik yöntem: Aerobik ortamda parçalanamayan ve suda çözünebilen boyar maddeler bu yöntemle parçalanır.

Biyosorpsiyon: Kimyasal maddelerin mikrobiyal kütle tarafından adsorpsiyonu **biyosorpsiyon** olarak ifade edilir. Ölü bakteriler, maya ve mantarlar boyar madde içeren atık suların renginin giderilmesinde kullanılır.

5.2. SU BAZLI BOYA ÜRETİMİ

Su ile inceltilen boyalara **su bazlı boya** denir. Su bazlı boyalar formül içeriklerine göre farklılıklar gösterir. Çevre üzerindeki olumsuz etkileri azaltmak için son otuz yıl içinde suyla inceltilen boyalar geliştirilmiştir. Solvent bazlı boyalarda kullanılan bağlayıcıların büyük bir kısmına uygun modifikasyon yapılarak suyla inceltilen boya hâline getirilmesi mümkündür.

5.2.1. Su Bazlı Boyalar

Su bazlı boyalara suda çözünen boyalar demek yanlıştır. Boya reçinesi üzerine su seven (hidrofilik) grup ekleyerek suyla inceltilebilme özelliği sağlanır. Modifiye edilen bağlayıcılar, bir miktar suyla karışan organik çözücüde (glikol, alkol gibi) çözülür; pigmentler bu ortamda ezilir. Kullanımdan önce su eklenip boya viskozitesi uygun değere düşürülür.

Su bazlı boyalar, genel olarak toplam formül içinde %10 ile %20 düzeyinde organik çözücü içerir. Bu şekilde farklı kullanımlar için çeşitli hava kurumalı ve fırın kurumalı boyalar üretilir. Ayrıca, 1990'lı yıllarda geliştirilen sulu iki bileşenli poliüretan boyalar da genel sanayi, otomotiv ve oto tamir boyaları alanlarında giderek yaygınlaşma eğilimi göstermektedir.

Su bazlı boyaların tercih edilmesinin nedenleri şunlardır:

- İnceltmek için solvent kullanılmaz.
- Çabuk kurur ve ikinci kat boya birkaç saat içinde uygulanabilir.
- Yüzeye uygulamak oldukça kolaydır. Uzman kişiler için daha kısa sürede daha fazla alan boyanması anlamına gelir.
- Kokusuzdur. Özellikle çocuklu aileler, alerjik rahatsızlığı olanlar ve yaşlılar için uygundur.
- Su ile yıkanmaya dayanıklıdır ve temizliği kolaydır.
- Stoklama maliyeti solvent bazlı boyalara göre daha düşüktür.
- Leke tutmaz ve güneş ışığında bile rengi kısa sürede solmaz. Bu nedenle uzun ömürlüdür.
- Uygulandığı yüzeyde oldukça pürüzsüz bir görünüm sağlar.
- Çatlamalara karşı dirençlidir. Elastik bir yapıya sahiptir.

5.2.2. Su Bazlı Astar Boyalar

Astar boyalar uygulandığı yüzeyi dış etkenlerden korur. Böylece yüzeyin ve yüzey boyasının ömrünü uzatır. Yüzeyin boyaya hazırlanması ve boyanın yüzeye daha iyi yayılmasını sağlar (Görsel 5.7). Boyanın yüzey üzerinde eşit şekilde emilmesini sağlayarak boyadan tasarruf ettirir. Astar boyası kuruduktan sonra yüzeye boya uygulaması yapılır.

Görsel 5.7: Yüzeyin astar boya ile hazırlanması

Yüzey üzerine birden çok astar uygulaması yapılabilir. Gözenekli ve düzgün olmayan yüzeylere yapılan ilk astar işlemi dolgu görevi sağlar. Alçı sıvaların nem çekici özelliğe sahip olmasından direkt olarak alçı üzerine boya uygulanmaz. İlk astar uygulaması alçı sıvanın nem çekici özelliğini azaltır. Böylece boya daha verimli kullanılarak yüzeye eşit miktarda yayılır. Ara astar uygulamaları ise yapışma özelliğinin yüksek olması beklenen sentetik boyama işlerinde kullanılır.

Kullanım amaçlarına göre silikon bazlı ve su bazlı astar çeşitleri vardır. Astarlar boya uygulamaları arasında geçiş amaçlı olarak da kullanılır. Solvent bazlı boya uygulanan yüzeyin üzerine su bazlı boya uygulanırken geçiş amaçlı olarak astar uygulaması yapılır. Dolgu amaçlı kullanılan astarlar sıva, tuğla ve çimento gibi yüzeylerin boya uygulamalarına kolaylık sağlar. Ahşap yüzeylerin üzerine boya uygulaması zor olduğu için bu tür yüzeylerde ahşap astarı kullanılır.

5.2.3. Su Bazlı Boya Çeşitleri

Boyanın kullanılacağı ortam koşullarına ve estetik görünümüne göre çeşitleri bulunur.

Su bazlı, silikonlu, yarı mat boya: Genel formüllü iç cephe boyalarıdır. İçeriğinde bulunan silikon ve özel reçinenin su itme ve buhar geçirgenliğini artırıcı özelliği sayesinde boyanın silinebilirliği sağlanır. Rutubetli ortamlarda kabarmaz ve dökülmez. Ayrıca boyanın yüksek örtücü özelliği sayesinde macun kullanmadan kılcal çatlaklı yüzeylere uygulanabilir. Uygulandığı yüzeyde mantar ve küf oluşumunu önler.

Görsel 5.8: İç cephe boyaları

Su bazlı, silikonlu, ipek mat boya: Özel formüllü iç cephe boyalarıdır. İçeriğinde bulunan silikon ve özel reçinenin su itme ve buhar geçirgenliğini artırıcı özelliği sayesinde boyanın silinebilirliği sağlanır. Rutubetli ortamlarda kabarmaz ve dökülmez. Uygulandığı yüzeyde mantar ve küf oluşumunu önler.

Su bazlı, mat, lüks plastik boya: Akrilik kopolimer bağlayıcı esaslıdır. Sıva, beton vb. yüzeyler üzerine uygulanabilir. Kolay sürülebilen, iyi örtücülük sağlayan ve nefes alma özelliği bulunan dekoratif boyalardır.

Görsel 5.9: Dış cephe boyaları

Uygulandığı yüzeylere üstün yapışma sağlar. Su itici ve buhar geçirgen özelliği, boyanın silinebilirliğini artırır. Rutubetli ortamlarda kabarmaz ve dökülmez.

Su bazlı, tavan astar boyası: Akrilik kopolimer bağlayıcı esaslıdır. Her türlü sıva, alçı ve kireç yüzeye uygulanabilir. Kokusuz, nefes alma özelliği olan ve yüksek kapatma gücüne sahip astar boyasıdır.

Mat silikonlu boyalar: Akrilik kopolimer bağlayıcı esaslıdır. Sıva, beton, vb. yüzeyler üzerine uygulanabilir. Kolay sürülebilen, iyi örtücülük sağlayan, temizlenebilen, kokusuz ve dekoratif iç cephe boyalarıdır (Görsel 5.8). İçeriğindeki silikonun su itme ve buhar geçirgenliğini artırıcı özelliği, boyanın silinebilirliğini artırır. Rutubetli ortamlarda kabarmaz ve dökülmez.

Silikon esaslı dış cephe boyası: Silikon esaslı boyaların yapısındaki dokular duvardaki nemin engellenmeden dışarı atılmasını ve yüzeyin kuru kalmasını sağlar. Kuru ve temiz sıva, beton vb. yüzeylere yayılma özelliğinden dolayı kolay sürülür. Atmosfer koşullarına, hava kirliliğine, güneş ışınlarına, aşınmaya ve darbelere karşı dayanıklıdır.

Grenli dış cephe boyası: Akrilik kopolimer esaslıdır. Son kat grenli dış cephe boyasıdır (Görsel 5.9). Sıva, beton vb. yüzeyler üzerine özellikle bozuk sıva ve hatalı zeminlerde yüzeye desen vermek için dekoratif amaçlı uygulanır. Yüksek örtme gücüne sahiptir. Atmosfer koşullarına ve hava kirliliğine, güneş ışınlarına, aşınmaya ve darbelere karşı dayanıklıdır.

Akrilik dış cephe boyaları: Akrilik kopolimer esaslıdır. İçeriğinde bulunan özel pigment ve dolgu sistemi ile geliştirilmiş son kat dış cephe boyalarıdır. Bu boyaların en önemli özelliklerinden biri uygulandığı yüzeylere çok iyi tutunmasıdır. Atmosfer koşullarına ve hava kirliliğine, güneş ışınlarına, aşınma ve darbelere dayanıklıdır.

5.2.4. Su Bazlı Boya Üretimi

Yaş boya türlerinden olan su bazlı boyalar yaş boyaların üretim aşamalarında bahsedilen usullere göre üretilir. Su bazlı boya üretiminde kullanılan ham maddeler (su, pigment, katkı maddeleri) karıştırılarak boya pastası elde edilir. Elde edilen boya pastasına dispersiyon işlemi uygulanır. Böylece çok ince katı yapıdaki partiküllerin sıvı içerisinde homojen şekilde dağılması sağlanır. Dispersiyon işleminden sonra ortama bağlayıcı ilavesi yapılır. Bağlayıcı ekleme aşamasında karışıma biyosit ve köpük önleyici ajanlar vb. katkı maddeleri ilave edilir. Daha sonra renklendirme aşamasına geçilir. Astar su bazlı boya üretiminde renklendirme işlemi yapmaya gerek yoktur. Son kat su bazlı boyalarda renklendirme işlemi yapılır. Bir önceki aşamada hazırlanan karışıma renk pastaları ilave edilir ve böylece boya istenen renge kavuşmuş olur.

Renklendirme işleminden sonra karışım filtrelere alınır. Filtrelemenin amacı boyaya ilave edilmiş olan silikat, kireç gibi toz ham maddelerin oluşturduğu partiküllerin karışımdan arındırılmasıdır. Bundan sonra boyalar önceden belirlenmiş miktarlarda metal veya plastik kaplara doldurulmak üzere dolum bantlarına alınır.

BİLGİ KUTUSU

BİYOSİDAL ÜRÜNLER YÖNETMELİĞİ

Biyosidal ürünler; İnsanların bulunduğu ortamlarda, yaşam alanlarında veya çevrelerinde bulunan zararlılarla mücadele amacıyla kullanılan ve bu zararlıları yok eden veya uzaklaştıran kimyasal maddelerdir (Görsel 5.10). Bu amaçla biyosidal ürünler ile ilgili yönetmelik vardır.

Görsel 5.10: Zararlı canlılarla mücadele amacıyla kullanılan biyosidal ürünler

Bu yönetmelik biyosidal ürünlerin piyasaya arz edilmeden önce insan, hayvan ve çevre sağlığı ile ilgili riskleri değerlendirebilecek şekilde üretimi ve ithali ile ruhsatlandırılmasına ve tescil edilmesine, piyasaya arz edilmesine, ambalajlanmasına, etiketlenmesine, sınıflandırılmasına, denetlenmesine ve biyosidal ürünlerle ilgili diğer hususlara ilişkin usul ve esasları belirler.

Su bazlı boyaların içerisinde küf, mantar ve bakteri oluşum riski varken solvent bazlı boyalarda bu risk yoktur. Bu nedenle su bazlı boya üretiminde kullanılan ekipmanların temizliği, solvent bazlı boya ekipmanlarının temizliğine göre daha önemlidir.

5.1. LABORATUVAR ÇALIŞMASI

SU BAZLI BOYA ÜRETİMİ

Amaç	Su bazlı boya reçetesine göre boya üretmek.
Araç ve Gereç	Su, selülozik kıvam arttırıcı, çökme önleyici, NaOH, dispersiyon ajanı, sodyum hekza meta fosfat, köpük kesici, TiO_2 , kalsit, stiren akrilik bağlayıcı, texanol, yüksek hızlı karıştırıcı ve termometre.
Sağlık, Çevre ve Güvenlik Önlemleri	Çalışma koşullarına uygun kişisel koruyucu ekipmanlar kullanılmalıdır. Ortaya çıkan kontamine atıklar, ilgili yönetmeliklere uygun şekilde ortamdan uzaklaştırılmalıdır.

- ✓ Laboratuvar çalışmaları süresince işlem basamaklarına, güvenliğe ve temizliğe dikkat ediniz.
- ✓ Çalışma süresince performansınız öğretmeniniz tarafından uygulama sonunda verilen derecelendirme ölçeğine göre değerlendirilecektir.

İşlem Basamakları

1. Kullanılacak kazan çapına uygun karıştırıcı bıçağını belirleyerek dissolver şaftına bağlayınız. Kazan içerisine %19 oranında su ilave ediniz. Yaklaşık 5 dakika kadar düşük devirde karıştırınız (Görsel 5.11).
2. Düşük devirde karıştırma işlemi yapılırken %0,35 oranında biyosit ilave ediniz ve karıştırma işlemini sürdürünüz.
3. Kazan içine %0,28 oranında selülozik kıvam artırıcı ve çökme önleyici kimyasalları yavaş yavaş ilave ediniz ve 10 dakika karıştırma işlemini sürdürünüz.
4. Düşük devirde karıştırma işlemini devam ettiriniz ve NaOH (%10'luk) çözeltisinden %0,18 oranında ilave ediniz.
5. Düşük devirde karıştırma işlemi devam ederken kazan içerisine %0,11 oranında dispersiyon ajanı ve %0,1 oranında sodyum hekza meta fosfat ilave ediniz.
6. Düşük devirde karıştırma işlemi devam ederken kazan içerisine %0,14 oranında köpük kesici ve %0,28 oranında dispersiyon ajanı ilave ediniz.
7. Düşük devirde karıştırma işlemi devam ederken %19,14 oranında TiO_2 ve %17,07 oranında kalsit (2 mikron) ilave ediniz (Görsel 5.12).
8. Kazan kenarında kalanları almak ve yıkamak için %3,48 oranında su ilave ediniz ve 10 dk. yüksek devirde karıştırınız.
9. Üretim esnasında boya kazanı sıcaklığının 50 °C'yi geçmemesine ve öğütme boyutunun 30-40 mikron aralığında olmasına dikkat ediniz.

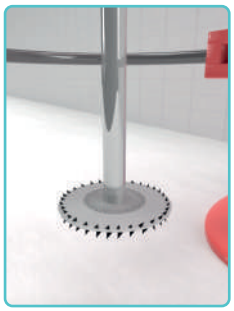
10. Düşük devirde 5 dakika karıştırma işlemi yaparak ardından %35,32 oranında stiren akrilik bağlayıcıyı yavaş yavaş ilave ediniz. Sıcaklığın 50 °C'ı geçmemesine dikkat ediniz (Görsel 5.13).
11. Düşük devirde 5 dk. karıştırma işlemi yapınız. Karıştırma işlemi devam ederken içerisine %0,62 oranında texanol, %0,35 oranında NaOH (%10'luk) ve %0,28 oranında köpük kesici ilave ediniz. Tekrar düşük devirde karıştırma işlemine devam ediniz (Görsel 5.14).
12. Boyanın viskozite ayarı için %1,3 oranında su ilave ediniz.
13. Kazandan numune alarak viskozite, yoğunluk, öğütme inceliği, pH ve renk şiddeti ölçümlerini yapınız.
14. İşlem basamaklarında elde ettiğiniz bulguları ve gözlemlerinizi neden-sonuç ilişkisi çerçevesinde rapor hâline getiriniz.

Kalite Kontrol Formu

Yapmış olduğunuz boya üretim uygulamasının kalite kontrol verilerine ait sonuçlarla tablo 5.4'ü doldurunuz ve tabloyu öğretmeniniz ile yorumlayınız.

