

**MOBİLYA ENDÜSTRİSİNDE LAKE ÜST YÜZEY
UYGULAMALARINDA PARÇA KENARLARINDA
OLUŞAN ÇATLAKLARIN NEDENLERİ VE
İYİLEŞTİRME OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI**

**2012
YÜKSEK LİSANS TEZİ
MOBİLYA VE DEKORASYON EĞİTİMİ**

Recep AYKAN

**MOBİLYA ENDÜSTRİSİNDE LAKE ÜST YÜZEY UYGULAMALARINDA
PARÇA KENARLARINDA OLUŞAN ÇATLAKLARIN NEDENLERİ VE
İYİLEŞTİRME OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI**

Recep AYKAN

**Karabük Üniversitesi
Teknoloji Fakültesi
Mobilya Dekorasyon Anabilim Dalında
Yüksek Lisans Tezi
Olarak Hazırlanmıştır**

KARABÜK

Haziran 2012

Recep AYKAN tarafından hazırlanan “MOBİLYA ENDÜSTRİSİNDE LAKE ÜST YÜZEY UYGULAMALARINDA PARÇA KENARLARINDA OLUŞAN ÇATLAKLARIN NEDENLERİ VE İYİLEŞTİRME OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI” başlıklı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Yrd. Doç. Dr. Fatih YAPICI

Tez Danışmanı, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir. 21/06/2012

Ünvanı, Adı SOYADI (Kurumu)

Başkan : Prof. Dr. Ali Naci TANKUT (BÜ)

Üye : Doç. Dr. Şeref KURT (KBÜ)

Üye : Yrd. Doç. Dr. Fatih YAPICI (KBÜ)

İmzası

.../.../2012

KBÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu, bu tez ile, Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Nizamettin KAHRAMAN

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”

Recep AYKAN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

MOBİLYA ENDÜSTRİSİNDE LAKE ÜST YÜZEY UYGULAMALARINDA PARÇA KENARLARINDA OLUŞAN ÇATLAKLARIN NEDENLERİ VE İYİLEŞTİRME OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI

Recep AYKAN

Karabük Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı

Tez Danışmanı:

Yrd. Doç. Dr. Fatih YAPICI

Haziran 2012, 151 sayfa

Mobilya endüstrisinde lake üst yüzey işlemleri, oldukça yaygın olarak kullanılan bir yüzey boyama şeklidir. Lake boyama genellikle MDF plakalar üzerine uygulanmaktadır. Mobilya endüstrisinde piyasada değişik kalitelere MDF ve lake astar ve boya bulmak mümkündür. Üretim esnasında da lake boyanın uygulandığı yerler kimi zaman modern hatlar kimi zamanda basit uygulama odaları şeklindedir. Bu koşullara birde ortam koşulları eklenince mobilya üretiminde kalite standartlarını tutturmak oldukça zor bir hale gelmektedir. Üretilip ihraç edilen yada iç piyasada satılan birçok mobilya lake uygulama kusurları, özellikle de kenar çatlakları nedeniyle iade alınmak durumunda kalmaktadır. Uzak ülkelerdeki mobilyalarnakliye probleminden dolayı daha büyük sorunlar meydana getirmektedir. Bu problemlerin çözüme kavuşturulması amacıyla, profillik kalite MDF plakalardan kesilen örnekler hazırlanmıştır. Hazırlanan örnekler güncel hayatta üretim esnasında

sorun yaşanan kapak ve ofis masa tablası detaylarından seçilmiştir. Astar boya türü olarak üç değişik astar türü ve kortel materyali kullanılmış, sonkat boya olarak da tüm örneklerde poliüretan sonkat boya kullanılmıştır. Tüm deney örneklerine aynı zımpara, ve işçilik yapılmıştır.

Hazırlanan örnekler ASTM ve TSE standartlarına göre deneylere tabi tutularak kıyaslaması yapılmıştır. Buna göre, boya firmasının özel olarak geliştirdiği non-crack astar ve polyester astar üzerine kortel uygulaması tam olarak başarı göstermiştir. Diğer astar türleri de kıyaslanarak hangi tip mobilyada hangi astar kullanılması gerektiği belirtilmiştir.

Anahtar sözcükler : Non-crack astar, poliüretan astar, polyester astar, kortel, poliüretan sonkat, lake boya.

Bilim Kodu : 711.3.023

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

A RESEARCH FOR REASONS AND IMPROVEMENT OF THE EDGE CRACKS ON LACQUERED SURFACE PROCESSES IN FURNITURE INDUSTRY

Recep AYKAN

Karabük University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Furniture and Decoration Education

Thesis Advisor:

Assist. Prof. Dr. Fatih YAPICI

June 2012, 151 pages

Lacquered surface processes are widely used as a form of surface painting systems at Furniture Industry. This process is generally applied on MDF plates. It is possible to find various qualities of MDF and lacquerer under coat paint in the furniture market. Surface painting processes are applied sometimes at modern lines and sometimes at simple rooms. When negative environment conditions are added to these, securing the quality standards becomes hard at furniture production. A lot of furniture produced and sold to domestic or foreign market is returned to the producers because of lacquered surface process defects especially cracks on the edges of furniture. Problems are getting bigger while transporting the products to far countries. To get a solution against these problems, MDF profile samples are prepared. The samples are

selected from door and desk sections that have defects while production. Threedifferent under coat paint and kortel material and polyurethane upper coat paint is used for all samples. For all experiments, same sanding and workmanship is applied. The experiments have ASTM and TSE standards. Accordingly, non-crack under coat paint and polyester under coat paint that the paint company developed specifically is fully demonstrated success. Other coating paints are compared and the type of coating paint that should be used for which furniture is defined.

Key words: Non-crack under coat, polyurethane undercoat, polyester undercoat, kortel, polyurethane upper coat, lacquer paint.