Tablo 5.4 :Üretimi Yapılan Boyanın Kalite Kontrol Sonuçları

Kalite Kontrol Deneyleri	Ölçüm Sonuçları	Referans Aralığı	Açıklamalar
Viskozite		95-105	
Yoğunluk		1,3-1,4	
Öğütme inceliği		30-40	
pH		8-10	
Renk şiddeti		96-104	



Görsel 5.11: Karıştırıcı bıçağın şafta bağlanması

Görsel 5.12: Kazana TiO_2 ilavesi

Görsel 5.13: Kazana akrilik bağlayıcı ilavesi

Görsel 5.14: Kazana köpük kesici ilavesi

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

PERFORMANS KRİTERLERİ	PERFORMANS DÜZEYİ			
	Çok iyi	İyi	Orta	Geliştirilebilir
1. Laboratuvar güvenlik kurallarına uygun koruyucu kıyafetler giydi.				
2. Uygun karıştırıcı bıçağını belirleyerek dissolver şaftına bağladı.				
3. Kazan içerisine %19 oranında su ilave ederek 5 dakika düşük devirde karıştırdı.				
4. Düşük devirde karıştırma işlemi devam ederken biyosit ilave ederek karıştırma işlemini sürdürdü.				
5. Kazan içerisine selülozik kıvam arttırıcı ve çökme önleyici kimyasalları yavaş yavaş ilave ederek 10 dakika karıştırma işlemini sürdürdü.				
6. Düşük devirde karıştırma işlemini devam ettirirken NaOH çözeltisinden ilave etti.				
7. Düşük devirde karıştırma işlemi devam ederken kazan içerisine dispersiyon ajanı ve sodyum hekza meta fosfat ilave etti.				
8. Düşük devirde karıştırma işlemi devam ederken kazan içerisine köpük kesici ve dispersiyon ajanı ilave etti.				
9. Düşük devirde karıştırma işlemi devam ederken TiO_2 ve kalsit (2 mikron) ilave etti.				

PERFORMANS KRİTERLERİ	PERFORMANS DÜZEYİ			
	Çok iyi	İyi	Orta	Geliştirilebilir
10. Kazan kenarında kalanları almak ve yıkamak için su ilavesi yaparak 10 dakika yüksek devirde karıştırdı.				
11. Üretim esnasında boya kazanından sıcaklığının 50 °C'yi geçmemesini, öğütme boyutunun da 30-40 mikron aralığında olmasını sağladı.				
12. Düşük devirde 5 dakika karıştırma işlemi yaparak stiren akrilik bağlayıcıyı yavaş yavaş ilave ederken sıcaklığın 50 °C'yi geçmemesine dikkat etti.				
13. Düşük devirde 5 dakika karıştırma işlemini yaparak texanol, NaOH ve köpük kesici ilave ederken düşük devirde karıştırma işlemine devam etti.				
14. Viskozite ayarlamaları için su ilave etti.				
15. Kalite kontrol ölçümleri için kazandan numune alarak viskozite, yoğunluk, öğütme inceliği, pH ve renk şiddeti ölçümlerini yaptı.				
16. Çalışma ortamını temizledi.				
17. Rapor hazırladı.				

Öğretmen görüşü: .....

5.3. SOLVENT BAZLI BOYA ÜRETİMİ

Çözücü solvent içeren boyalar; muhteviyatları sebebiyle insan yaşamını, tarımı, yer altı sularını tehdit eder boyutlara ulaşmıştır. Bu nedenle çözücü solvent oranı düşük boyalar üretilmektedir.

5.3.1. Solvent Bazlı Boyalar

Boyaların bileşiminde, uygulanmasından sonra sertleşen kaplamanın yüzeye iyi yapışması ve sağlam bir film oluşmasını sağlayan bağlayıcı olarak adlandırılan ham madde kullanılır. Boyalarda kullanılan bağlayıcılar organik polimerlerden ve organik oligomerlerden seçilir. Polimerik bağlayıcılar kullanılarak üretilen boyaların akışkanlıklarının ayarlanması için en kullanışlı malzemeler de organik çözücülerdir. Çeşitli aromatik hidrokarbonlar, alifatik hidrokarbonlar, terpenler, alkoller, esterler, ketonlar, glikol eterler, glikol eter esterleri bu amaçla yaygın olarak kullanılan çözücü gruplarıdır.

Solvent bazlı boyaların kuruması için uzun bir süreye ihtiyaç vardır. Temizliği ise kimyasal çözücüler ile gerçekleştiğinden zararlı yan etkileri vardır. Özellikle çocuklu ailelerin, astım hastalarının ve alerjisi olanların evlerini solvent bazlı boyalar ile boyamaması sağlık açısından oldukça önemlidir.

Solvent oranı %60 ve üzerinde olan boyalarda bu oran %30'un altına düşürülmüştür. Boyada solvent oranının azaltılmasına bağlı olarak yaş boya uygulamalarında sorunlar ortaya çıkmaktadır. Ancak düşük solvent oranına sahip olan boyalar, çevre kirliliğinin azaltılmasına yönelik seçeneklerden biri olarak üretilmeye devam etmektedir.

Solvent bazlı boyalarda uygun bir formülasyon yapılmasına dikkat edilmelidir. Boyalarda solvent seçimi fiyatına, çözünürlük parametrelerine ve buharlaşma oranlarına göre yapılır. İyi bir solvent seçimi film bütünlüğünü, görünümünü ve performans özelliklerini korumada yarar sağlar. İyi bir solvent seçimi yapılmazsa istenmeyen boya kusurları ortaya çıkar.

Solvent içeren boyalarda pigment stabilizasyon mekanizması su bazlı sistemlerden farklıdır. Solvent bazlı boyalarda dispersiyon edici katkı maddelerinin belirli gruplara sahip olması gerekir. Katkı maddelerinin sahip olduğu gruplar pigmentlere tutunur ve uygun mekanizmalar sayesinde stabilizasyon sağlanır.

5.3.2. Solvent Bazlı Boya Üretimi

Solvent bazlı boyaların üretimi tıpkı su bazlı boyalar gibi yaş boya üretimindeki esaslara uygun olarak yapılır. Su bazlı boya üretiminin solvent bazlı boya üretiminden temel farkı çözücü olarak su yerine solvent kullanılmasıdır. Solvent bazlı boyaların üretimi reçinelerin ve kuru pigmentlerin yüksek hızlı karıştırıcı ile karıştırılmasıyla başlar. Bu işlem esnasında solventler ve diğer yardımcı ham maddeler de eklenir ve karıştırma işlemiyle boya pastası elde edilir. Elde edilen boya pastası özel yapıda bir öğütücüden geçirilerek pigmentlerin parçalanması ve dispersiyonu sağlanır. Dispersiyon için çelik bilyeli veya testere dişli öğütücüler kullanılır. Dispersiyon işlemi tamamlanıp elde edilen boya pastası kontrol edildikten sonra gerekli pigmentler pasta içerisine katılır, pH ve viskozite ayarları yapılır ve solventler eklenerek inceltme işlemi gerçekleştirilir. Bu aşamada çeşitli katkı maddeleri ve bağlayıcılar da ilave edilir.

Son kontrolleri yapılan ürün; sırasıyla filtrasyon, dolum ve paketlemeye gönderilir. Kullanılan ekipmanların içerisinde kalan az miktarda ürün genellikle solvent ile giderilir. Kullanılmış solvent ise ya formülasyonun bir parçası olarak bir sonraki adımda ya da bidonlarda toplanarak tekrar temizlik amaçlı kullanılır. Solvent çamur hâline geldikten sonra uygun şekilde bertaraf edilir.

5.2. LABORATUVAR ÇALIŞMASI

SOLVENT BAZLI BOYA ÜRETİMİ

Amaç	Solvent bazlı boya reçetesine göre boya üretmek.
Araç ve Gereç	Alkid (uzun yağlı, %60 white spirit içeren),gaz yağı (white spirit), selülozik kıvam arttırıcı ve çökme önleyici, etanol, soya lesitin, kalsiyum kurutucu, titanyum dioksit, kalsit 2 micron, kobalt kurutucu, zirkonyum kurutucu ve metil etil ketoksim.
Sağlık, Çevre ve Güvenlik Önlemleri	Çalışma koşullarına uygun kişisel koruyucu ekipmanlar kullanılmalıdır. Ortaya çıkan kontamine atıklar, ilgili yönetmeliklere uygun şekilde ortamdan uzaklaştırılmalıdır.

- √ Laboratuvar çalışmaları süresince işlem basamaklarına, güvenliğe ve temizliğe dikkat ediniz.
- √ Çalışma süresince performansınız öğretmeniniz tarafından uygulama sonunda verilen derecelendirme ölçeğine göre değerlendirilecektir.

İşlem Basamakları

1. Kazan çapına uygun karıştırıcı bıçağını belirleyerek dissolver şaftına bağlayınız (Görsel 5.15).
2. Kazan içerisine %7,02 oranında alkid, %5 oranında gaz yağı ile %0,36 oranında selülozik kıvam artırıcı ve çökme önleyici ekleyerek 10 dakika yüksek devirde karıştırınız (Görsel 5.16).
3. Karıştırma işlemi devam ederken %0,18 oranında etanol ilave ediniz ve karıştırma işlemini 5 dakika sürdürünüz.
4. Karıştırma işlemi devam ederken %0,36 oranında soya lesitin ile %0,12 oranında kalsiyum kurutucu (%10'luk derişime sahip) ilave ediniz ve karıştırma işlemini 3 dakika sürdürünüz.
5. Karıştırma işlemi devam ederken %20,46 oranında titanyum dioksit ile %44,48 oranında kalsit (2 mikron) ilave ediniz ve karıştırma işlemini 15 dakika sürdürünüz (Görsel 5.17).
6. Karıştırma işlemi devam ederken kazan kenarında oluşan katı tortuları temizlemek ve kazımak için %0,59 oranında gaz yağı ilavesi yapınız.
7. Karıştırma işlemi devam ederken %4,15 oranında gaz yağı ile %13,64 oranında alkid malzemeyi yavaş ilave ediniz ve karıştırma işlemini 5 dakika sürdürünüz.
8. Karıştırma işlemi devam ederken %0,18 oranında kobalt kurutucu (%10'luk derişime sahip) ile %0,24 oranında zirkonyum kurutucu (%12'lik derişime sahip) ilave ediniz ve karıştırma işlemini 15 dakika sürdürünüz.
9. Karıştırma işlemi devam ederken %0,53 oranında metil etil ketoksim ilave ederek karıştırma işlemini 15 dakika sürdürünüz.
10. Ayarlama işlemi için kazana %2,61 oranında gaz yağı ilavesi yapınız (Görsel 5.18).

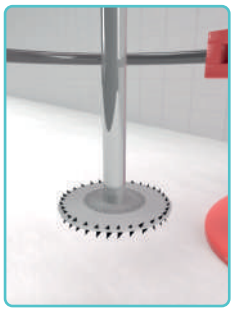
11. Kazandan numune alarak viskozite, yoğunluk, öğütme inceliği, pH ve renk şiddeti ölçümlerini yapınız.
12. İşlem basamaklarında elde ettiğiniz bulguları ve gözlemlerinizi neden-sonuç ilişkisi çerçevesinde rapor hâline getiriniz.

Kalite Kontrol Formu

Yapmış olduğunuz boya üretim uygulamasının kalite kontrol verilerine ait sonuçlarla tablo 5.5'i doldurunuz ve tabloyu öğretmeniniz ile yorumlayınız.

Tablo 5.5 : Üretimi Yapılan Boyanın Kalite Kontrol Sonuçları

Kalite Kontrol Deneyleri	Ölçüm Sonuçları	Referans Aralığı	Açıklamalar
Viskozite		95-105	
Yoğunluk		1,3-1,4	
Öğütme inceliği		30-40	
pH		8-10	
Renk şiddeti		96-104	



Görsel 5.15: Karıştırıcı bıçağın şafta bağlanması

Görsel 5.16: Kazana gaz yağı ve kıvam arttırıcı ilavesi

Görsel 5.17: Kazana TiO_2 ve kalsit ilavesi

Görsel 5.18: Kazana gaz yağı ilavesi

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

PERFORMANS KRİTERLERİ	PERFORMANS DÜZEYİ			
	Çok iyi	İyi	Orta	Geliştirilebilir
1. Laboratuvar güvenlik kurallarına uygun koruyucu kıyafetler giydi.				
2. Uygun karıştırıcı bıçağını belirleyerek dissolver şaftına bağladı.				
3. Kazan içerisine %7 oranında alkid, %5 oranında gaz yağı ile %0,36 oranında selülozik kıvam artırıcı ve çökme önleyici ekleyerek 10 dakika yüksek devirde karıştırdı.				
4. Karıştırma işlemi devam ettirilirken %0,18 oranında etanol ilave ederek karıştırma işlemini 5 dakika sürdürdü.				
5. Karıştırma işlemi devam ettirilirken %0,36 oranında soya lesitin ile %0,12 oranında kalsiyum kurutucu ilavesi yaparak karıştırma işlemini 3 dakika sürdürdü.				
6. Karıştırma işlemi devam ederken %20,46 oranında titanyum dioksit ile %44,48 oranında kalsit ilavesi yaparak ve karıştırma işlemini 15 dakika sürdürdü.				
7. Karıştırma işlemi devam ederken kazan kenarında oluşan katı tortuları temizlemek ve kazımak için %0,59 oranında gaz yağı ilavesi yaptı.				

PERFORMANS KRİTERLERİ	PERFORMANS DÜZEYİ			
	Çok iyi	İyi	Orta	Geliştirilebilir
8. Karıştırma işlemi devam ederken %4,15 oranında gaz yağı ile %13,64 oranında alkid malzemeyi yavaş ilave ederek karıştırma işlemini 5 dakika sürdürdü.				
9. Karıştırma işlemi devam ederken %0,18 oranında kobalt kurutucu ile %0,24 oranında zirkonyum kurutucu ilavesi yaparak karıştırma işlemini 15 dakika sürdürdü.				
10. Karıştırma işlemi devam ederken %0,53 oranında metil etil ketoksim ilavesi yaparak karıştırma işlemini 15 dakika sürdürür ve kazandan laboratuvar için örnek aldı.				
11. Ayarlama işlemi için kazana %2,61 oranında gaz yağı ilavesi yaptı.				
12. Kalite kontrol ölçümleri için kazandan numune alarak viskozite, yoğunluk, öğütme inceliği, pH ve renk şiddeti ölçümlerini yaptı.				
13. Çalışma ortamını temizledi.				
14. Rapor hazırladı.				

Öğretmen görüşü: .....

5.4. TOZ BOYA ÜRETİMİ

Toz boyalar 1980'lerin sonlarına doğru Türkiye'de kullanılmaya başlanmıştır. Kısa sürede geniş kullanım alanı bulmuş ve üretim miktarı artmıştır.

5.4.1. Toz Boyalar

Polimer tozlarının elektrostatik olarak kaplanacak parçaların üzerine yapıştırılıp eritilmesiyle yapılan kaplamalara **toz boya** denir (Görsel 5.19). Toz boya içinde çözücü içermeyen boya türüdür. Boya bağlayıcısı olarak seçilen polimerler, yüksek sıcaklıkta ısıtılıp eritilerek akışkan hâle getirilir. Pigment ve dolguların bu akışkan ortamda dispersiyonu sağlanır. Daha sonra varsa diğer bağlayıcı ve katkı maddeleri eklenir. Homojen hâle getirilen karışım ince tabakalar hâlinde soğutulur. Soğuyan ince tabakalar parçalanıp öğütülür ve toz boyaya dönüştürülür.

Görsel 5.19 Toz boya uygulaması

Toz boyalar özellikle metal yüzeyleri korumak ve dekoratif bir görünüm sağlamak için kullanılmaktadır. Son yıllarda yapılan gelişmeler sonucu cam, seramik, ahşap ve plastik yüzeylerin de kaplanmasında toz boya teknolojisine geçilmektedir. Çevresel açıdan ve uygulama açısından diğer boya türlerine göre daha avantajlıdır.

Toz boya kaplamaların sağladığı avantajlar şunlardır:

- Katkı maddesi ve çözücü katmaya gerek yoktur. Çözücü miktarının ayarlanmasından kaynaklanan hatalar meydana gelmez.
- Bünyesinde organik çözücü ihtiva etmediğinden yanma ve parlama riski çok azdır.
- Yüksek maliyetli çözücüler içermediğinden düşük maliyetlidir. Yaş boyaların fırınlanması esnasında oluşan ve çevre kirliliğine neden olan çözücü buharı, toz boyalarda yoktur.
- 10-15 dakika gibi kısa sürede uygulamaya hazırdır bu da imalat süresini kısaltır.
- Güçlü yapışma özelliği nedeniyle kimyasal maddelere, korozyona, sıcaklığa ve atmosfer koşullarına karşı dayanıklılık gösterir.
- Hatalı ve yanlış kaplanmış malzemeler fırınlanmaya girmeden basınçlı hava püskürtmeyle temizlenerek tekrar kaplanabilir.
- Toz boyanın güçlü yapışma ve dayanıklılığı sayesinde fırınlamadan sonra boyanmış parçaları kesip şekillendirmek mümkündür.
- Fabrika alanının ısıtılıp havalandırılması için gerekli hava ihtiyacı azdır. Bu da enerjide önemli ölçüde tasarruf sağlar.
- Kaplama sırasında dökülen boyalar tekrar kullanıma kazandırılabilir bu nedenle boya kaybı çok azdır.
- Tek kat püskürtme ile istenen kalınlıkta kaplama sağlanır.
- Metal olmayan fırınlanma sıcaklığına dayanabilen bakalit, cam vb. parçalar toz boya ile kaplanabilir.
- Toz boya ile 125 mikronluk bir kalınlığın üzerine çıkıldığında üretilen malzemede emayeden daha dayanıklı ve ucuz bir kaplama elde etmek mümkündür.
- Kaplanması istenmeyen kısımlar, toz boya uygulaması sırasında kuru fırça ile temizlenir. Bu sayede maskeleme masrafı yapılmamış olur.

- Toz boyalarda aynı miktardaki yaş boyalara kıyasla daha çok alana kaplama yapmak mümkündür.
- Özellikle otomatik sistemlerde maliyet ve işletme olarak daha ucuzdur.
- Toz boyanın teneke kutulara konulmasına ihtiyaç yoktur.
- Polietilen paketler içerisinde depolanıp saklanabilir. Bu da depolama maliyetine önemli derecede katkı sağlar.
- Toz boyanın hazırlık aşamasının olmaması ve boya parametrelerinin kontrol edilmesine ihtiyaç duyulmaması nedeniyle çalıştırılacak boya operatörü sayısı azdır.

Toz boyaların bazı dezavantajları şunlardır:

- Yaş boyalarla elde edilebilen estetik özellik çeşitliliğini toz boyalarda elde etmek mümkün değildir. Isıtılmış polimer ortamında, pigment dispersiyonu yaş boyalardaki kadar iyi olmadığı için çok yüksek parlaklıkların elde edilmesi mümkün değildir.
- Üretim sırasındaki sıcaklık ve dispersiyon dağılımının düşük olması bazı organik pigmentlerin kullanımını sınırlandırır.
- Yaş boyalarda renk değişimi daha hızlı yapılabilir. Ancak toz boyalarda renk değişimi daha yavaştır.
- Toz boyalar renkleri elde etmek için karıştırılamaz.

5.4.2. Toz Boya Çeşitleri

Toz boyaların termoplastik ve termoset olmak üzere iki türü vardır.

Termoplastik toz boyalar, sıcaklığın yükselmesi ile kimyasal reaksiyona girmez. Malzeme yüzeyinde eriyerek akıcı hâle gelir. Endüstride genellikle kablo, boru ve aksesuar kaplanmasında kullanılmaktadır. 250 mikron ve üzerinde kaplama yapmak mümkündür.

Termoset toz boyalarda sıcaklığın yükselmesi ile birlikte erime gerçekleşir ve film içinde kimyasal reaksiyonlar meydana gelir. Böylece oluşan kimyasal reaksiyon sonucunda toz boya filmi sıcaklığın etkisi ile tekrar erimez. Dekoratif amaçlı yapılan termoset boya film kalınlıkları 20-200 mikron arasında değişmektedir. Bazı termoset kaplamalarda film kalınlıkları birkaç milimetreye kadar çıkabilmektedir.

Toz boyaların bünyesinde bulunan polimer zincirlerine polar gruplar yerleştirilerek daha iyi yapışmalarını sağlamak mümkündür. Toz boyalar astar gerektirmez ve fırınlanma reaksiyonları daha karmaşıktır. Değişik tipteki termoset ve termoplastik toz boyalar ve özellikleri Tablo 5. 6'da verilmiştir.

Tablo 5.6: Çeşitli Termoset ile Termoplastik Toz Boyalar ve Özellikleri

ÖZELLİK	EPOKSİ	AKRİLİK	POLYESTER	POLİÜRETAN
Havadan etkilenme	Zayıf	Mükemmel	Mükemmel	İyi
Korozyon dayanıklılığı	Mükemmel	İyi	Çok iyi	Çok iyi
Kimyasallara dayanım	Mükemmel	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi
Sıcaklık dayanımı	Çok iyi	İyi	İyi	Çok iyi
Darbe dayanımı	Mükemmel	İyi-yeterli	İyi	Çok iyi
Sertlik	HB-5H	HB-4H	HB-4H	HB-3H
Esneklik	Mükemmel	İyi-yeterli	Çok iyi	Çok iyi
Yapışma	Mükemmel	İyi-yeterli	Mükemmel	Çok iyi

Epoksi toz boyalar: Epoksi toz boyalar geniş aralıkta formülasyon özgürlüğüne sahip olmalarından dolayı en önemli toz boya çeşitlerindendir. Yapışması mükemmel, yüksek parlaklık ve yumuşak yüzey oluşturan boyalardır. Epoksi toz boyalar kimyasallara, çözücülere ve kükürtdioksitli atmosfere mükemmel direnç gösterir. Doğru formülasyonla üretildiklerinde aşınma, darbe, esneklik ve çizilme direnci gibi mekanik özellikleri çok üst düzeydedir.

Polyester toz boyalar: Polyester toz boyaların dış ortam koşullarına dayanımları fazladır. Güneş ışığına ve ısıya karşı dirençleri yüksek olmasına rağmen kimyasal dirençleri epoksi toz boyalara göre daha düşüktür.

Poliüretan toz boyalar: Fiziksel ve kimyasal özellikleri sayesinde dış ortam koşullarına dayanımı yüksektir. Özellikle dış cepheler için kullanılır. Poliüretan toz boyaların üretiminde izosiyanatların kullanılması dezavantajıdır. Birkaç izosiyanat haricinde bütün izosiyanatlar zehirlidir.

Akrilik toz boyalar: Akrilik toz boyaların mekanik özelikleri diğer toz boyalara göre düşüktür. Ancak son yıllarda geliştirilen akrilik bazlı toz boyalar, çok düzgün bir yüzeyle beraber iyi bir dış ortam dayanımına sahiptir.

5.4.3. Toz Boya Uygulama Yöntemleri

Toz boyalar günümüzde endüstriyel olarak akışkan yatak ya da elektrostatik püskürtme yöntemleriyle uygulanır.

Akışkan Yatak

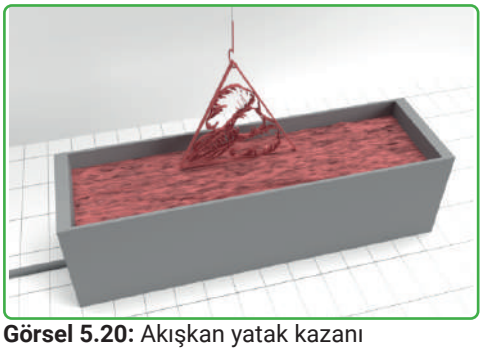
Termoplastik toz boya uygulamaları için geliştirilen ve daha sonraları termoset toz boyalar için de uygulanmaya başlanan yöntemdir. Akışkan yatak, dip kısmında esnek ve delikli bir elekten hava üflenen toz boya kazanından oluşur (Görsel 5.20). Aşağıdan yukarıya doğru üflenen hava toz boyayı akışkan hâle getirir. Böylece içine daldırılan boyanacak parçada, düzgün bir boya film kalınlığı elde edilmesini sağlar (Görsel 5.21).

Avantajları

- Tek seferde korozyona çok dayanıklı ve kalın bir boya tabakası elde edilir.
- Çok düzgün bir yüzey elde edilir.
- Tesisin kurulum maliyeti düşüktür.

Dezavantajları

- İnce boya tabakası için uygun değildir.
- Kazanı doldurmak için fazla miktarda toz boyaya ihtiyaç vardır.
- Karmaşık geometrili parçalarda iyi sonuç vermez.



Görsel 5.20: Akışkan yatak kazanı

Görsel 5.21: Toz boya uygulanmış metal ürün

Akışkan yatak yönteminde boyanacak parça kazana daldırılmadan önce toz boyanın erime sıcaklığına kadar ısıtılır. Parça üzerindeki boya filminin kalınlığı daldırma süresi ve parçanın ısıtılma sıcaklığı ile kontrol edilir. Boyanan parçalar yeterince büyük olmadığında parça çabuk soğuyacağından uygulamadan sonra parçanın fırınlanması gerekir.

Elektrostatik Püskürtme

Çoğunlukla boya uygulama kabini yakınında bulunan bir toz boya kazanından, hava akımıyla elektrostatik püskürtme tabancasına iletilen toz boya parçacıkları, elektrik yükü kazanarak topraklanmış parça yüzeyine püskürtülerek kaplanır (Görsel 5.22 ve 5.23). Bu işlemden sonra sonra boyalı parça fırına alınarak toz boyanın erime ve kürlenme işlemi gerçekleştirilir (Görsel 5.24). Fırınlanan parçalar soğumaya bırakılır (Görsel 5.25). Parça üzerinde tutunmayan boyalar toplanarak yeniden kullanılır.

Görsel 5.22: Toz boyama hazırlık aşaması

Görsel 5.23: Elektrostatik püskürtme yöntemi

Görsel 5.24: Fırınlama aşaması

Görsel 5.25: Fırınlama işlemi sonrası

5.4.4. Toz Boya Üretim Aşaması

Toz boyaların üretim aşamaları şu sırayla gerçekleştirilir:

Reçine tane büyüklüğü dağılımı: Reçine önce ezici değirmen vb. bir ekipmanda öğütülerek tane boyutları uygun hâle getirilir.

Ham maddenin karıştırılması: Öğütülen reçine daha sonra diğer katkılarla karıştırılarak homojenbir karışım oluşturulur.

Ekstrüzyon (yoğurma): Karışım, gövdesi belirli bir sıcaklıkta tutulan bir yoğurucuya gönderilir. Gövde sıcaklığı ancak reçineyi eritecek kadar sabit bir sıcaklıkta tutulur. Yüksek sıcaklık parlaklığı düşük bir toz boyaya neden olur. Eriyik hâldeki karışım yoğurucudan çıkarken soğutma merdanelerinden geçirilerek ince bir tabaka hâline getirilir. Daha sonra tabakalar 10-20 mm büyüklüğündeki parçalara ayrılır. Bu parçalara **cips** denir.

Öğütme: Oluşturulan cipslerin toz boya uygulamasına uygun parçacık dağılımına getirilmesi için bir kere daha öğütülmesi gerekir. Öğütme sonrasında değirmenlerde bulunan bir sınıflandırıcı ile iri taneler sürekli olarak değirmene geri beslenerek boyutları küçültülür.

Eleme / sınıflandırma: Toz boya üretiminde son aşama eleme / sınıflandırma safhasıdır. Toz boya için ideal tanecik büyüklüğünün dağılımı, toz boya uygulama yöntemine bağlı olarak ayarlanır.

Toz boyaların depolanması: Toz boyalar, elendikten sonra ortamdaki toz ve nemden etkilenmemesi için hızlı bir şekilde iyi kapatılmış ambalajlar hâlinde ve kuru bir ortamda depolanır. Toz boyaların nemlenmesi hâlinde uygulamada yüzey kusurları oluşur. Toz boyalar, karton kutu veya teneke fıçılar içerisine konan polietilen torbalara doldurulur. Paket içinden toz boya alındıktan sonra paketin ağzı sıkıca kapatılır. Uzun süreli depolamada toz boya depo sıcaklığı düşük sıcaklıklarda (25 °C sıcaklığın altında) tutulmalıdır. Toz boya sürtünmeye bağlı oluşan ısı ile kürleneceğinden, boya tozunun hareketli parçalara ulaşması önlenmelidir.

Tablo 5.7'de termoset toz boya bileşenleri örnek olarak verilmiştir.

Tablo: 5.7 : Termoset Özellikli Örnek Bir Boya Bileşeni

Termoset Özellikli Örnek Bir Boya Bileşimi	
Birinci karışım	Oran (%)
Bütanol	%25.00
Toluen (veya ksilen)	%25.00
Akrilamid	%3.75
Paraformaldehit	%4.50
Fosforik asit	%0.15
İkinci karışım	% Oran
Metakrilik asit	%1.60
Bütil akrilat	%8.00
Stiren	%23.00
Etil akrilat	%8.00
Benzoil peroksit	%1.00
Toplam	%100

5. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki cümlelerde bırakılan boşluklara verilen kelimelerden doğru olanlarını yazarak cümleleri tamamlayınız.

yaş boya	boya reçetesi	astar boya
toz	son karıştırma	uçucu organik
stabil	akışkan yatak	elektrostatik
	toz boya	

1. Akışkanlığı su veya solvent ile ayarlanabilen boya türlerine ..... işlemi yapılır.
2. Boya üretiminde renk ve viskozite ayarı ..... aşamasında yapılır.
3. Sağlık açısından zararlı olan benzen, toluen, etilbenzen ve ksilen gibi bileşenler ..... bileşikler diye tanımlanır.
4. Havada 75 mikrondan küçük olan ve havada asılı kalan ancak kendi ağırlığı ile çöken küçük katı partiküller ..... olarak tanımlanır.
5. Yüzeyin boyaya hazırlanması ve boyanın yüzeye daha iyi yayılmasını sağlayarak boya kullanımından tasarruf ettiren boya türleri ..... olarak tanımlanır.
6. Tüm boya türleri ..... göre formüle edilir ve üretilir.
7. Solvent ve su bazlı boyalarda katı partiküllerin çökmemesi için ..... olması gerekir.
8. İçerisinde çözücü içermeyen ve polimer yapıların eritilip yapışmasıyla uygulanan boya türüne ..... denir.
9. Boyanacak objenin önce ısıtılarak altından hava üflenen toz boya dolu kazana daldırılmasıyla gerçekleşen yönteme ..... yöntemi ile toz boyama denir.

B) Aşağıdaki sorularda doğru cevap olan seçeneği işaretleyiniz.

10. Tamamlama ve stabilizasyon aşamasında kazanda bulunan mill base ile solvent, bağlayıcı karışımı arasında sıcaklık farkının en fazla kaç °C olması gerekir?