Science Code : 711.3.023

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca, değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren hocam ve tez danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Fatih YAPICI' ya, tecrübe ve bilgilerinden istifade ettiğim başta Sayın Prof. Dr. Ayhan ÖZÇİFCİ, Doç. Dr. Şeref KURT, Doç. Dr. Hamiyet Şahin KOL, Yrd. Doç Dr. Suat ALTUN ve Öğretim Görevlisi Günay ÖZBAY, Yüksek Lisans Öğrencisi Dündar ULUCAN'a ve tüm Teknik Eğitim Fakültesi'nin değerli hocalarıma sonsuz teşekkür ve şükranlarımı sunarım.

Tezime katkıda bulunan ve tez savunmama teşrif eden Bartın Orman Fakültesi, Orman endüstri mühendisliği öğretim üyesi Sayın Prof. Dr. Ali Naci TANKUT hocama sonsuz saygılarımı sunarım.

Deney örneklerimi hazırladığım ve bir kısım deneyleri yaptığım Çanakcılar Yapı malzemeleri A.Ş. firmasının değerli Yönetim Kurulu Başkanı Sayın Sezai ÇANAKCI ve Sayın Hakan ÇANAKCI'ya, bana her türlü manevi desteğini veren Teknik Müdürü Sayın Oğuz GÜLTEKİN'e, deneylerimde yardımcı olan Kimya Mühendisi Sayın Turan ELİEYİOĞLU'na ve diğer şirket personellerine sonsuz şükranlarımı sunarım.

Teknik desteğini ve değerli bilgilerini benden esirgemeyen, Kubilay Boya firmasının başta Sayın Atila BERBER olmak üzere tüm değerli personeline, yine tüm teknik bilgi ve desteği ile bana yardımcı olan İba-Valresa Boya Fabrikası'nın başta Kimya Mühendisi Bülent TANRIVERDİ olmak üzere tüm personeline, DYO Boya Fabrikaları'nın değerli yetkilisi Sayın Ayhan ULUÇAY'a teşekkürlerimi sunarım. Bana hayat veren her zaman yanımda olan sevgili annem ve babama, kendimi geliştirmem ve akademik kariyer yapmam konusunda her zaman destek olan eşim Yeliz AYKAN'a, kızım Eslem Sena AYKAN'a, burada ismini belirtmediğim bana her türlü destek veren tüm arkadaş ve dostlarıma sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

| | <u>Sayfa</u> |
|---|--------------|
| KABUL | ii |
| ÖZET | iv |
| ABSTRACT | vi |
| TEŞEKKÜR | viii |
| İÇİNDEKİLER..... | ix |
| ŞEKİLLER DİZİNİ | xiv |
| ÇİZELGELER DİZİNİ | xviii |
| SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ..... | xxi |
| | |
| BÖLÜM 1 | 1 |
| GENEL BİLGİLER | 1 |
| 1.1. GİRİŞ..... | 1 |
| 1.2. ÇALIŞMANIN AMACI | 4 |
| 1.3. LİTERATÜR ÖZETİ..... | 4 |
| 1.4. YÜZEY KAPLAMA MALZEMELERİ | 9 |
| 1.4.1. Katı Yüzey Kaplama Malzemelerin Sınıflandırılması | 10 |
| 1.4.2. Sıvı Yüzey Kaplama Malzemelerinin Sınıflandırılması..... | 10 |
| 1.5. BOYALAR | 11 |
| 1.5.1. Bağlayıcılar | 12 |
| 1.5.2. Pigmentler ve dolgular..... | 12 |
| 1.5.3. Çözgenler | 13 |
| 1.5.4. Katkılar | 13 |
| 1.6. BOYALARIN SINIFLANDIRILMASI..... | 14 |
| 1.6.1. Uygulama Tekniklerine Göre Sınıflandırma | 14 |
| 1.6.2. Uygulama Alanlarına Göre Sınıflandırma..... | 15 |
| 1.7. BOYA BİLEŞENLERİNİN FİNAL ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ..... | 15 |
| 1.8. LAKE BOYAMA..... | 16 |
| 1.8.1. Lake Boyanın Avantajları..... | 18 |
| 1.8.2. Lake Boyama Sistemleri..... | 18 |

| | <u>Sayfa</u> |
|--|---------------------|
| 1.8.2.1. Selülozik Macun | 18 |
| 1.8.2.2. Selülozik Astar Boya | 19 |
| 1.8.2.3. Selülozik Boya..... | 19 |
| 1.8.2.4. Selülozik Lake Boya Uygulaması | 20 |
| 1.9. BOYA KUSURLARI | 22 |
| 1.9.1. Boya/Vernik Ambalajlarında ve Katmanlarında Oluşan Kusurlar | 22 |
| 1.9.2. Depolama Sırasında Ortaya Çıkan Kusurlar..... | 22 |
| 1.9.2.1. Jelleşme İle Ortaya Çıkan Kusurlar | 22 |
| 1.9.2.2. Çökmenin Neden Olduğu Kusurlar | 22 |
| 1.9.2.3. Kabuk Oluşumu | 23 |
| 1.9.3. Yaş Boya Kusurları | 23 |
| 1.9.3.1. Viskoziteye Bağlı Kusurlar | 23 |
| 1.9.3.2. Elektrik Direncine Bağlı Oluşan Kusurlar | 24 |
| 1.9.3.3. Çökmenin Neden Olduğu Kusurlar | 25 |
| 1.9.3.4. Katı Maddenin Oluşturduğu Kusurlar | 25 |
| 1.9.3.5. Yoğunluğa Bağlı Oluşan Kusurlar..... | 26 |
| 1.9.3.6. Bağlayıcı Ayrışmasının Neden Olduğu Kusurlar | 27 |
| 1.9.3.7. Flokülasyona Bağlı Olarak Oluşan Kusurlar..... | 27 |
| 1.9.4. Yaş Boya Uygulaması Sırasında Meydana Gelen Kusurlar | 28 |
| 1.9.4.1. Akma ve Yüksek Akışkanlığın Neden Olduğu Kusurlar..... | 29 |
| 1.9.4.2. Portakallanma Nedeni İle Meydana Gelen Kusurlar | 31 |
| 1.9.4.3. Pinhol/Kaynama/Solvent Patlaması Nedeniyle Meydana Gelen Kusurlar..... | 32 |
| 1.9.4.4. Krater Oluşumuna Bağlı Kusurlar | 33 |
| 1.9.4.5. Boyada Yabancı Tanecik Oluşumu Nedeni İle Meydana Gelen Kusurlar..... | 34 |
| 1.9.4.6. Boya Tozu (Overspray)..... | 35 |
| 1.9.4.7. Yaş Veya Kuru Spray | 37 |
| 1.9.4.8. Silme İzi (Telegraphing) | 38 |
| 1.9.4.9. Yüzme Kusuru Ve Buna Bağlı Görsel Bozukluklar | 39 |
| 1.9.4.10. Yüzeyi Islatamama | 40 |
| 1.9.4.11. Kabarma (Lifting) Kusuru..... | 41 |
| 1.9.4.12. Kırışma (Wrinkling) Nedeniyle Meydana Gelen Kusurlar | 42 |