A) 5 °C
B) 20 °C
C) 50 °C
D) 80 °C
E) 85 °C

11. Yaş boya üretiminde boya kararlılığı sağlanarak çökmenin engellendiği üretim basamağı aşağıdakilerden hangisidir?

A) İlk karıştırma
B) Dispersiyon ve ezme
C) Tamamlama
D) Bitirme
E) Paketleme

12. Aşağıdakilerden hangisi yaş boya üretiminde çalışanların maruz kaldığı tehlikelerden biri değildir?

A) Uçucu organik bileşikler
B) Ağır metaller
C) Toz partikülleri
D) Radyasyon
E) Gürültü

13. Yaş boya üretiminde çalışanların her zaman maruz kaldığı tehlikeli atık madde aşağıdakilerden hangisidir?

A) Pigment tozları
B) Uçucu organik bileşenler
C) Temizleme atıkları
D) Geri dönüşüme dönen boyalar
E) Boya çamurları

14. Aşağıdakilerden hangisi su bazlı boyaların tercih edilme nedenlerinden biri değildir?

A) Kolay uygulanması
B) Kokulu olması
C) Dirençli olması
D) Uzun ömürlü olması
E) Hızlı kuruması

15. Aşağıdakilerden hangisi farklı boya türleri arasında geçiş amaçlı olarak kullanılır?

A) Su bazlı boya
B) Astar
C) Solvent bazlı boya
D) Toz boya
E) Katkı maddesi

16. Aşağıdakilerden hangisi toz boyaların dezavantajlarından biri değildir?

A) İnce film elde etmek daha zordur.
B) Dispersiyon dağılımı düşüktür.
C) Renk değişimi daha yavaştır.
D) Renk elde etmek için karıştırılmaz.
E) Enerji sarfiyatını azaltır.

17. Üretilen boyanın uygulanacağı yüzey ve ortama uygun formülasyona sahip olmaması durumunda aşağıdakilerden hangisi ile karşılaşılır?

A) Uzun ömürlü kullanım
B) Boya kusurlarının oluşumu
C) Yüksek dayanıklılık
D) Uygulama kolaylığı
E) Düşük maliyet

18. Aşağıdakilerden hangisi yaş boyalarda akışkanlığın ayarlanması için kullanılır?

A) Reçineler
B) Pigmentler
C) Çözücüler
D) Katkı maddeleri
E) Dolgu maddeleri

19. Aşağıdakilerden hangisi boyanacak yüzeye astar uygulamanın avantajlarından değildir?

A) Son kat boyanın ömrünü uzatır.
B) Son kat boyadan önce dolgu görevi görür.
C) Son kat boyanın yüzeye eşit dağılımını sağlar.
D) Yüzeyi dış etkilerden korur.
E) Son kat boyanın kullanım miktarını artırır.

6. ÖĞRENME BİRİMİ

KONULAR

6.1. SANAYİ BOYALARI
6.2. SELÜLOZİK BOYALAR
6.3. OTOMOTİV BOYALARI

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Genel sanayi boyaları, selülozik ve sentetik boyalar, tinerler, otomotiv boyaları
- Selülozik ve sentetik tiner arasındaki benzerlikler ve farklar
- İnşaat boyası, selülozik boya ve oto boya üretimi

TEMEL KAVRAMLAR

- Sanayi boyaları
- Astar boyalar
- Ahşap boyaları
- Ambalaj boyaları
- İnşaat boyaları
- Selülozik boyalar
- Tiner
- Otomotiv boyaları

GENEL SANAYİ BOYASI, SELÜLOZİK BOYA VE OTOMOTİV BOYASI ÜRETİMİ

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Sanayi sektörü, içerisinde hangi sektörleri barındırır? Sınıfta arkadaşlarınızla tartışınız.
2. Sektör bazında farklı boya çeşitleri kullanılmasının nedenleri nelerdir? Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

6.1. SANAYİ BOYASI ÜRETİMİ

İmalat sanayi ürünlerini ve binaları boyamakta kullanılan boyalar **sanayi boyaları** olarak adlandırılır.

6.1.1. Sanayi Boyaları

Otomotiv parça boyaları, oto tamir boyaları, ahşap boyaları, deniz ve konteyner boyaları, uçak boyaları, metal ambalaj boyaları ve bobin boyaları sanayi boyalarında özel amaçlı olarak kullanılan boya tipleridir. Bunların dışında kalan sanayi boyaları ise **genel sanayi boyaları** olarak adlandırılır.

Genel sanayi boyaları, farklı kullanım alanlarına sahip olmaları nedeniyle oldukça fazla alt grup çeşitliliğine sahiptir.

- Oto yan sanayi boyaları
- Beyaz ev eşyası boyaları
- Elektronik ev eşya boyaları
- Isıtıcı radyatör boyaları
- Tarımsal araç gereç boyaları
- Mekanik ve elektronik makine - cihaz boyaları
- İnşaat sanayi boyaları
- Sanayi tesis boyaları
- Özel amaçlı antikorozif boyalar
- Mutfak araç gereç boyaları
- Diğer sanayi ürünlerine uygulanan boyalar

Sanayi boyalarında her tür yüzeye boya uygulaması yapıldığından değişik yüzey hazırlama yöntemlerine ihtiyaç duyulur.

Sıva kaplı ve beton yüzeyler üzerine boya kaplaması yapılabilmesi için önce beton veya sıvanın kimyasal sertleşmesinin tamamlanması ve en az 28 gün geçmiş olması gereklidir. Betonarme yapılar sertleşmiş olarak gözükse de kimyasal sertleşme seviyesinin hızı azalarak devam etmektedir. Bu nedenle asgari bekleme süresi 28 gündür. Diğer önemli bir husus da yüzeyde oluşan ve tozlaşabilen gevşek ve eski boya tabakasının uzaklaştırılmasıdır. Sıvalı yüzeylerde 1-2 mm, beton yüzeylerde 1-5 mm'ye kadar olabilecek bu tabaka, boyaların yüzeyde kalması ve yeni uygulanacak boyaların yüzeye yapışmasını azaltır. Bu kısımlar, zımparalama ve tel fırçayla temizleme işlemine tabi tutulur. Daha sonra yüzeyde kalan bazik kimyasallar zayıf asitlerle nötrleştirilir ve suyla yıkanır. Bu işlemlerin ardından yüzey, boya uygulaması için hazır hâle gelir.

Metal yüzeylerde boya uygulaması yapılmadan önce yüzeyde bulunan kirli tabakanın ve oksit tabakasının temizlenmesi önemlidir. Yüzeyde bulunan kirlilik ve oksit tabakası boyanın yüzeye yapışmasını engeller. Metal, uygun çözücülere daldırılarak veya çözücüler basınçla püskürtülerek temizleme işlemi gerçekleştirilir. Aynı zamanda yüzeye fırçalama işlemi uygulanır. Daha sonra alkali temizleme işlemi gerçekleştirilir ve yüzeyde kalan yağ ve kirin yanı sıra oksit tabakası da uzaklaştırılır. Metal yüzeyde kalan alkali maddeyi nötrleştirmek ve oksit tabakasını dağıtmak için asitle yıkama yapılır. Hemen ardından oksitlenme olmaması için pasifleştiriciler kullanılır.

Mekanik temizleme yöntemleri de bu yöntemlerle birlikte kullanılır. En etkin mekanik temizleme yöntemi ise kumlama yöntemidir.

6.1.2. Ahşap Boyaları

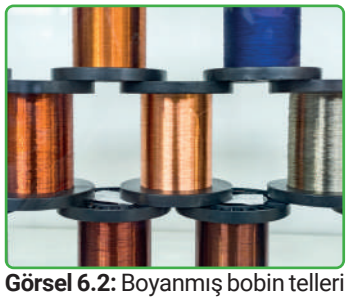
Ahşap malzemeler, bina yapımı, mobilya ve dekorasyon işleri, parke, kaplama levha, kontrplak ve yonga levha üretiminde kullanılmaktadır. Ağaç malzemenin bu kadar kullanım alanı bulmasının nedeni, anatomik yapısı, fiziksel ve mekanik özellikleri ile kimyasal bileşenlerinden kaynaklanmaktadır. Doğal hâliyle açık hava etkisinde bırakılan ağaç malzeme, çeşitli mikrobiyolojik canlılar ve çevre koşullarının zararlı etkilerine açık olduğundan koruyucu boyalar ile kaplanması gerekir. Bu amaçla ahşap boyaları üretilir ve kullanılır (Görsel 6.1). En çok tercih edilen ahşap boya çeşitleri akrilik, sentetik ve selülozik boyalardır.

Görsel 6.1: Dekoratif amaçla kullanılan ahşap boya uygulaması

Ahşap yüzeylerin boya işlemine hazırlık evresinde yüzey üzerine mantar, bakteri ve böcek tahribatını önlemek amacıyla emdirme (emprenye) yöntemiyle koruyucu sıvılar uygulanır. Yüzey, çeşitli mekanik işlemler uygulanarak düzeltilir ve boyamaya uygun hâle getirilir. Bazı ahşap yüzeylere estetik görünüm sağlamak amacıyla kuvvetli yükseltgen özelliğine sahip kimyasallar uygulanarak ağartma işlemi gerçekleştirilir.

6.1.3. Bobin Boyaları

Bobin üreticileri, bobin tellerini pastan korumak ve telin estetik görünmesini sağlamak amacıyla boyarlar. Metal bobinlerin yüzeyinin boya için hazırlanması, boyanması, fırınlanması ve tekrar sarılması işlemlerine **bobin boyama** denir. Bu amaçla özel olarak hazırlanan ve kullanılan sanayi boyalarına ise **bobin boyası** denir (Görsel 6.2).



Görsel 6.2: Boyanmış bobin telleri

Bobin boyama işleminden önce telin yüzeyindeki yağı almak için sıcak deterjan çözeltisine daldırma ve durulama işlemi yapılır. Bu işlem boya filminin yapışması için oldukça önemlidir. Yağ alma işlemiyle birlikte mekanik fırçalama yapılır. Bu işlemlerin ardından kimyasal maddelerle yüzey hazırlama işlemi gerçekleştirilir. Bu amaçla fosfat ve kromat bileşenler kullanılır. Bu işlemlerin ardından yüzey nötrleştirici kromik asit banyosu yapılır. Daha sonra astarlama aşamasına geçilir. **Astar**, boyanacak yüzey ile son kat boya arasında köprü vazifesi gören, yüzey emiciliğini düşüren ve son kat boyanın yüzeye daha güçlü yapışmasını sağlayan, şeffaf ya da renkli görünümde üretilen üründür.

Bobin boyama işleminde boyanın metale daha iyi tutunması ve korozyondan korunması için antikorozif bileşen içeren astar uygulaması yapılır. Daha sonra son kat boya uygulamasına geçilir. Bobinlere son kat boya atılması iki şekilde yapılır. Bunlar kalın film ve ince film uygulamalarıdır. Kalın film uygulamaları 120 mikrometre ile 200 mikrometre arasındadır. Kalın kaplamalar dış etkenlerin metale ulaşmasını engeller ve yüksek korozyon direnci sağlar. Kalın kaplamalar soğuk ülkelerde daha fazla uygulanır. İnce film uygulamaları 15 ile 25 mikrometre arasındadır. Zorlu şartlar gerektirmeyen ortamlar için uygundur.

6.1.4. Deniz ve Konteyner Boyaları

Deniz taşıtlarının bazıları metal malzemeyle üretilirken bazıları ise ahşap ve elyaf takviyeli polyester malzemeden üretilir. Deniz taşıtları tuzlu su ve mikrobiyolojik canlıların bulunduğu ortamlarda korozif etkilere maruz kalır. Bu nedenle suyla sürekli temas eden yüzeylere astar ve boya uygulaması yapılır.

Suya teması az olan veya hiç olmayan kısımlar ise alkid vernikle kaplanır. Özellikle yat gibi deniz taşıtlarının estetik görünümü de önemlidir. Bunu sağlamak için yaygın olarak poliüretan boyalar kullanılır. Deniz taşıtlarının suyun altında kalan kısımlarında birikinti önleyici boya uygulaması da yapılır (Görsel 6.3).

Görsel 6.3: Deniz taşıtı yüzeyinin boyanması

Deniz taşıtlarına uygulanan boyalar, uygulama yapılan kısmın bulunduğu koşullara göre farklılaşır. Örneğin sürekli tuzlu suya, biyolojik birikintilere ve hareket esnasında meydana gelen sürtünmelere maruz kalan yüzeyler için uygun boya seçimi önemlidir. Yüzeye boya uygulanmadan önce yüzey hazırlama işlemi yapılmalıdır. Deniz suyu şiddetli derecede korozyona sebep olduğundan yüzey üzerinde en küçük noktasal bir zayıflık olmamalıdır. Boyama yapılacak yüzey üzerinde deniz suyunda bulunan sodyum vb. iyonlar temizlenmelidir. Yüzeyde temizlenmeden kalan iyonlar, metal korozyonunun hızlanmasına sebep olur.

Görsel 6.4: Boya uygulanmış konteynerler

Yüzey temizleme işlemlerinden sonra deniz suyu ile metal yüzey arasına antikorozif etkiye sahip boya uygulanır. Bunun üzerine mekanik sürtünmelere ve darbelere karşı dayanıklılığı artıran boya çeşitleri de eklenebilir. Deniz taşıtı ve konteyner yüzeylerinin korunması için epoksi-poliamid bağlayıcı içeren astar kullanımı yaygındır.

Sonuç olarak deniz taşıtları ve konteynerler için pas önleyici, birikinti önleyici ve dekoratif görünüm sağlayan özel amaçlı sanayi boyaları vardır (Görsel 6.4).

6.1.4. İnşaat Boyaları

Yapıların iç ve dış duvar yüzeylerine, tavanlarına, çatılarına, metal ve ahşap kısımlarına imalat ve montajın ardından uygulanan boyalar **inşaat boyası** olarak tanımlanır (Görsel 6.5). Gelişmiş ülkelerin boya üretiminde inşaat boyaları toplam üretimin %40'ından fazladır. Bu oran sanayileşmemiş ülkelerde daha da fazladır.

Görsel 6.5: Bina dış cephesinin boyanması

Sıva kaplı ve beton yüzeylerde, yüzey hazırlama ve boya uygulamaları kimyasal sertleşmenin tamamlanmasından sonra yapılır. Bunun için yüzeyin mekanik ve kimyasal işlemlerle boyanmaya hazır hâle getirilmesi gerekir. İnşaat boyalarının yüzeye daha iyi yapışması ve boya sarfiyatının azaltılması için solvent bazlı astarlar, su bazlı astarlar ile iç ve dış cephe macunları kullanılır. Astar ve macunlama işlemlerinden sonra boyanın son kat uygulaması yapılır.

Konutlarda kullanılan solvent bazlı boyaların yaydığı rahatsız edici koku nedeniyle kullanımı azalırken su bazlı boya kullanımı giderek artmaktadır. Son kat uygulamaları boyanın parlaklığına göre sınıflandırılabilir. Plastik badana olarak da tanımlanan emülsiyon esaslı iç cephe boyaları mat olur. Böylece ışığın saçılmasından kaynaklanan problemler giderilir, homojen bir iç aydınlık sağlanır.

Dış cephe uygulamalarına uygulanan son kat boyalarda su bazlı boya kullanılır. Pigment derişiminin yüksek olması gerekir. Böylece yağmur, çiğ vb. maddelerin boya filmi içine nüfuz etmesi engellenir. Dış cephe kaplamalarında silikon modifiye reçine esaslı dolgu malzemeleri kullanılır. Boya kaplamalar daha kalın uygulanarak bariyer özelliği arttırılır.

6.1. LABORATUVAR ÇALIŞMASI

İNŞAAT BOYASI ÜRETİMİ

Amaç	Boya reçetesine göre inşaat boyası üretmek.
Araç ve Gereç	Su, biyosit, kıvamlaştırıcı (%2,5), amonyum hidroksit, ıslatıcı, dispersiyon ajanı, köpük kesici, titanyum dioksit, kalsit, sodyum hidroksit (%10), akrilik veya polivinil asetat emülsiyonu, glikol, yüksek hızlı karıştırıcı ve termometre.
Sağlık, Çevre ve Güvenlik Önlemleri	Çalışma koşullarına uygun kişisel koruyucu ekipmanlar kullanılmalıdır. Ortaya çıkan kontamine atıklar, ilgili yönetmeliklere uygun şekilde ortamdan uzaklaştırılmalıdır.

- √ Laboratuvar çalışmaları süresince işlem basamaklarına, güvenliğe ve temizliğe dikkat ediniz.
- √ Çalışma süresince performansınız öğretmeniniz tarafından uygulama sonunda verilen derecelendirme ölçeğine göre değerlendirilecektir.

İşlem Basamakları

1. Kullanılacak kazan çapına uygun karıştırıcı bıçağını belirleyerek dissolver şaftına bağlayınız. Kazan içerisine %15 oranında su ilave ediniz. Yaklaşık 5 dakika kadar düşük devirde karıştırınız (Görsel 6.6).
2. Düşük devirde karıştırma işlemi yapılırken %0,1 oranında biyosit ilave ediniz ve karıştırma işlemini sürdürünüz.
3. Kazan içerisine %10 oranında kıvamlaştırıcıyı yavaş yavaş ilave ediniz ve düşük devirde 10 dakika karıştırma işlemini sürdürünüz.
4. Kazan içerisine %0,4 oranında amonyum hidroksit çözeltisinden ilave ediniz ve düşük devirde karıştırma işlemini sürdürünüz.
5. Kazan içerisine %0,3 oranında ıslatıcı ile %0,3 oranında dispersiyon ajanı ilave ederek düşük devirde karıştırma işlemini sürdürünüz.
6. Kazan içerisine %0,1 oranında köpük kesici ilave ederek düşük devirde karıştırma işlemini sürdürünüz.
7. Kazan içerisine %20 oranında titanyum dioksit ile %10 oranında kalsit ilave ederek düşük devirde karıştırma işlemini sürdürünüz (Görsel 6.7).
8. Kazan kenarında kalanları almak ve yıkamak için %10 oranında su ilave ediniz ve yüksek devirde 10 dakika karıştırma işlemini sürdürünüz. Üretim esnasında boya kazanının sıcaklığının 50 °C'yi geçmemesine ve öğütme boyutunun 30-40 mikron aralığında olmasına dikkat ediniz.

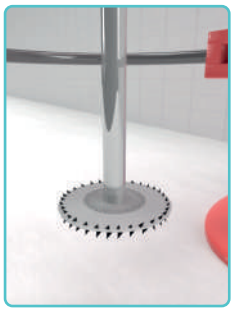
9. Düşük devirde 5 dakika karıştırma işlemi yapınız ve %30 oranında akrilik veya polivinil asetat emülsiyonunu yavaş yavaş ilave ediniz. Sıcaklığın 50 °C'ı geçmemesine dikkat ediniz (Görsel 6.8).
10. Kazan içerisine %2 oranında glikol, %0,3 oranında NaOH (%10'luk) ile %0,2 oranında köpük kesici ilave ederek düşük devirde 5 dakika karıştırma işlemini sürdürünüz (Görsel 6.9).
11. Boyanın viskozite ayarı için %1,3 oranında su ilave ediniz.
12. Kazan içerisinden numune alarak viskozite, yoğunluk, öğütme inceliği, pH ve renk şiddeti ölçümlerini yapınız.
13. İşlem basamaklarında elde ettiğiniz bulguları ve gözlemlerinizi neden-sonuç ilişkisi çerçevesinde rapor hâline getiriniz.

Kalite Kontrol Formu

Yapmış olduğunuz boya üretim uygulamasının kalite kontrol verilerine ait sonuçlarla tablo 6.1'i doldurunuz ve tabloyu öğretmeniniz ile yorumlayınız.

Tablo 6.1: Üretimi Yapılan Boyanın Kalite Kontrol Sonuçları

Kalite Kontrol Deneyleri	Ölçüm Sonuçları	Referans Aralığı	Açıklamalar
Viskozite		95-105	
Yoğunluk		1,3-1,4	
Öğütme inceliği		30-40	
pH		8-10	
Renk şiddeti		96-104	



Görsel 6.6: Karıştırıcı bıçağın şafta bağlanması

Görsel 6.7: Kazana TiO_2 ve kalsit ilavesi

Görsel 6.8: Kazana polivinil asetat eklenmesi

Görsel 6.9: Kazana köpük kesici ilavesi

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

PERFORMANS KRİTERLERİ	PERFORMANS DÜZEYİ			
	Çok iyi	İyi	Orta	Geliştirilebilir
1. Laboratuvar güvenlik kurallarına uygun koruyucu kıyafetler giydi.				
2. Uygun karıştırıcı bıçağını belirleyerek dissolver şaftına bağladı.				
3. Kazan içerisine %15 oranında su ilave ederek 5 dakika düşük devirde karıştırdı.				
4. Kazan içerisine %0.1 oranında biyosit ilave ederek düşük devirde karıştırma işlemini sürdürdü.				
5. Kazan içerisine %10 oranında kıvamlaştırıcıyı yavaş yavaş ilave ederek düşük devirde 10 dakika karıştırma işlemini sürdürdü.				
6. Kazan içerisine %0,4 oranında amonyum hidroksit çözeltisinden ilave ederek düşük devirde karıştırma işlemini sürdürdü.				
7. Kazan içerisine %0,3 oranında dispersiyon ajanı ile %0,3 oranında ıslatıcı ilave ederek düşük devirde karıştırma işlemini sürdürdü.				
8. Kazan içerisine %0.1 oranında köpük kesici ilave ederek düşük devirde karıştırma işlemini sürdürdü.				
9. Kazan içerisine %20 oranında titanyum dioksit ile %10 oranında kalsit ilave ederek düşük devirde karıştırma işlemini sürdürdü.				

PERFORMANS KRİTERLERİ	PERFORMANS DÜZEYİ			
	Çok iyi	İyi	Orta	Geliştirilebilir
10. Kazan kenarında kalanları almak ve yıkamak için %10 oranında su ilavesi yaparak yüksek devirde 10 dakika karıştırma işlemini sürdürdü.				
11. Üretim esnasında boya kazanından sıcaklığının 50 °C'yi geçmemesini, öğütme boyutunun da 30-40 mikron aralığında olmasını sağladı.				
12. %30 oranında akrilik veya polivinil asetat emülsiyonunu yavaş yavaş ilave ederek sıcaklığın 50 °C'ı geçmemesini sağladı.				
13. Kazan içerisine %2 oranında glikol, %0,3 oranında NaOH ile %0,2 oranında köpük kesici ilave ederek düşük devirde karıştırma işlemini sürdürdü.				
14. Boyanın viskozitesini ayarlamak için %1,3 oranında su ilave etti.				
15. Kazan içerisinden numune alarak viskozite, yoğunluk, öğütme inceliği, pH ve renk şiddeti ölçümlerini yaptı.				
16. Çalışma ortamını temizledi.				
17. Rapor hazırladı.				

Öğretmen görüşü: .....

6.1.6. Metal Ambalaj Boyaları

Büyük hacimli teneke ve kovalar ile küçük hacimli metal kutulara kadar değişen pek çok metal ambalajların iç ve dış yüzeylerinin kaplanmasında metal ambalaj boyaları kullanılır (Görsel 6.10). Günümüzde metal ambalaj kullanımı yerini plastik kaplara bırakmaya başlamıştır. Bu nedenle metal ambalaj üretimi giderek azalmaktadır.

Görsel 6.10: Metal ambalajların yüzeyine yapılan boya uygulaması

İnce metal levhalar, şekil verilerek istenen boyutta metal ambalaj malzemelere dönüştürülür. Günümüzde metal ambalaj kullanımı yağ, konserve sebze, salça, turşu, boya, tiner vb. ürünlerde devam etmektedir.

Metal ambalajların iç yüzeylerinin vernikleme işlemi, ambalajlanacak malzemenin ve metalin türüne göre yapılır. Ambalajın iç yüzeyine uygulanan kaplama filminden depolanan malzemeye doğru ya da bunun tersi yönde madde göçü gerçekleşebilir. Depolanan malzeme ile iç vernik kaplaması arasında madde göçü malzeme özelliklerinin değişimine neden olur. Örneğin depolanan bir içecekte tat verici kimyasallar iç vernik kaplamasına göç ederse içeceğin tadında değişme meydana gelir. Madde göçü devam ettikçe iç vernik kaplaması şişer ve yalıtım görevini yerine getiremez. Bunun sonucunda metal yüzeyinin pas ürünleri ambalajlanan maddeye bulaşabilir. Bu sebeple iç vernik kaplamaları depolanacak malzemeye uygun olmalıdır.

Metal ambalajların dış yüzeylerine yazı, şekil ve baskı yapılması gerekir. Bu nedenle metal ambalaj dış yüzeylerine akrilik veya polyester melamin uygulaması yapılır. Bu işlemin ardından ısı veya UV korumalı baskı mürekkep uygulaması yapılır.

6.1.7. Plastik Boyaları

1900'lü yılların başlarından itibaren plastik malzemeler pek çok alanda kullanılmaya başlamıştır. Kullanım amacına göre pek çok plastik malzeme çeşidi bulunur. Plastik yüzeyler estetik, koruma amaçlı ve fonksiyonel nedenlerle boyanır (Görsel 6.11).

Görsel 6.11: Plastik kaplara yapılan boya uygulaması

Poliolefin dışındaki tüm plastik çeşitleri yüzeylerindeki safsızlıklardan arındırıldıktan sonra boyanır. Plastik yüzey sıvı ile nemlendirilmiş bezle ovularak, uygun solventlerle ya da sulu kimyasal çözeltiler ile temas ettirilerek yüzey temizlemesi yapılır. Yüzeyin boyanmaya yeterli olup olmadığı yüzeye damlatılan alkol damlasının davranışını gözlemekle mümkündür. Alkolün yüzeye dağılmaması yüzeyin boyama için yeterli olduğunu gösterir.

Plastik yüzeylerin yüzey polaritesi düşük olursa boyanın yüzeye tutunması azalır. Bu nedenle yüzey polaritesini arttırıcı işlemler yapılır. Plastik boyası uygulamasında son katın fırınlama sıcaklığına dikkat edilmelidir.

6.1.8. Uçak Boyaları

Havacılık sektöründe düşük yoğunluğu, mekanik dayanıklılığı ve korozyon direnci nedeniyle en yaygın kullanılan malzeme alüminyum ve alaşımlarıdır. Alüminyumun yanında magnezyum, titanyum ve çelik de kullanılmaktadır. Uçakların boyanmasında kullanılan boyalar; astarlar, son katlar ve özel amaçlı boyalar şeklinde üç gruba ayrılır.

Görsel 6.12: Uçak yüzeyine yapılan son kat boya uygulaması

Metal yüzey boyanmadan önce fiziksel ve kimyasal yöntemlerle yüzey hazırlama işlemi gerçekleştirilir. Yüzeyi hazırlamak için kromat tuzlarının seyreltik çözeltilerine daldırma ve fırçalama işlemi yapılır. Daha sonra suyla yıkama işlemi yapılarak yüzey boyanmaya hazır hâle getirilir. Bu işlemden sonra yüzeye astar uygulaması yapılır.

Astarlama işleminde uçağın fırınlanması mümkün değildir. Bu nedenle astar ortam şartlarında sertleşebilir özellikte olmalıdır. Uzun süre pas direnci sağlayan ve basınç değişimlerinden etkilenmeyecek esneklikte astar seçimi yapılır. Astarlama işleminin tamamlanmasından sonra son kat boya uygulamasına geçilir (Görsel 6.12).

Uçağa uygulanan son kat boyalarda olması gereken özellikler şunlardır:

- Fırınlanma güçlüğü nedeniyle oda sıcaklığında sertleşebilmeli
- Astara iyi yapışmalı
- Mekanik dayanıklılığı fazla olmalı
- Dış etkenlere karşı kalıcı bir esnekliğe sahip olmalı

Geçmişte selüloznitrat, akrilik ve epoksi reçine esaslı boyalar kullanılırken günümüzde poliüretanlar son kat boyası olarak kullanılmaktadır.

BİLGİ KUTUSU

Gebze Teknik Üniversitesi Teknoloji Transfer Ofisinde faaliyet gösteren bir firma, çevre dostu su bazlı yol çizgi boyalarının kullanım ömürlerini üç katına çıkaran grafen takviyeli boya geliştirdi. Konuyla ilgili çalışmalarını sürdüren firma yetkilisi "Grafen türevlerini üreterek bunların endüstriyel uygulamalarını geliştirmeye çalışıyoruz. Grafen, bakırdan çok daha iyi elektrik iletken, mekanik olarak çelikten 200 kat daha dayanıklı, karbon nanotüpler ve elmastan daha iyi ısı iletken, yüksek yüzey alanlı ve yüksek optik geçirgenliğe sahip bir malzemedir. Bu özellikleri nedeniyle birçok kullanım alanı bulmuş, keşfinden bugüne hakkında milyonun üzerinde yayın yapılmış, 100 bine yakın patent alınmış bir nano malzemedir. " dedi.

Bu çalışma sayesinde grafen katkılı su bazlı yol çizgi boyalarının kullanım ömürleri üç katı kadar artmış ve işaretleme maliyetleri de %50 azalmıştır.

6.2. SELÜLOZİK BOYA ÜRETİMİ

Solvent bazlı boya türleri kendi aralarında sentetik ve selülozik olmak üzere ikiye ayrılır. Selülozik boyalar, örtücülüğü yüksek ve hava kurutmalı son kat boya kaplamasıdır.

6.2.1. Selülozik Boyalar

Selülozik boyalar uygulandığı yüzeye parlak bir görünüm sağlar ve bu parlaklığını uzun süre korur (Görsel 6.13). Fiziksel darbelere, çizilmelere ve aşınmalara karşı dayanıklıdır. Yüksek kapatma gücüne sahip ve çabuk kuruyan sanayi boyalarındandır.

Görsel 6.13: Selülozik boya uygulaması yapılmış metal raf

Selülozik esaslı boyalar inşaat sektöründe, ahşap ve metal yüzeylerde kullanılır. Ancak sentetik ve su bazlı boyalara göre içerdiği zararlı kimyasallar ve inceltilmesinde kullanılan tinerin selüloz esaslı olması, insan sağlığına zararlı olması, etrafa çok koku yayması ve boyandığı yüzeyde hava geçişini engellemesi nedeniyle inşaat sektöründe iç cephede kullanımı fazla yaygın değildir.

Tüm boya uygulamalarında olduğu gibi selülozik boyalarda da daha kaliteli bir boyama yapmak için yüzey hazırlama çok önemlidir. Fiziksel ve kimyasal yöntemler ile yüzey, boyanmaya hazır hâle getirilir. Yüzeyin boyaya hazırlanması aşamasından sonra astar uygulaması yapılır. Hem düzgün bir boyama yapılabilmesi hem de maliyetin düşürülmesi için astar işleminin yapılması gerekir.

Selülozik boyaların son kat uygulaması fırça ve rulo ile yapıldığında uygulama izleri kalır bu nedenle genellikle boya tabancası ile uygulanır. Ahşap yüzeylere uygulama yapılırken ahşap yüzeyin pürüzsüz olması gerekir. Bu işlem yüzeyin boyaya hazırlanması aşamasında sağlanır. Sentetik boyalar her tür yüzeye kolayca tutunabilen boyalar olduğu için selülozik boyaların üzerine sentetik boya uygulanabilir.

6.2.2. Selülozik Tiner ile Sentetik Tiner Arasındaki Farklar

Sentetik bazlı boya ve vernikleri inceltmek için sentetik tiner, selülozik bazlı boya ve vernikleri inceltmek için selülozik tiner kullanılır.