| | <u>Sayfa</u> |
|--|--------------|
| 1.9.4.13. Sütü Görüntünün Meydana Getirdiği Kusurlar | 43 |
| 1.9.4.14. Hava Kabarcığı Şeklinde Görülen Kusurlar..... | 44 |
| 1.9.4.15. Yeterli Parlaklığın Elde Edilemeyeşine Bağlı Kusurlar | 45 |
| 1.9.4.16. Zımparalama Güçlüğü..... | 46 |
| 1.9.5. Kürlenmiş Boya Filminin Görünümüyle İlgili Kusurlar | 46 |
| 1.9.5.1. Haze/Buğululuk Kusurunun Neden Olduğu Kusurlar | 47 |
| 1.9.5.2. Örtme Gücünün Yetersizliği İle Meydana Gelen Kusurlar..... | 48 |
| 1.9.5.3. Renk Farklılığının Meydana Getirdiği Kusurlar | 49 |
| 1.9.5.4. Gölgeleme Nedeniyle Meydana Gelen Kusurlar | 50 |
| 1.9.5.5. Sararma Nedeniyle Meydana Gelen Kusurlar | 50 |
| 1.9.5.6. Tebeşirlenme Nedeniyle Meydana Gelen Kusurlar | 51 |
| 1.9.5.7. Çatlama Nedeniyle Meydana Gelen Kusurlar | 52 |
| 1.9.5.8. Zımpara Çiziğı Görüntüsünün Meydana Getirdiğı Kusurlar | 52 |
| 1.9.5.9. Son Katın İnce Görülmesi Nedeniyle Meydana Gelen Kusurlar | 53 |
| 1.9.5.10. Düşük Çizilme Direncinin Meydana Getirdiğı Kusurlar | 53 |
| 1.9.6. Kuru Film Özellikleriyle İlgili Kusurlar | 54 |
| 1.9.6.1. Kürlenme İle İlgili Kusurlar | 54 |
| 1.9.6.2. Sertlik Nedeniyle Meydana Gelen Kusurlar | 54 |
| 1.9.6.3. Elastikiyet Nedeniyle Meydana Gelen Kusurlar | 55 |
| 1.9.6.4. Yapışma Zafiyeti Nedeniyle Meydana Gelen Kusurlar | 55 |
| 1.9.6.5. Nem Direnci Nedeniyle Meydana Gelen Kusurlar | 56 |
| 1.9.6.6. Dış Direnç/Yaşlanma | 57 |
| 1.9.6.7. Korozyon Dayanımı..... | 58 |
| | |
| BÖLÜM 2 | 59 |
| MATERYAL VE METOT..... | 59 |
| 2.1. MATERYAL..... | 59 |
| 2.1.1. MDF | 59 |
| 2.1.2. Polyester Astar | 60 |
| 2.1.3. Poliüretan Astar | 62 |
| 2.1.4. Non-Crack Astar | 63 |

| | <u>Sayfa</u> |
|--|--------------|
| 2.1.5. Poliüretan Sonkat | 64 |
| 2.2. METOD | 66 |
| 2.2.1. Deney Örneklerinin Hazırlanması..... | 66 |
| 2.2.2. Deney Örneklerine Astar-Son Kat Boya Uygulanmasında Kullanılan Boya Tabancaları ve Uygulama Kabini | 71 |
| 2.2.3. Sulu, Astar-Son Kat Boya Uygulama Kabini | 73 |
| 2.2.4. Kurutma Kabini..... | 74 |
| 2.2.5. Deney Örneklerine Astar Boya Uygulaması | 75 |
| 2.2.6. Sonkat Uygulaması..... | 80 |
| 2.3. YAPILAN TESTLER..... | 82 |
| 2.3.1. Katman Kalınlığı Tayini | 82 |
| 2.3.2. Eğilme Direnci | 83 |
| 2.3.3. Eğilmede Elastikiyet Modülü | 84 |
| 2.3.4. Cross Cut | 85 |
| 2.3.6. Renk Değişimi..... | 89 |
| 2.3.7. Kuru Sıcaklığa Karşı Yüzey Dayanıklılığı Tayini | 91 |
| 2.3.8. Su Buharına Karşı Yüzey Dayanıklılığı Tayini | 92 |
| 2.3.9. İklimsel Değişikliğe Karşı Direnç (Yaşlandırma)..... | 93 |
| | |
| BÖLÜM 3 | 95 |
| BULGULAR | 95 |
| 3.1. KATMAN KALINLIĞI TAYİNİ | 95 |
| 3.2. EĞİLME DİRENCİ..... | 96 |
| 3.3. EĞİLMEDE ELASTİKİYET MODÜLÜ..... | 98 |
| 3.4. CROSS-CUT | 99 |
| 3.4.1. Poliüretan Astarlı Örnek | 99 |
| 3.4.2. Polyester Astarlı Örnek | 100 |
| 3.4.3. Non-crack Astarlı Örnek..... | 101 |
| 3.4.4. Kortel+polyester Uygulamalı Örnek | 101 |
| 3.5. KURU SICAKLIĞIN RENK VE PARLAKLIK DEĞERLERİNE ETKİSİ | 103 |
| 3.5.1. Kuru Sıcaklık Uygulamasının Renk Değerlerine Etkisi..... | 103 |
| 3.5.2. Kuru Sıcaklığın Parlaklık Değerine Etkisi | 107 |
| 3.6. SU BUHARI UYGULAMASININ ÖRNEKLERİN RENK VE PARLAKLIK DEĞERLERİNE ETKİSİ | 110 |

| | <u>Sayfa</u> |
|---|---------------------|
| 3.6.1. Su Buharı Uygulamasının Örneklerin Renk Değerlerine Etkisi | 110 |
| 3.6.2. Su Buharı Uygulamasının Örneklerin Parlaklık Değerine Etkisi | 114 |
| 3.7. İKLİMSEL DEĞİŞİKLİĞE KARŞI DİRENÇ (KISA SÜRELİ-YORMA DENEYİ)..... | 116 |
| 3.8. İKLİMSEL DEĞİŞİKLİĞE KARŞI DİRENÇ (UZUN SÜRELİ-YORMA DENEYİ)..... | 125 |
| 3.8.1. Kalınlığı 18 mm ve Kenarları Kristal Modeli Pah Kırılmış Deney Örneği (Poliüretan Astar) | 125 |
| 3.8.2. Kalınlığı 18 mm ve Kenarları Kristal Modeli Pah Kırılmış Örnek (Polyester Astarlı) | 128 |
| 3.8.3. Kalınlığı 18 mm Kenarları Kristal Modeli Pah Kırılmış Örnek (Kortel+polyester)..... | 129 |
| 3.8.4. Kalınlığı 18 mm Kenarları Kristal Modeli Pah Kırılmış Örnek (Non-crack astarlı) | 129 |
| 3.8.5. Kalınlaştırma Yapılmış (18+18mm) Düz Kenarlı Örnek (Poliüretan Astarlı)..... | 130 |
| 3.8.6. Kalınlaştırma Yapılmış (18+18mm) Düz Kenarlı Örnek (Polyester Astarlı)..... | 131 |
| 3.8.7. Kalınlaştırma Yapılmış (18+18mm) Düz Kenarlı Örnek (Kortel+polyester)..... | 132 |
| 3.8.8. Kalınlaştırma Yapılmış (18+18mm) Düz Kenarlı Örnek (Non-crack Astarlı)..... | 133 |
| 3.8.9. Kalınlaştırma (30+18 mm) Yapılmış ve Kenarları Pahlı (Reward Tipi) Örnek (Poliüretan Astarlı)..... | 134 |
| 3.8.10. Kalınlaştırma (30+18 mm) Yapılmış ve Kenarları Pahlı (reward Tipi) Örnek (Polyester Astarlı) | 135 |
| 3.8.11. Kalınlaştırma (30+18 mm) Yapılmış ve Kenarları Pahlı (reward Tipi) Örnek (Kortel+polyester Uygulamalı)..... | 136 |
| 3.8.12. Kalınlaştırma (30+18 mm) Yapılmış ve Kenarları Pahlı (reward Tipi) Örnek (Non-crack Astarlı) | 137 |
| | |
| BÖLÜM 4 | 139 |
| SONUÇLAR VE ÖNERİLER | 139 |
| | |
| KAYNAKLAR..... | 149 |
| ÖZGEÇMİŞ..... | 152 |

ŞEKİLLER DİZİNİ

| | <u>Sayfa</u> |
|--|--------------|
| Şekil 1.1. Standart ve profilik MDF kesitleri | 2 |
| Şekil 1.2. Kenar çatlaklarının ışıklı lümen altında çekilmiş fotoğraf görüntüsü..... | 3 |
| Şekil 1.3. Zımpara izleri ve çizikleri..... | 17 |
| Şekil 1.4. Akma/Yüksek Akışkanlık..... | 30 |
| Şekil 1.5. Portakallanma ve kesit görüntüsü..... | 31 |
| Şekil 1.6. Pinhol oluşumu | 32 |
| Şekil 1.7. Krater oluşumu | 33 |
| Şekil 1.8. Yabancı Tanecik..... | 34 |
| Şekil 1.9. Boya Tozu oluşumu | 36 |
| Şekil 1.10. Yaş veya kuru spray | 37 |
| Şekil 1.11. Silme izi (Telegraphing) | 38 |
| Şekil 1.12. Yüzme kusuru oluşumu ve düzeltme önerileri | 40 |
| Şekil 1.13. Yüzeyi ıslatamama kusuru..... | 41 |
| Şekil 1.14. Kabarma kusuru..... | 42 |
| Şekil 1.15. Kırışma kusuru | 43 |
| Şekil 1.16. Hava kabarcığı oluşumu..... | 45 |
| Şekil 1.17. Haze – buğululuk..... | 47 |
| Şekil 1.18. Renk farklılığı..... | 49 |
| Şekil 1.19. Tebeşirlenme kusuru | 51 |
| Şekil 1.20. Nem direnci..... | 57 |
| Şekil 2.1. Boya çatlağının en çok görüldüğü geniş pahlı kapak tipi..... | 68 |
| Şekil 2.2. Kalınlaştırma işlemiyle (48 mm) üretilmiş bir ofis masası örneği..... | 69 |
| Şekil 2.3. Pahsız, düz kalınlaştırma işlemi (36 mm) yapılmış ofis masası örneği... | 70 |
| Şekil 2.4. Üstten hazneli boya tabancası..... | 74 |
| Şekil 2.5. Airless boya sistemi (Wagner) | 73 |
| Şekil 2.6. Deney örneklerine astar-boya uygulamasının yapıldığı atım kabini..... | 74 |
| Şekil 2.7. Kurutma kabini..... | 75 |
| Şekil 2.8. PU Astar atımı | 76 |