Selülozik ve sentetik tiner arasındaki benzerlik ve farklılıkları şunlardır:

- Her iki tiner türü metal veya cam kutularda muhafaza edilir.
- Her iki tiner türü boya artıklarını temizlemek için kullanılabilir.
- Her iki tiner türü doğrudan güneş ışığından korunmalıdır. Bu yüzden genellikle saydam olmayan veya yarı saydam kutularda saklanır.
- Her iki tiner türü cilt ile temas ettiğinde yanma yapar, teması hâlinde bol su ve sabun ile yıkanmalıdır.
- Her iki tiner türü iyi havalandırılan yerlerde saklanmalıdır.
- Selülozik tiner sentetiğe göre daha güçlü bir çözücüdür.
- Sentetik tiner plastik kapta saklanabilirken selülozik tiner plastik kapta saklanamaz.
- Selülozik tiner daha uçucudur ve geride yağ bırakmaz, sentetik tiner yağlı olduğu için boyanın kuruma süresini uzatır.
- Sentetik tiner selülozik tinere göre daha yoğundur.
- Selülozik tiner kokuluyken sentetik tinerin kokusuz çeşitleri vardır.

6.2.3. Selülozik Boya Üretimi

Selülozik boyaların üretimi yaş boya üretimindeki esaslara uygun olarak yapılır. Selülozik boya üretiminde çözücü olarak selülozik tiner kullanılır. Üretim, reçine ve pigmentlerin yüksek hızlı karıştırıcıyla karıştırılmasıyla başlar. Ortama çözücü ve diğer yardımcı ham maddelerin de eklenmesiyle boya pastası elde edilir. Elde edilen boya pastası öğütücüden geçirilerek pigmentlerin parçalanması ve dispersiyonu sağlanır. Dispersiyon işlemi tamamlanıp elde edilen boya pastası kontrol edildikten sonra gerekli pigmentler pasta içerisine katılır ve inceltme işlemi gerçekleştirilir. Bu aşamada çeşitli katkı maddeleri ve bağlayıcılar da ilave edilir. Son kontrolleri yapılan ürün sırasıyla filtrasyon, dolum ve paketlemeye gönderilir.

Selülozik boyaya ait örnek bileşen oran tablosu Tablo 6.2'de verilmiştir.

Tablo 6.2: Selülozik Boya Ham Madde Oranları

Ham Madde Türü	% Oran
Nitroselüloz (kuru)	15-20
Alkid reçine	25-35
Titanyum dioksit	5-10
Pigmentler	2-5
Dolgular	10-15
Dispersantlar, reoloji ajanları, kurutucular, vb.	3-5
White spirit	15-20
Alkoller, esterler, ketonlar ve diğer solventler	10-15

BİLGİ KUTUSU

Çatlatma Tekniği

Mobilya üzerinde çatlak vernik kullanılarak veya farklı özellikteki boyalar kullanılarak elde edilen çatlak görüntüye **çatlak boyama** denir. Çatlak boyama da diğer örtücü boyalar grubuna girdiği için mobilya yapımında astar kaplama olarak kullanılmaktadır. Çatlak boya yapımında kullanılan malzemeler; selülozik boya (istenen renkte olabilir), sentetik boya (istenilen renkte olabilir), sentetik tiner, çatlatma verniği, mat veya parlak vernik, selülozik tinerdir. Vernik zımpara işlemi bitmiş mobilyaya istenen renkte selülozik boya atılır. Çatlatma verniği 1/2 oranında selülozik tiner ile inceltilerek içerisine zeminin renginden farklı bir renkte selülozik boya atılır. Sentetik boya tamamen kurumadan üstüne farklı renkte selülozik boya atılır. Selülozik boya atıldıktan sonra sentetik boya ile tepkimeye gireceğinden çatlamalar başlayacaktır. İlk boya ile son boya arasında tepkime sona erince yüzeye mat veya parlak vernik atılır. (Düzce Üniversitesi Ormancılık Dergisi Cilt:5, Sayı:2, Sayfa:52)

BİLGİ KUTUSU

EPOKSİ ZEMİN KAPLAMALARININ AVANTAJLARI

Tozumaya Karşı Kullanılması

Döşeme kaplamalarının problemlerinden biri de tozdur. Tozun en büyük kaynağı aşınan malzemelerdir. Çimento esaslı zeminlerin aşınmalarından da toz meydana gelir. Basit bir epoksi uygulaması ile çimento esaslı zemin daha fazla aşınmalara karşı korunur. Yüzeyi hafif katılaştırarak minimum şekilde tutunan parçacıkların daha sıkı tutunmasını sağlar. Bu uygulama doğa şartlarına açık olmayan ve sadece hafif mekanik etkilerde kalan bütün alanlar için uygundur.

Cila Olarak Renkli Zemin Oluşturması

Çok kullanılan yüzeyler kirlenir ve herhangi bir işlem yapılmazsa kötü bir görünüme bürünür. Zamanla kirler, gözeneklerin içine nüfuz ederek temizlenmesi giderek zorlaşır. Bu durumlar için epoksi ile cilalama yapılması uygun olur. Epoksi cila gözenekleri kapatır. Bu sayede gözeneklere kir nüfuz edemeyeceği için kolayca temizlenebilen bir yüzey oluşur (Görsel 6.14).

Görsel 6.14: Epoksi cila uygulanmış mutfak zemini

Kaydırmaz Zemin Gerektirmesi

Birçok endüstriyel işletmede kaydırmayan zeminlere ihtiyaç vardır. Rampalar ve yükleme alanları kaydırmazlık özelliğinin istendiği yerlerdir. Sürekli sıvılarla temas eden üretim alanları kayganlaşabilir. Epoksi kaplamalar yüksek tonajlı yüklerin olmadığı alanlar için çok ekonomik bir çözümdür.

Yoğun ve Ağır Kullanımlı Zeminlerin Korunması

Endüstriyel işletmelerde, bazı zeminler çok ağır yüklerin etkisinde kalır. Bu tip alanların basınca dayanıklı olması için uygun kalınlıkta epoksi kaplama uygulaması yapılır. Bu sayede mekanik, kimyasal ve ısı kaynaklı problemler azaltılmış veya engellenmiş olur.

Topraklama Gerektiren Durumlar

Bazı zeminlerde elektrostatik yük birikmesi meydana gelir. Elektrostatik yük birikmesi sonucu enerji boşalımı kıvılcım olarak ortaya çıkar. Bu sorun iletken epoksi zemin kaplamaları kullanılarak önlenebilir. Bu tür epoksi sistemlerinin kullanıldığı yerler bilgisayar laboratuvarları, elektronik parça üretilen ve montaj yapılan alanlar, indüksiyon kontrollü üretim robotlarının kullanıldığı alanlar ve patlayıcı gazların ve sıvıların bulunduğu alanlardır.

Kimyasallara Dayanıklı Kaplamalar İstendiği Durumlar

Aşındırıcı etkiye sahip kimyasallar üretim sürecinin çeşitli aşamalarında kullanılır. Bu malzemelerin kullanıldığı alan zeminlerinin, kimyasal malzemeleri sızdırmaması gerekir. Bu nedenle bu alanların zeminlerine epoksi kaplama uygulaması yapılır.

Hijyenik ve Antibakteriyel Özelliklerin Arandığı Durumlar

Sağlık koşullarının önem kazandığı mekanlarda zemin kaplaması önemlidir. Zemin kaplamasının hijyenik ve antibakteriyel olması için ek yerinin az olması veya hiç olmaması, pürüzsüz, gözeneksiz bir yüzeye sahip olması gerekir. Bakteri ve böcek barındıracak süpürgelik ve eşik birleşim yerleri olmamalıdır.

6.2. LABORATUVAR ÇALIŞMASI

SELÜLOZİK BOYA ÜRETİMİ

Amaç	Boya reçetesine göre selülozik boya üretmek.
Araç ve Gereç	Alkid reçine, gaz yağı (white spirit), dispersant, alkol, emülgatör, kurutucu, titanyum dioksit, dolgu maddeleri, nitro selüloz, metil etil ketoksim, yüksek hızlı karıştırıcı ve termometre.
Sağlık, Çevre ve Güvenlik Önlemleri	Çalışma koşullarına uygun kişisel koruyucu ekipmanlar kullanılmalıdır. Ortaya çıkan kontamine atıklar, ilgili yönetmeliklere uygun şekilde ortamdan uzaklaştırılmalıdır.

- √ Laboratuvar çalışmaları süresince işlem basamaklarına, güvenliğe ve temizliğe dikkat ediniz.
- √ Çalışma süresince performansınız öğretmeniniz tarafından uygulama sonunda verilen derecelendirme ölçeğine göre değerlendirilecektir.

İşlem Basamakları

1. Kullanılacak kazan çapına uygun karıştırıcı bıçağını belirleyerek dissolver şaftına bağlayınız (Görsel 6.15).
2. Kazan içerisine %23 oranında alkid reçine ilave ediniz. Yaklaşık 5 dakika kadar düşük devirde karıştırınız (Görsel 6.16).
3. Kazan içerisine %10 oranında gaz yağı ilave ediniz ve karıştırma işlemini düşük devirde sürdürünüz.
4. Kazan içerisine %1 oranında dispersant ilave ederek düşük devirde karıştırma işlemini sürdürünüz.
5. Kazan içerisine %5 oranında gaz yağı ilave ediniz ve yüksek devirde 10 dakika karıştırma işlemini sürdürünüz.
6. Kazan içerisine %10 oranında alkol ilave ediniz ve yüksek devirde karıştırma işlemini 5 dakika sürdürünüz.
7. Kazan içerisine %0,4 oranında emülgatör ile %1 oranında kurutucu ilave ediniz ve yüksek hızda karıştırma işlemini 3 dakika sürdürünüz.
8. Kazan içerisine %10 oranında titanyum dioksit ile %13 oranında dolgu maddesi ilave ederek yüksek hızda karıştırma işlemini sürdürünüz (Görsel 6.17).
9. Kazan içerisine %3 oranında gaz yağı ilave ediniz ve 15 dakika yüksek devirde karıştırma işlemini sürdürünüz.
10. Kazan içerisine %2 oranında gaz yağı ile %18 oranında nitro selüloz ilave ederek yüksek devirde karıştırma işlemini 5 dakika sürdürünüz.

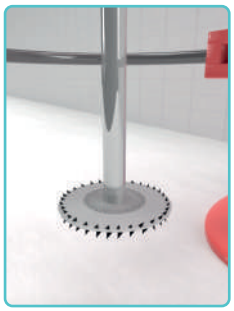
10. Kazan içerisine %1 oranında kurutucu ilave ediniz ve normal devirde karıştırma işlemini 15 dakika sürdürünüz.
11. Kazan içerisine %0,6 oranında metil etil ketoksim ilave ediniz ve normal devirde karıştırma işlemini 15 dakika sürdürünüz.
12. Viskozite ayarlamaları için %2 oranında gaz yağı ilave ediniz (Görsel 6.18).
13. Kazan içerisinden numune alarak viskozite, yoğunluk, öğütme inceliği, pH ve renk şiddeti ölçümlerini yapınız.
14. İşlem basamaklarında elde ettiğiniz bulguları ve gözlemlerinizi neden-sonuç ilişkisi çerçevesinde rapor hâline getiriniz.

Kalite Kontrol Formu

Yapmış olduğunuz boya üretim uygulamasının kalite kontrol verilerine ait sonuçlarla tablo 6.3'ü doldurunuz ve tabloyu öğretmeniniz ile yorumlayınız.

Tablo 6.3 : Üretimi Yapılan Boyanın Kalite Kontrol Sonuçları

Kalite Kontrol Deneyleri	Ölçüm Sonuçları	Referans Aralığı	Açıklamalar
Viskozite		95-105	
Yoğunluk		1,3-1,4	
Öğütme inceliği		30-40	
pH		8-10	
Renk şiddeti		96-104	



Görsel 6.15: Karıştırıcı bıçağın şafta bağlanması

Görsel 6.16: Kazana alkid reçine ilavesi

Görsel 6.17: Kazana TiO_2 ve dolgu maddesi ilavesi

Görsel 6.18: Kazana gaz yağı ilavesi

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

PERFORMANS KRİTERLERİ	PERFORMANS DÜZEYİ			
	Çok iyi	İyi	Orta	Geliştirilebilir
1. Laboratuvar güvenlik kurallarına uygun koruyucu kıyafetler giydi.				
2. Uygun karıştırıcı bıçağını belirleyerek dissolver şaftına bağladı.				
3. Kazan içerisine %23 oranında alkid reçine ilave ederek 5 dakika düşük devirde karıştırdı.				
4. Kazan içerisine %10 oranında gaz yağı ilave ederek düşük devirde karıştırma işlemini sürdürdü.				
5. Kazan içerisine %1 oranında dispersant ilave ederek düşük devirde 10 dakika karıştırma işlemini sürdürdü.				
6. Kazan içerisine %5 oranında gaz yağı ilave ederek ve yüksek devirde 10 dakika karıştırma işlemini sürdürdü.				
7. Kazan içerisine %10 oranında alkol ilave ederek yüksek devirde karıştırma işlemini 5 dakika sürdürdü.				
8. Kazan içerisine %0,4 oranında emülgatör ile %1 oranında dolgu maddesi ilave ederek yüksek devirde karıştırma işlemini 3 dakika sürdürdü.				
9. Kazan içerisine %10 oranında titanyum dioksit ile %13 oranında dolgu maddesi ilave ederek yüksek devirde karıştırma işlemini sürdürdü.				

PERFORMANS KRİTERLERİ	PERFORMANS DÜZEYİ			
	Çok iyi	İyi	Orta	Geliştirilebilir
10. Kazan içerisine %3 oranında gaz yağı ilave ederek yüksek devirde 15 dakika karıştırma işlemini sürdürdü.				
11. Kazan içerisine %2 oranında white spirit ile %18 oranında nitro selüloz ilave ederek yüksek devirde 5 dakika karıştırma işlemini sürdürdü.				
12. Kazan içerisine %1 oranında kurutucu ilave ederek normal devirde karıştırma işlemini 15 dakika sürdürdü.				
13. Kazan içerisine %0,6 oranında metil etil ketoksim ilave ederek normal devirde karıştırma işlemini 15 dakika sürdürdü.				
14. Viskozite ayarlamaları için %2 oranında gaz yağı ilave etti.				
15. Kazan içerisinden numune alarak viskozite, yoğunluk, öğütme inceliği, pH ve renk şiddeti ölçümlerini yaptı.				
16. Çalışma ortamını temizledi.				
17. Rapor hazırladı.				

Öğretmen görüşü: .....

6.3. OTOMOTİV BOYASI ÜRETİMİ

Otomotiv gövdesinde ve parçalarında kullanılan boyalara **otomotiv boyası** denir.

6.3.1 Otomotiv Boyaları

Otomotiv (oto) üretiminde yaş boya kullanımının yanında hava, toprak ve su kirliliğini azaltmak amacıyla toz boya kullanımı giderek artmaktadır. Oto boyaları üretim ve uygulama açısından daha çok özen isteyen bir boya türüdür (Görsel 6.19).

Otomobillerde kullanılan sanayi boyaları ve boyaların işlevleri şunlardır:

Metal yüzeye uygulanan inorganik fosfat kaplamaları: Pas direncini artırma ve boyanın yüzeye daha iyi yapışmasını sağlama.

Daldırmayla uygulanan kataforetik astarlar: Yüksek pas direnci sağlama.

Sprey edilerek uygulanan astarlar: Taş çarpma direncini arttırma ve son kattan önce düzgün yüzey oluşturma.

Sprey edilerek uygulanan son katlar: Boyanın dış ortam koşullarına karşı direncini arttırma, uzun süreli parlak ve estetik görünüm sağlama.