Sayfa

| | |
|--|-----|
| Şekil 2.9. Poliüretan astar uygulanmış MDF kesiti..... | 77 |
| Şekil 2.10. Polyester astar kalınlığının MDF kesitinden ölçümü..... | 77 |
| Şekil 2.11. Kortel+polyester uygulanmış MDF kesit ve kalınlık ölçümü | 78 |
| Şekil 2.12. Kortel+polyesterin parça tipine ve kesitine göre hazırlanması | 79 |
| Şekil 2.13. Kortel+polyesterlenmiş parçalar | 80 |
| Şekil 2.14. Kortel+polyester materyal üzerine kortel+polyester uygulanması | 80 |
| Şekil 2.15. Poliüretan astar üzerine poliüretan sonkat atılmış kesit görüntüsü..... | 81 |
| Şekil 2.16. Polyester astarla birlikte kortel+polyester uygulanmış örnekte boya kalınlığının kesit görüntüsü..... | 82 |
| Şekil 2.17. Katman kalınlığının ölçülmesinde kesit görüntüsü..... | 83 |
| Şekil 2.18. Eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü deney düzeneği | 84 |
| Şekil 2.19. Cross-cut test cihazı test kiti..... | 86 |
| Şekil 2.20. Cross-cut deneyinin yapılması..... | 87 |
| Şekil 2.21. Gloss-metre ölçme prensibi (64) | 88 |
| Şekil 2.22. Gloss-metre parlaklık ölçüm cihazı..... | 89 |
| Şekil 2.23. Üç boyutlu CIE L*a*b* renk bölgeleri (57)..... | 89 |
| Şekil 2.24. Renk ölçüm cihazı Braive Instrument..... | 90 |
| Şekil 2.25. Deney alanına yerleştirilecek olan ısı kaynağı (alüminyum blok)..... | 91 |
| Şekil 3.1. Polyester astar üzerine kortel+polyester uygulanmış parçadaki delikli görüntü..... | 96 |
| Şekil 3.2. Poliüretan astarlı örneğe yapılan cross-cut testinin görseli | 100 |
| Şekil 3.3. Polyester astarlı örneğe yapılan cross-cut testinin görseli..... | 100 |
| Şekil 3.4. Non-crack astarlı örneğe yapılan cross-cut testinin görseli..... | 101 |
| Şekil 3.5. Kortel+polyester uygulamalı örneğe yapılan cross-cut testinin görseli. | 102 |
| Şekil 3.6. Poliüretan astarlı reward tipi parçada hafif çatlak başlaması(Döngü3). 120 | |
| Şekil 3.7. Poliüretan astarlı reward tipi parçada çatlak görünümü (Döngü 10).... | 121 |
| Şekil 3.8. Non-crack astarlı reward tipi parçada ek yeri izinin belli olmaya başlaması (Döngü 10)..... | 121 |
| Şekil 3.9. Non-crack astarlı Düz Kalınlaştırmalı parçada ek yeri,astarın esnemesi ile meydana gelen açık renkli bölge(Döngü13) | 122 |
| Şekil 3.10. Polyester astarlı 18+18 kısa kenar tamamen çatladı. Çatlağın genel ve ışıklı lümen altındaki görüntüsü (Döngü 14) | 122 |
| Şekil 3.11. Polyester astarlı reward modeli parçada ek yerleri komple iz halinde belli olmaya başlaması (Döngü 16)..... | 123 |

| | |
|---|-----|
| Şekil 3.12. Non-crack 18+18 düz kalınlaştırmalı parçada hafif çatlak başlaması (Döngü 17) | 123 |
| Şekil 3.13. Döngü 18 Kristal tipi poliüretan parçada yüzeyde çatlaklar başladı..... | 124 |
| Şekil 3.14. 18 mm kalınlığında kenarları kristal pah kırılmış deney örneği..... | 125 |
| Şekil 3.15. Kristal pah kırılarak hazırlanmış poliüretan astarlı parçada çatlağın yakın görüntüsü | 126 |
| Şekil 3.16. Kristal pah kırılarak hazırlanmış poliüretan astarlı parçada çatlağın ışıklı lümen altındaki görüntüsü..... | 127 |
| Şekil 3.17. Kristal pah kırılarak hazırlanmış poliüretan astarlı parçada yüzeyden kenara çatlak oluşumu..... | 127 |
| Şekil 3.18. Polyester astarlı örneklerde görülen çatlaklar | 128 |
| Şekil 3.19. Kortel+polyester uygulaması yapılmış kenarları kristal pah kırılmış örnekler..... | 129 |
| Şekil 3.20. Non-crack astar uygulaması yapılmış örnek. | 130 |
| Şekil 3.21. 18+18 mm (slim) kalınlaştırma işlemi yapılmış poliüretan astarlı örnekte oluşan çatlağın ışıklı lümen altında görüntüsü..... | 131 |
| Şekil 3.22. 18+18 mm kalınlaştırmalı polyester astarlı örnek..... | 132 |
| Şekil 3.23. 18+18 mm kalınlaştırmalı cumbalarına kortel+polyester uygulanmış örnek | 133 |
| Şekil 3.24. Non-crack astar uygulanmış örnekteki fiziksel değişim | 134 |
| Şekil 3.25. 30+18 mm kalınlaştırma işlemi yapıldıktan sonra uzun kenarı pah kırılmış(Reward) poliüretan astarlı örnekte izlenen çatlaklar | 135 |
| Şekil 3.26. Reward tipi örnek ve meydana gelen çatlaklar..... | 136 |
| Şekil 3.27. Reward tipi örnek ve bölgesel çatlakların görüntüsü..... | 137 |
| Şekil 3.28. Non-crack astarlı 30+18 mm kalınlaştırmalı (Reward tipi) örnek | 138 |
| Şekil 4.1. Astar türüne göre ED ve EMO değerleri değişimi | 140 |
| Şekil 4.2. Kuru sıcaklık uygulaması sonucunda astar türü ve uygulanan sıcaklık değerlerine bağlı olarak renk L değerindeki değişim | 142 |
| Şekil 4.3. Kuru sıcaklık uygulaması sonucunda astar türü ve uygulanan sıcaklık değerlerine bağlı olarak renk a değerindeki değişim..... | 142 |
| Şekil 4.4. Kuru sıcaklık uygulaması sonucunda astar türü ve uygulanan sıcaklık değerlerine bağlı olarak renk b değerindeki değişim..... | 143 |
| Şekil 4.5. Kuru sıcaklık uygulaması sonucunda astar türü ve uygulanansıcaklık değerlerine bağlı olarak parlaklık değerindeki değişim..... | 143 |
| Şekil 4.6. Astar türü ve su buharına bağlı olarak renk L değerindeki değişim..... | 144 |