Görsel 6.19: Otomobile estetik görünüm sağlamak amacıyla yapılan boya uygulaması

Oto boyası birkaç katmandan meydana gelir. En alt katmanda çelik sac üzerinde bulunan fosfat tabakası, onun üzerinde astar ve birinci kat, onların da üzerinde renkli kat ve son kat cilası bulunur. Her bir katın bileşimi değişik olduğu için ısıl gerilmeler her bir tabakada değişik kasılmalara neden olur. Çevre sıcaklığı çok hızlı düştüğü zaman yüzeyde oluşan nem ince çatlaklardan çelik sac yüzeyine erişebilir. Burada hapsolan su, sıcaklığın etkisiyle buharlaşıp boyanın çatlayıp kalkmasına neden olur.

Güneşin UV ışınlarının altında polimer zincirlerinin kırılması ve bağlayıcıların hidroliz olarak kopması boyanın yapışma gücünü azaltır. Bu nedenle bağlayıcı seçiminin uygun yapılması ve boya uygulaması sırasındaki kürlenme tepkimelerinin yüksek verimle tamamlanması gerekir.

Otomobil gövde ve parçalarına boya uygulaması yapılmadan önce ön hazırlık işlemleri gerçekleştirilir. 500 °C sıcaklıklara çıkılarak metal aksamda bölgesel gerilmeler giderilir. Çelik sac yüzeyinin boya için hazırlanmasındaki amaç yüzeydeki yağ, kir ve pası uzaklaştırmaktır. Ayrıca yüzey, kimyasal işleme tabi tutularak korozyona karşı dayanıklı ve astar boyaya daha iyi yapışan bir hâle getirilir. Yağ ve kirden temizlemek için alkali çözelti kullanılır. Bu çözeltiye çok az miktarda titanyum fosfat kolloiti katılır.

Yüzey temizliğinden sonra çelik yüzey korozyondan koruma amacıyla fosfatlama işlemine tabi tutulur. Bu işlem daldırma veya püskürtme ile gerçekleştirilir. Yüzey temizleme aşamasında katılan titanyum fosfat fosfatlanma olayını hızlandırır. Bu işlem sonrasında yüzey, asitle yıkanır ve korozyona karşı pasifleştirilir.

Bir sonraki aşama astarlama aşamasıdır. Boya tabakası metal yüzeye zayıf yapışır ancak astar boya tabakası boyanın yüzeye daha iyi yapışmasını sağlar. Son yıllarda astar boyalar elektrolitik yöntemlerle uygulanmaktadır. Astar üzerine ara kat uygulaması yapılır ve ardından son kat uygulamasına geçilir.

Son kat boyalarda renklendirici boyar maddeler bulunur. Estetik görünüm bu boyar maddelerle sağlandığından rengin bozulmaması gerekir. Bunun için güneşin UV ışınlarına duyarlı boyar maddelerinin kullanılmaması gerekir. Bu nedenle son kat boyaya UV tutucu kimyasal maddeler de eklenir.

Son kat boyası olarak alkid, akrilik ve epoksi reçineleri içeren boyalar kullanılır. Akrilik esaslı bağlayıcıların kullanımı oldukça yaygındır.

Yaygın olarak kullanılan akrilik oto boyaları ve özellikleri şunlardır:

Düz akrilik oto boyaları: Sertleştirici eklenerek uygulanır ve belirli bir kalınlıkta olması gerekir. Bu boyalar kalın uygulandıklarında esneklik özelliklerini kaybeder. Kendi grubundaki tiner ve bileşenlerle birlikte kullanılır.

Metalik akrilik oto boyaları: Bu boyaların dış etkenlere karşı direncinin zayıf olmasından üzerine vernik uygulaması yapılır. Vernik uygulanmayan boyalar mat ve dirençsiz olur. Tamiratı ve uygulaması düz akrilik boyalara göre daha zordur.

Düz mat akrilik oto boyası: Hızlı bir uygulama ve genişleme alanına sahip olan bu boyalar yüksek dirençli ve esnektir.

6.3.2. Oto Tamir Boyaları

Otomotiv ürünlerinin, kaza, sürtünme veya çeşitli nedenlerle yeniden boyanmaları amacına yönelik üretilen sanayi boyaları **oto tamir boyaları** olarak adlandırılır (Görsel 6.20).

Görsel 6.20: Kaza sonrası otomobil parçalarına yapılan boya uygulaması

Oto tamir boyaları yüksek sıcaklıkta (130 °C-160 °C) ve kısa sürede (10-40 dakika) pişirilerek sert bir boya filmine dönüşür. Tamir amaçlı yapılan boyalı kısım ile orijinal boyalı kısım arasında renk ve ton farkı olması istenmez.

Oto tamir boyaları uygulanmadan önce ön hazırlık işlemleri gerekir. Uygun yöntemle yağ alma işlemi ve uygun metal astar atma işlemi yapılır. Son kat uygulamasından önce pas önleyici metal astarı yapılabilir. Oto tamir uygulamalarında kullanılan astar çeşitleri solvent bazlı astarlardır.

Astar uygulamasının tamamlanmasından sonra son kat boya uygulaması yapılır. Bu amaçla poliüretan ve akrilik boya türleri kullanılır. Ticari amaçlı araçlarda boya dayanımının fazla olması için alkid esaslı boyalar da kullanılmaktadır. Çevresel sorunları azaltmak amacıyla son kat boyalarının su bazlı tipleri de üretilmektedir.

6.3.3. Oto Boya Üretimi

Otomobil boyaları yaş boya üretimindeki esaslara uygun olarak üretilir. En çok kullanılan oto boya türleri akrilik boyalardır. Akrilik boya türlerinde kullanılan reçine türü akrilik reçinelerdir. istenen özellikleri kazandırmak için boyaya uygun katkı maddeleri ilave edilir.

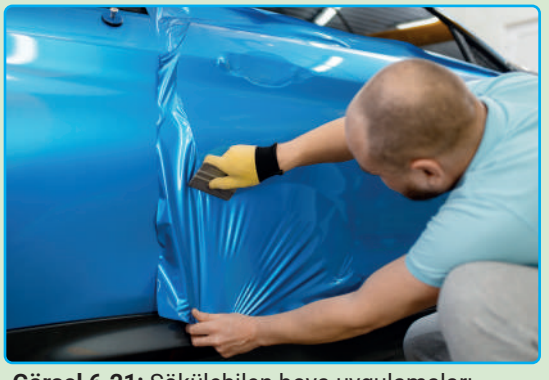
Oto üretiminde birinci kat olarak kullanılan oto boyasına ve son kat oto boyasına ait bileşen oranları Tablo 6.4'te gösterilmiştir.

Tablo 6.4: Oto Boyası Olarak Kullanılan İki Örnek Bileşenlerin Oranları

1. Örnek: Birinci Kat Oto Boyası		2. Örnek: Son Kat Oto Boyası	
Kimyasal Bileşenler	**Yüzde Oran**	**Kimyasal Bileşenler**	**Yüzde Oran**
Titanyum dioksit	11,38	Epoksi-tol yağı yağ asidi reçinesi	30,8
Siyah renklendirici	0,58	Kırmızı demir oksit	9,8
Çinko kromat	2,22	Sarı demir oksit	2,4
Baryum sülfat	16,98	Kara demir oksit	4,9
Porselen kili	16,98	Baryum sülfat	14,8
OH fonksiyonlu akrilik	23,24	Çinko kromat	0,9
Pigment ıslatıcı	0,96	Benton	0,8
White spirit	19,27	Toluen	35,5
Poliol-alifatik izosiyanat (%75'lik)	8,39	Mangan naftanat	0,1
Toplam	100	Toplam	100

BİLGİ KUTUSU

Amerikalı bir grup girişimci, geliştirdikleri soyulabilir plastik kaplama ile kullanıcıların istedikleri zaman otomobillerinin rengini değiştirebileceklerini açıkladı. Bu girişim ile plastik türevli bir madde ile kaplanan otomobiller, boyandıktan sonra tıpkı normal araçlar gibi uzun süre olumsuz şartlardan etkilenmeden kullanılabiliyor. Otomobilin rengi değiştirilmek istendiğinde boyanan dış yüzey araca zarar vermeden sökülmektedir (Görsel 6.21). [Şimdi de soyulabilir otomobil boyası yaptılar! (Basından)]



Görsel 6.21: Sökülebilen boya uygulamaları.

6.3. LABORATUVAR ÇALIŞMASI

OTO BOYASI ÜRETİMİ

Amaç	Boya reçetesine göre birinci kata uygulanabilen oto boyası üretmek.
Araç ve Gereç	Alkid reçine, gaz yağı (white spirit), dispersant, alkol, emülgatör, kurutucu, titanyum dioksit, dolgu maddeleri, nitro selüloz, metil etil ketoksim, yüksek hızlı karıştırıcı ve termometre.
Sağlık, Çevre ve Güvenlik Önlemleri	Çalışma koşullarına uygun kişisel koruyucu ekipmanlar kullanılmalıdır. Ortaya çıkan kontamine atıklar, ilgili yönetmeliklere uygun şekilde ortamdan uzaklaştırılmalıdır.

- √ Laboratuvar çalışmaları süresince işlem basamaklarına, güvenliğe ve temizliğe dikkat ediniz.
- √ Çalışma süresince performansınız öğretmeniniz tarafından uygulama sonunda verilen derecelendirme ölçeğine göre değerlendirilecektir.

İşlem Basamakları

1. Kullanılacak kazan çapına uygun karıştırıcı bıçağını belirleyerek dissolver şaftına bağlayınız. Kazan içerisine %15,24 oranında OH grubu taşıyan akrilik ilave ediniz. Yaklaşık 5 dakika kadar düşük devirde karıştırınız (Görsel 6.22).
2. Kazan içerisine %11 oranında gaz yağı ilave ediniz ve karıştırma işlemini düşük devirde sürdürünüz (Görsel 6.23).
3. Kazan içerisine %0,27 oranında selülozik kıvam arttırıcı ile çökme önleyici ilave ederek düşük devirde karıştırma işlemini sürdürünüz.
4. Kazan içerisine yıkama yapmak için %4 oranında gaz yağı ilave ediniz ve yüksek devirde 10 dakika karıştırma işlemini sürdürünüz.
5. Kazan içerisine %8,39 oranında poliol-alifatik izo siyanat ilave ediniz ve yüksek devirde karıştırma işlemini 5 dakika sürdürünüz (Görsel 6.24).
6. Kazan içerisine %2 oranında çinko kromat ile %16 oranında baryum sülfat ilave ediniz ve yüksek hızda karıştırma işlemini 3 dakika sürdürünüz.
7. Kazan içerisine %11 oranında titanyum dioksit ile %16 oranında porselen kili ilave ediniz ve yüksek devirde karıştırma işlemini sürdürünüz (Görsel 6.25).
8. Kazan içerisine kenarları kazımak için %3 oranında gaz yağı ilave ediniz ve yüksek devirde karıştırma işlemini 15 dakika sürdürünüz.
9. Kazan içerisine %3 oranında gaz yağı ile %8 oranında OH fonksiyonlu akrilik ilave ediniz ve yüksek devirde karıştırma işlemini 5 dakika sürdürünüz.
10. Viskozite ayarlamaları için %2,1 oranında gaz yağı ilave ediniz.

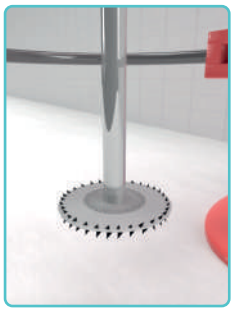
11. Kazan içerisinden numune alarak viskozite, yoğunluk, öğütme inceliği, pH ve renk şiddeti ölçümlerini yapınız.
12. İşlem basamaklarında elde ettiğiniz bulguları ve gözlemlerinizi neden-sonuç ilişkisi çerçevesinde rapor hâline getiriniz.

Kalite Kontrol Formu

Yapmış olduğunuz boya üretim uygulamasının kalite kontrol verilerine ait sonuçlarla tablo 6.5'i doldurunuz ve tabloyu öğretmeniniz ile yorumlayınız.

Tablo 6.5 : Üretimi Yapılan Boyanın Kalite Kontrol Sonuçları

Kalite Kontrol Deneyleri	Ölçüm Sonuçları	Referans Aralığı	Açıklamalar
Viskozite		95-105	
Yoğunluk		1,3-1,4	
Öğütme inceliği		30-40	
pH		8-10	
Renk şiddeti		96-104	



Görsel 6.22: Karıştırıcı bıçağın şafta bağlanması

Görsel 6.23: Kazana gaz yağı ilavesi

Görsel 6.24: Kazana izosiyanat ilavesi

Görsel 6.25: Kazana TiO_2 ve porselen kili ilavesi

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

PERFORMANS KRİTERLERİ	PERFORMANS DÜZEYİ			
	Çok iyi	İyi	Orta	Geliştirilebilir
1. Laboratuvar güvenlik kurallarına uygun koruyucu kıyafetler giydi.				
2. Uygun karıştırıcı bıçağını belirleyerek dissolver şaftına bağladı.				
3. Kazan içerisine %15,24 oranında OH fonksiyonlu akrilik ilave ederek 5 dakika düşük devirde karıştırdı.				
4. Kazan içerisine %11 oranında gaz yağı ilave ederek karıştırma işlemini düşük devirde sürdürdü.				
5. Kazan içerisine %0,27 oranında selülozik kıvam arttırıcı ile çökme önleyici ilave ederek düşük devirde karıştırma işlemini sürdürdü.				
6. Kazan içerisine yıkama için %4 oranında gaz yağı ilave ederek yüksek devirde 10 dakika karıştırma işlemini sürdürdü.				
7. Kazan içerisine %8,39 oranında poliol-alifatik izo siyanat ilave ederek yüksek devirde karıştırma işlemini 5 dakika sürdürdü.				
8. Kazan içerisine %2 oranında çinko kromat ile %16 oranında baryum sülfat ilave ederek yüksek hızda karıştırma işlemini 3 dakika sürdürdü.				
9. Kazan içerisine %11 oranında titanyum dioksit ile %16 oranında porselen kili ilave ederek yüksek devirde karıştırma işlemini sürdürdü.				

PERFORMANS KRİTERLERİ	PERFORMANS DÜZEYİ			
	Çok iyi	İyi	Orta	Geliştirilebilir
10. Kazan içerisine kenarları kazımak için %3 oranında gaz yağı ilave ederek yüksek devirde karıştırma işlemini 15 dakika sürdürdü.				
11. Kazan içerisine %3 oranında gaz yağı ile %8 oranında OH fonksiyonlu akrilik ilave ederek yüksek devirde karıştırma işlemini 5 dakika sürdürdü.				
12. Viskozite ayarlamaları için %2,1 oranında gaz yağı ilave etti.				
13. Kazan içerisinden numune alarak viskozite, yoğunluk, öğütme inceliği, pH ve renk şiddeti ölçümlerini yaptı.				
14. Çalışma ortamını temizledi.				
15. Rapor hazırladı.				

Öğretmen görüşü: .....

6. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki cümlelerde bırakılan boşluklara verilen kelimelerden doğru olanlarını yazarak cümleleri tamamlayınız.

gemi boyası	sanayi	bobin boyası
inorganik fosfat	yüzey hazırlama	astar boya
son kat boya	emprenye	tiner

1. Bütün endüstri kollarında genel amaçla kullanılan boya türlerine ..... boyaları denir.
2. Sanayi boyalarında her tür yüzeye boya uygulaması yapılabilmesi için mekanik ve kimyasal yöntemlerle ..... işlemi yapılır.
3. Bobin tellerini pastan korumak ve estetik görünmesini sağlamak amacıyla ..... kullanılır.
4. Deniz taşıtlarında tuzlu suya ve biyolojik birikintilere maruz kalan yüzeyler için ..... kullanılır.
5. İnşaat boyalarının yüzeye daha iyi yapışması ve boya sarfiyatının azaltılması için ..... kullanılmalıdır.
6. Otomotiv sektöründe pas direncini artırmak ve boyanın yüzeye daha iyi yapışmasını sağlamak amacıyla ..... kaplama uygulaması yapılır.
7. Otomotiv sektöründe boyanın dış ortam koşullarına karşı direncini artırmak, uzun süreli parlak ve estetik görünüm sağlamak amacıyla ..... kullanılır.