Sayfa

- Şekil 4.7. Astar türü ve su buharına bağlı olarak renk a değerindeki değişim 144
- Şekil 4.8. Astar türü ve su buharına bağlı olarak renk b değerindeki değişim..... 145
- Şekil 4.9. Astar türü ve su buharına bağlı olarak parlaklık değerindeki değişim... 145

ÇİZELGELER DİZİNİ

| | <u>Sayfa</u> |
|--|--------------|
| Çizelge 1.1. Katı Yüzey kaplama malzemeleri | 10 |
| Çizelge 1.2. Boya bileşenlerinin boya özelliklerine etkisi | 15 |
| Çizelge 1.3. Viskozitenin değişmesinin nedenleri ve çözüm önerileri | 24 |
| Çizelge 1.4. Elektrik direncinin muhtemel nedenleri ve düzeltilmesi önerileri..... | 24 |
| Çizelge 1.5. Çökmenin nedenleri ve düzeltilmesi önerileri..... | 25 |
| Çizelge 1.6. Boya karışımındaki katı madde oranının düşük yada yüksek olmasının boya kalitesine etkisi | 26 |
| Çizelge 1.7. Boya yada vernik karışımının yoğunluk farklılığının nedenleri ve önleyici-düzenleyici metotlar..... | 26 |
| Çizelge 1.8. Depolama süresinde, boya içerisindeki bağlayıcıların ayrışması | 27 |
| Çizelge 1.9. Flokülasyonun oluşması ve önleme yöntemleri..... | 28 |
| Çizelge 1.10. Akma ve yüksek akışkanlığın nedenleri ve çözüm önerileri..... | 30 |
| Çizelge 1.11. Portakallanma kusuru ve düzeltme önerileri | 32 |
| Çizelge 1.12. Pinhol oluşumu, nedeni ve düzeltici etkinlikler görülmektedir | 33 |
| Çizelge 1.13. Krater oluşumu | 34 |
| Çizelge 1.14. Boyada yabancı tanecik kusuru ve düzeltme önerileri | 35 |
| Çizelge 1.15. Boya tozu kusuru ve düzeltme önerileri | 36 |
| Çizelge 1.16. Boyada yaş ve kuru spray kusuru ve düzeltme önerileri..... | 38 |
| Çizelge 1.17. Silme izi kusuru..... | 39 |
| Çizelge 1.18. Yüzme kusuru ve düzeltme önerileri | 40 |
| Çizelge 1.19. Yüzeyi ıslatamama kusuru ve düzeltme önerileri..... | 41 |
| Çizelge 1.20. Kabarma kusuru ve düzeltme önerileri..... | 42 |
| Çizelge 1.21. Kırışma kusuru ve düzeltme önerileri..... | 43 |
| Çizelge 1.22. Haze buğululuk ve düzeltme önerileri..... | 48 |
| Çizelge 1.23. Örtme gücü ve düzeltme önerileri..... | 48 |
| Çizelge 1.24. Renk farklılığı ve düzeltme önerileri | 49 |
| Çizelge 1.25. Gölgeleme ve düzeltme önerileri | 50 |
| Çizelge 1.26. Sararma ve düzeltme önerileri..... | 51 |

Sayfa

| | |
|--|-----|
| Çizelge 1.27. Kurlenme | 54 |
| Çizelge 1.28. Sertlik ve düzeltme önerileri | 55 |
| Çizelge 1.29. Elastikiyet ve çözüm önerileri..... | 55 |
| Çizelge 1.30. Yapışma zafiyeti ve çözüm önerileri | 56 |
| Çizelge 1.31. Nem direnci ve çözüm önerileri..... | 57 |
| Çizelge 1.32. Dış direnç/yaşlanma ve çözüm önerileri..... | 57 |
| Çizelge 1.33. Korozyon dayanımı ve çözüm önerileri..... | 58 |
| Çizelge 2.1. MDF teknik özellikleri..... | 60 |
| Çizelge 2.2. Polyester Astar Teknik Özellikleri | 61 |
| Çizelge 2.3. Kullanılan poliüretan astar teknik özellikleri | 63 |
| Çizelge 2.4. Non-crack astar boya Teknik Özellikleri | 64 |
| Çizelge 2.5. Poliüretan mat lake sonkat boya Teknik Özellikleri | 65 |
| Çizelge 2.6. Deney örneklerinin kesit ve boyut özellikleri | 67 |
| Çizelge 2.7. Cross-cut testinin sonunda örneklerin değerlendirme kriterleri..... | 87 |
| Çizelge 2.8. Deney alanına yerleştirilen ısı kaynağının sınıf kodları veyorumları . | 92 |
| Çizelge 2.9. Su buharına karşı yapılan deneyin nümerik sınıflandırma koduna göre değerlendirilmesi | 93 |
| Çizelge 2.10. Uzun süreli döngünün deney koşulları | 94 |
| Çizelge 2.11. Kısa ve uzun süreli döngünün değerlendirme kriterleri..... | 94 |
| Çizelge 3.1. Katman kalınlığı ölçümü | 95 |
| Çizelge 3.2. Ortalama eğilme direnci ve standart sapma değerleri..... | 97 |
| Çizelge 3.3. Değişik astar türlerine göre varyans analizi sonuçları | 97 |
| Çizelge 3.4. Duncan testi sonuçları..... | 98 |
| Çizelge 3.5. Değişik astar türlerine göre elastikiyet modülü değişimi | 98 |
| Çizelge 3.6. Astar türlerine göre eğilmede elastikiyet modülüne ait varyans analizi sonuçları..... | 98 |
| Çizelge 3.7. Değişik astar türlerine göre elastikiyet modülü değişimi | 99 |
| Çizelge 3.8. Renk değerleri (L-a-b) | 103 |
| Çizelge 3.9. Renk L değerine ilişkin varyans analizi sonuçları | 104 |
| Çizelge 3.10. Renk-L değerine ait Duncan testi sonuçları | 105 |
| Çizelge 3.11. Renk-a değerine ilişkin varyans analizi sonuçları..... | 105 |
| Çizelge 3.12. Renk-a değerine ait Duncan testi sonuçları | 106 |