B) Aşağıdaki sorularda doğru cevap olan seçeneği işaretleyiniz.

8. Bina yapılarının iç ve dış yüzeylerine uygulanan boya çeşidi aşağıdakilerden hangisidir?

A) Radyatör boyaları
B) Beyaz eşya boyaları
C) İnşaat boyaları
D) Mekanik cihaz boyaları
E) Otomotiv boyaları

9. Aşağıdakilerden hangisi otomobil boya uygulamalarından biri <u>değildir</u>?

A) İnorganik fosfat kaplama
B) Fırça ile yapılan astar
C) Kataforetik astar
D) Sprey astar uygulama
E) Sprey son kat boya

10. İmalat sanayi ürünlerini ve tesislerini boyamakta kullanılan boyalar sanayi boyaları olarak adlandırılır.

Sanayi boyaları için aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

A) Uygulama yapılmadan önce yüzey hazırlama işlemi yapılır.
B) Betonun sertleşmesinden hemen sonra uygulanabilir.
C) Metal yüzeylere uygulanmadan önce oksit tabakası temizlenir.
D) Yüzeylere dekoratif görünüm ve parlaklık vermek için uygulanır.
E) Dış etkenlere karşı dayanıklı olması gerekir.

11. **Deniz taşıtlarına ve konteynerlere yapılan boya uygulamalarıyla ilgili aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?**

A) Tuzlu su ve biyolojik birikintilere dayanıklı olması
B) Orta şiddetli korozif ortama dayanıklı olması
C) Boyanacak yüzeyde suda çözünen iyon olmaması
D) Boya yapılacak yüzeye astar uygulaması gerektirmemesi
E) Boya uygulaması yapılacak yüzeye hazırlık yapılması

12. **Uçaklara yapılan boya uygulamaları ile ilgili aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?**

A) Yüzeyin kimyasal işlemlerle hazırlanması gerekir.
B) Gerektiğinde mekanik temizleme yöntemleri uygulanır.
C) Boyanın atmosfer koşullarına dayanıklı olması gerekir.
D) Boyaya korozif etkiyi azaltan katkı maddesi ilave edilir.
E) Astarlama işleminden sonra fırınlama işlemi yapılır.

13. **Selülozik tiner ile ilgili aşağıdakilerden hangisi doğrudur?**

A) Sentetik tinere göre daha güçlü çözücüdür.
B) Sentetik bazlı boyaları inceltmek için kullanılır.
C) Plastik kapların içinde saklanabilir.
D) Sentetik tinere göre uçuculuğu daha azdır.
E) Güneş ışığından etkilenmez.

14. **Boya sarfiyatını azaltmak, boyanın yüzeye yapışmasını artırmak ve varsa önceden uygulanmış boya ile yeni uygulanacak boya arasındaki uyumsuzluğu gidermek için yapılan uygulama aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Astar boya
B) Son kat boya
C) Cila
D) Selülozik boya
E) Sentetik boya

15. **Ahşap yüzeylerin mantar, bakteri, böcek gibi zararlılardan korumak ve suya dayanıklılığını artırmak amacıyla yapılan koruyucu sıvı emdirme uygulaması aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Astar boya
B) Ağartma
C) Emprenye
D) Vernik
E) Cila

16. **Otomobil gövde ve parçalarına boya uygulaması yapılmadan önce metal parçalara uygulanan yüksek ısıtma işlemi yapılmasının asıl nedeni aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Yüzeyde meydana gelen korozyonu temizlemek
B) Oksit tabakası oluşturarak yüzeyi pasifleştirmek
C) Yüzeyde bulunan kirlerin temizlenmesini sağlamak
D) Metal aksam üzerinde bölgesel gerilmeyi azaltmak
E) Boyanın daha çabuk kurumasını sağlamak

TERİMLER SÖZLÜĞÜ

- A -

akrilik: Yüksek performanslı akrilik esaslı boya veya su bazlı boyalarda kullanılan sentetik polimer.

alevlenme noktası: Herhangi bir maddenin buharlarının açık alev vasıtası ile alevlenebileceği derece.

antikorozif boya: Beklenen dayanım ömrü içerisinde metalik korozyondan (korumak amacıyla geliştirilmiş astar ve boyalar.

- D -

dispersiyon (süspansiyon): Çok ince katı yapıdaki partiküllerin bir sıvı madde içinde homojen şekilde dağılması işlemi.

- E -

elastikiyet: Boyanın, görünümünde değişiklik olmadan veya zarar görmeden, genişleme ve daralma yeteneği.

elektrostatik: Yüksek gerilim yardımı ile atomizasyon yapılması ve/veya atomize olmuş partiküllerin elektriksel yükle yüklenmesi.

emülsiyon: Sıvı yapıdaki kimyasal maddenin bir emülgatör yardımıyla başka sıvı kimyasal madde içinde dağılması işlemi.

- F -

film oluşumu: Boyadan su veya solventlerin buharlaşması ve bağlayıcı parçalarının birleşmesi sonucu kuruması.

- K -

katalizör: Kimyasal reaksiyonun hızını arttıran madde.

korozyon: Metallerin çevreleri ile reaksiyonları neticesi meydana gelen elektrokimyasal aşınma.

- Ö -

örtücülük: Boyanın, yüzeyi veya önceden uygulanan boyayı ve yüzeydeki lekeleri kapatma veya örtme kabiliyeti.

- P -

plastikleştirici madde: Kırılgan boyaları daha elastik hâle getirmek için ilave edilen ve film kürlenmesine rağmen kurumadan kalan maddeler.

polimerizasyon: Reaktif yapıdaki çifte bağlar içeren aynı veya farklı monomerlerin ısı, ışık veya katalizörler yardımıyla oluşturdukları farklı yapılardaki kimyasal bileşikler işlemi.

- S -

sertleştirici: Çift komponentli boyalarda reaksiyonun başlaması ve tamamlanabilmesi için kullanılan kimyasal maddeler.

solma: Işık veya sıcaklığa maruz kalan boyanın renginin açılması.

soyulma: Boyanın şeritler veya yapraklar hâlinde yüzeyden ayrılması.

su direnci: Su dayanıklılığı, bir yüzey kaplama tabakasının su geçirmeme özelliği.

- T -

termoplastik: Isı ile yumuşayan, soğuyunca sertleşen tekrar ısıtıldığında yumuşayan.

termoset: Kürlendikten sonra ısı ile yumuşamayan.

- V -

viskozite: Sıvıların akmaya karşı gösterdiği direnç.

CEVAP ANAHTARLARI

1. ÖĞRENME BİRİMİ A	1	2	3	4	5	6	7	8
	bağlayıcı	dolgu maddeleri	dekoratif	solvent	tiner - su	katkı maddeleri	pigment	toz

1. ÖĞRENME BİRİMİ B	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	E	B	A	D	E	A	A	E	B	C	D	B

2. ÖĞRENME BİRİMİ A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	spektrofotometre	dispersiyon	sonra	viskozite	üretim kartı	yoğunluk	zebra kağıt	çap	örtme gücü	grindometre

2. ÖĞRENME BİRİMİ B	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	C	A	A	A	B	B	E	C	D	C	B	E

3. ÖĞRENME BİRİMİ A	1	2	3	4	5	6	7
	görünür ışık	kızıl ötesi	pigment	magenta, cyan ve sarı	tamamlayıcı	metamerizma	spektrofotometre - kolorimetre

3. ÖĞRENME BİRİMİ B	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	C	A	A	D	B	C	B	A	A	D	A

4. ÖĞRENME BİRİMİ A	1	2	3	4	5	6
	süzme	dolum sistemleri	metal ambalajlar	ex-proof	barkodlama	iki boyutlu barkod ve- ya qr kod

4. ÖĞRENME BİRİMİ B	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	B	E	D	A	C	D	D	A	D	A

5. ÖĞRENME BİRİMİ A	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	yaş boya	son karıştırma	uçucu organik	toz	astar boya	boya reçetesi	stabil	toz boya	akışkan yatak

5. ÖĞRENME BİRİMİ B	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	A	C	D	B	B	B	E	B	D	E

6. ÖĞRENME BİRİMİ A	1	2	3	4	5	6	7
	sanayi	yüzey hazırlama	bobin boyası	gemi boyası	astar boya	inorganik fosfat	son kat boya

6. ÖĞRENME BİRİMİ B	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	C	B	B	D	E	A	A	C	D

KAYNAKÇA

1. Ayar, B. (2007). *Çinko borat sentezi ve yüksek sıcaklıkta pigment olarak kullanılabilirliği.* (Tez No. 199420) [Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=jjtLmJok8ce9ZmNtPiKURg&no=VfVPn6kvsmPKpnDQWIojRw

2. Bal, K. (2015). *Atık pet'in glikoliz ara ürünlerinden epoksi esaslı boya üretimi.* (Tez No. 418742) [Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=8-gtNMhxHLb-hvaJXFrgMQ&no=mm9_bheEDJz82Ac-NiIDLg

3. Bilgin, S. (1996). *Kırmızı demir pigmentinin (kırmızı Fe_2O_3) eldesi.* [Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi]. http://nek.istanbul.edu.tr:4444/ekos/TEZ/29881.pdf

4. Christie, R. M. (2001). *Colour chemistry.* The Royal Society of Chemistry

5. Çelik Taşkın, A. (2012). *Orta ölçekli belediyelerde kullanılabilecek karekod barkod destekli döküman yönetim sistemi.* (Tez No. 313007) [Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=CKRw00y_fAWg7TXZ6NTScw&no=dbkRt2Rq312Nco-gvRsiBQ

6. Eren, M. (2019). *Dış cephe boyalarında UV dayanımının arttırılması için yeni nesil çinko oksit bazlı nano katkıların ve hibrid bağlayıcıların geliştirilmesi.* (Tez No. 255936) [Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi]. http://hdl.handle.net/11655/7519

7. Gündüz, G. (t. y.). B*oya bilgisi.* TMMOB Kimya Mühendisleri Odası

8. İpek, F. (2018). *Tekstil renklerinin görsel renk yönetim sistemi ile değerlendirilmesi.* (Tez No. 515107) [Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi]. http://hdl.handle.net/11499/3177

9. Karakullukçu, N. (t.y.). Ölçüm cihazı ile renk analizi çalışması. [PowerPoint slaytları]. https://docplayer.biz.tr/1287129-Olcum-cihazi-ile-renk-analizi-calismasi

10. Kızılkonca Duran, E. (2020). *Boyalara ve kaplamalara nano metal oksit katkısının fiziksel, antikorozif ve antibakteriyel etkilerinin incelenmesi.* (Tez No. 509122015) [Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi]. http://hdl.handle.net/11527/20009

11. Kocabaş, E. (2009). *Su bazlı boya üretimi atıksularının fiziko- kimyasal yöntemlerle arıtımı.* [Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi]. http://hdl.handle.net/11527/579

12. Kurcan, P. (2006). *Boyahane atık sularının ileri oksidatif yöntemlerle dekolorizasyonu.* (Tez No. 202265) [Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=8TmvAhn00c5cuSoDGSZX_Q&no=mL6gRDwVyZfOQ56R7Yxbhg

13. Mehmet, G., Faruk Emirhan, A. & Aysun, Ş. (2017). Boyar madde arıtma alternatifleri. İçinde Altaş, L., Çelebi, H., Şimşek, İ., Bahadır, T., Özcan S. &Tulun, Ş. (Eds.), 2. Ulusal Çevre Mühendisliği Öğrencileri Sempozyumu (ss 368-375).

14. Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi Anadolu Meslek ve Anadolu Teknik Programı Kimya Teknolojisi Alanı Çerçeve Öğretim Programı. (2020).

15. Müdüroğlu, M. (2020). *Su bazlı boyalarda kullanılan Sivas talkının boya kalitesine etkisinin araştırılması.* (Tez No. 202265) [Doktora Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi]. https://hdl.handle.net/11630/8541

16. Odabaşı, R. (1995). O*to boya sanayisinde çalışan işçilerin işçi sağlığı ve iş güvenliği bakımından korunması.* (Tez No. 38337) [Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi]. https://acikbilim.yok.gov.tr/handle/20.500.12812/305997

17. Öztürk, A. (2016). *Boya üretimi yapılan tesislerde İSG risklerinin belirlenmesi ve çözüm önerileri ile bir işyerinde kimyasal maruziyetin değerlendirilmesi.* [İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi]. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü. https://www.csgb.gov.tr/media/1368/aysegulozturk.pdf

18. Paksoy, S. (1999). *Boya el kitabı*. TMMOB Kimya Mühendisleri Odası.

19. Paşa, Ç. (2006). *Otomotivde boyama teknolojisi ve boya kurutma fırınının ekserji analizi.* [Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi]. http://localhost:6060/xmlui/handle/1/10236

20. Polat, H. H. (2012). *Renk teorisi ve temel yanılgılar.* Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi. (28), 165-173. https://dergipark.org.tr/tr/pub/susbed/issue/61805/924559

21. TDK Yazım Kılavuzu.

22. Toz Boya Rehberi. (1999, Nisan). *Toz boyalar.* Akzo Nobel. (1. Yayın).

23. Tunçgenç, M. (2004). *Genel boya bilgileri.* Akzo Nobel.

24. Tunçgenç, M. (2015). *Türk boya sanayisi.* TMMOB Kimya Mühendisleri Odası

25. Özel, C. & Ünal, B. (2017). R*enklendirici katkıların polimer betonun mekanik özelliklerine etkisi.* Uluslararası Teknolojik Bilimler Dergisi. 9 (3), 89-98. https://dergipark.org.tr/tr/pub/utbd/issue/36156/406621

26. Ünlü, K. C. (2017). *Kullanılmış pet su şişelerinin glikoliz ara ürünlerinden alkid esaslı sentetik boya üretimi.* [Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=06FvaRUQ70P-N2gwa2oezg&no=aIwDSMXVuE-EQSggeMLHEw

27. Ünlüpınar, E. (2017). *Reaktif boyanmış pamuklu örme kumaşta yıkama haslığı test sonuçlarının renk bileşenlerine göre araştırılması.* [Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi]. https://acikbilim.yok.gov.tr/handle/20.500.12812/688952

28. Ünver, H., Karakaya, E., Çınar, K., Gürel, A. & Gönenç, İ. (2018). *Boya üretimi sektöründe iş sağlığı ve güvenliği rehberi.* Aile, Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, İş Sağlığı ve Güvenliği Araştırma ve Geliştirme Enstitüsü Başkanlığı.

29. Yamaç, D. (2016). T*ekstil boyar maddesinin sulu çözeltilerinden elektrokimyasal yöntemler ile giderimi.* [Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi]. http://openaccess.ogu.edu.tr:8080/xmlui/bitstream/handle/11684/1162/10104975.pdf?sequence=1&isAllowed=y

30. Yılmaz, A. (2005). *Epoksinin döşeme kaplama malzemesi olarak kullanılması ve hastane yapılarındaki kullanımının değerlendirilmesi.* [Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Kültür Üniversitesi]. https://acikbilim.yok.gov.tr/handle/20.500.12812/629150

NOT: Kaynakça APA 7 kaynakça yazım kurallarına göre düzenlenmiştir.

GÖRSEL KAYNAKÇASI

Aşağıdaki linke tıklayarak materyalin görsel kaynakçasına ulaşabilirsiniz.
http://kitap.eba.gov.tr/panel/dosyalar/upload/2130/0/U_0_06_12_2022_17_59_30_870.pdf