Sayfa

| | |
|---|-----|
| Çizelge 3.13. Renk-b değerine ilişkin varyans analizi sonuçları | 106 |
| Çizelge 3.14. Renk-b değerine ait Duncan testi sonuçları..... | 107 |
| Çizelge 3.15. Kuru sıcaklık uygulamasına bağlı olarak parlaklık değerleri..... | 108 |
| Çizelge 3.16. Kuru sıcaklık uygulamasının parlaklık değerine ilişkin varyans analizi sonuçları..... | 109 |
| Çizelge 3.17. Kuru sıcaklık uygulamasının parlaklık değerine ilişkin duncan testi sonuçları..... | 109 |
| Çizelge 3.18. Renk değerleri (L-A-B) | 110 |
| Çizelge 3.19. Su buharına maruz bırakılmış örneklerin renk-L değerine ilişkin varyans analizi sonuçları | 111 |
| Çizelge 3.20. Su buharı uygulanmış örneklerin Renk-L değerine ait duncan testi sonuçları | 111 |
| Çizelge 3.21. Su buharı uygulamasının renk-a değerine ilişkin varyans analizi sonuçları | 112 |
| Çizelge 3.22. Su buharı uygulamasının Renk-a değerine ait duncan testi sonuçları..... | 113 |
| Çizelge 3.23. Renk-b değerine ilişkin varyans analizi sonuçları | 113 |
| Çizelge 3.24. Su buharı uygulamasının renk-b değerine ait Duncan testi sonuçları..... | 114 |
| Çizelge 3.25. Su buharı uygulamasının örneklerin parlaklık değerine etkisi..... | 114 |
| Çizelge 3.26. Su buharı uygulanmış örneklerin parlaklık değerine ilişkin varyans analizi sonuçları | 115 |
| Çizelge 3.27. Su buharı uygulamasının parlaklık değerine ait Duncan t. sonuçları..... | 115 |
| Çizelge 3.28. Kısa süreli iklimsel değişim döngüsü sonuçları 1-9. döngü..... | 117 |
| Çizelge 3.29. Kısa süreli iklimsel değişim döngüsü sonuçları 10-17. Döngü..... | 118 |
| Çizelge 3.30. Kısa süreli iklimsel değişim döngüsü sonuçları 18-24. Döngü..... | 119 |
| Çizelge 3.31. Kısa süreli döngü sonunda sonuç icmal tablosu..... | 124 |
| Çizelge 3.32. Uzun döngü sonrası parçaların değerlendirilmesi..... | 138 |

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

KISALTMALAR

| | | |
|-----------|---|---|
| PVC | : | Poli vinil klorür |
| MDF | : | Orta sert lif levha |
| UV | : | Ultra viyole |
| Pot-life | : | Karışım (kullanım) ömrü |
| PH | : | Bir çözeltinin asitlik veya bazlık derecesini tarif eden ölçü birimidir. |
| VB. | : | Bunun benzeri maddeler. |
| HG | : | Homojenlik grubu. |
| VAX: | | Bal mumunun sanayide mat yüzeyleri parlak ve kaygan duruma getiren türü.Gliserolden daha uzun zincirli alkollerin yağ asitleriyle ester bağlarıyla bağlanarak oluşturdukları nötr bir lipit. |
| Non-crack | : | Çatlamayan demektir. |
| Ltd.Şti | : | Limited Şirket |
| PU | : | Poliüretan |
| Kristal | : | Banyo mobilyasında kullanılan bir kapak kenarı işleme modeli. |
| Reward | : | Ofis mobilyalarında kullanılan bir modelin masa kenarı detayı. |
| Slim | : | Ofis mobilyalarında kullanılan bir modelin masa kenarı detayı. |
| ABS | : | Akrilonitril bütadien stiren veya kısaltılmış ismi ile ABS, (kimyasal formülü $(C_8H_8 \cdot C_4H_6 \cdot C_3H_3N)_x$) kalıp yolu ile üretilen ürünlerde çok yaygın olarak kullanılan hafif ve sert bir polimerdir. |
| CIE | : | HSV renk uzayı 1978 yılında Alvy Ray Smith tarafından tanımlandı. Amacı RGB uzayına göre insan görü düzeneğine daha yakın bir yapı oluşturmaktı. HSV, RGB renk uzayından doğrusal olmayan bir dönüşüm ile elde edilir. Her ne kadar HSV ve HSB aynı uzayı tanımlasalar da HSL farklı bir renk uzayıdır. HSV ayrıca aygıt bağımlıdır. Yani bu uzayda tanımlı bir renk, rengi üreten aygıt cihazına göre değişim gösterebilir. Aygıt bağımsız renk gösterimi için CIE L^*a^*b veya CIE L^*u^*v kullanılmalıdır. |

BÖLÜM 1

GENEL BİLGİLER

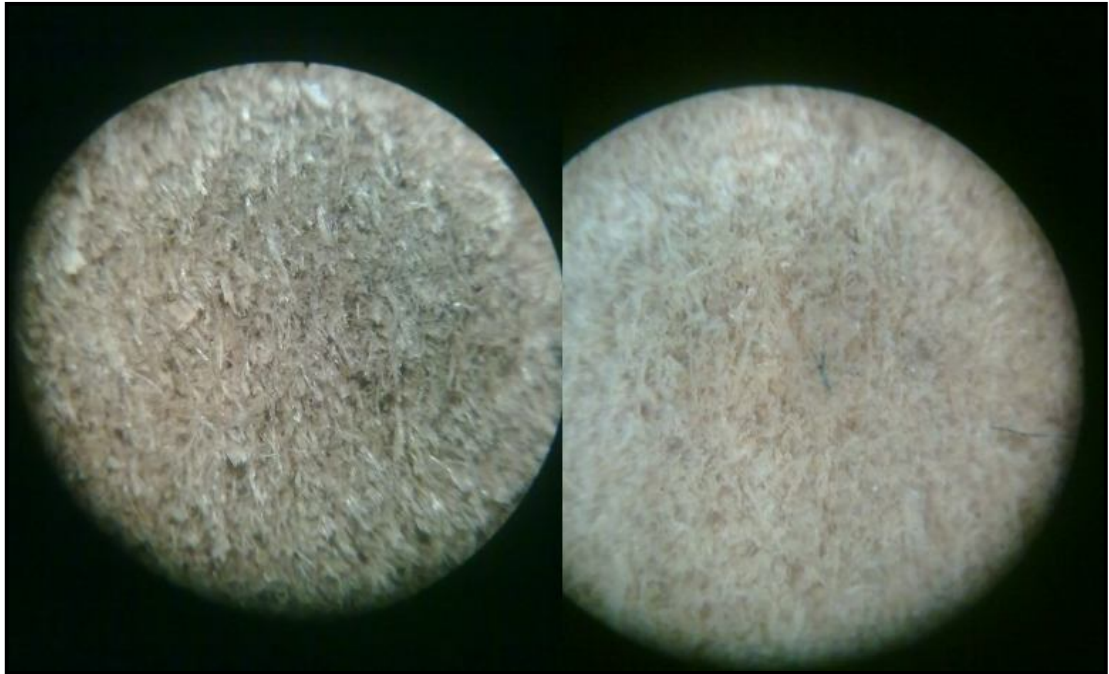
1.1. GİRİŞ

Ağaç malzeme, sıcaklık ile genleşmemesi, ısı iletkenliği katsayısının düşük, spesifik ısısının yüksek oluşu, sesi dengeli ve düzenli yayması yanında absorbe ederek yansımayı önlemesi, tam kuru halde iken elektrik akımına karşı yüksek direnç göstermesi, hafifliğine rağmen mekanik direnç değerlerinin yüksek oluşu, işlenmesi, onarım ve bakımının kolay olması, değişik yoğunluk, renk, desen ve kokuda çok sayıda çeşidinin bulunması sebebiyle yüzyıllardır iç ve dış dekorasyonun vazgeçilmez malzemesi olmuştur. Bu önemli avantajlarının yanı sıra, doğal organik, higroskopik, aniizotrop ve heterojen bir yapıya sahip olduğu için yanabilmekte, böcekler tarafından tahrip edilebilmekte, mantarlar tarafından çürütülebilmekte, değişen denge rutubetine göre boyutları değişebilmekte ve güneş ışınlarının etkisi ile renk değişimi olmaktadır. Her ne kadar ağaç malzeme bazı dış etkilere karşı yeterli direnci gösterecek doğal dayanıklılığa sahip olsa da, harici etkilere uzun süre dayanamaz[1].

Dünyada endüstriyel gelişmeye paralel olarak ağaç malzeme kullanımı artmış olup, geçen yüzyıllarda çok miktarda bulunan odun hammaddesi bu yüz yılın sonuna doğru azalmıştır. Bu nedenle şekil ve boyut bakımından yetersiz olan ve az bulunan masif odun yerine, değeri düşük odun hammaddesinden teknik yollarla şekli değiştirilerek ve istenilen boyutlarda elde edilen ahşap esaslı kompozit levhalar geliştirilmiştir. Genel olarak odun kompozit malzemeleri yonga levha, liflevha, kontrplak ve kaplamalı levhalar olarak sınıflandırılabilir. Ahşap esaslı levhaların masif odun malzemenin yerine kullanılması dünyada hem kereste darlığını gidermekte hem de odun hammaddesinin daha ekonomik kullanılmasını sağlamaktadır.

Ahşap kompozit levhalardan biri de orta yoğunluklu lif levha (MDF) dır.MDF plakalardan elde edilen parçalar üzerine lake boya uygulanmasında bazı zorluklarla karşılaşılması ve bazı boya kusurlarının meydana gelmesi, MDF ile ilgili değişik çalışmalar yapılmasını gerekli kılmış ve bu amaçladaha homojen yapıda olanprofilik MDF geliştirilmiştir. Esasen freze edilerek boy profil elde edilmesinde parçaların dönmesini engellemek için üretilen bu tür MDF, lake boya uygulamalarında oluşacak sorunların giderilmesine de oldukça faydalı olmuştur.

Profil üretimine uygun MDF üretiminde dikkat edilmesi gereken önemli hususlar, profil üretiminde kullanılacak MDF'nin standart MDF'ler den farklı olarak gerek ağaç türü, tutkal miktarı, gibi hammadde özellikleri bakımından ve gerekse üretim aşamasında lif üretim zamanı, lif rutubeti, presleme şartları (basınç, sıcaklık ve süre), özellikle de yoğunluk profili gibi önemli noktalar bakımından kendine has özellikleri vardır [2]. Şekil 1.1'de, standart ve profilik MDF'nin kenar kesitlerinden ışıklı lümenle çekilen fotoğraflar görülmektedir.

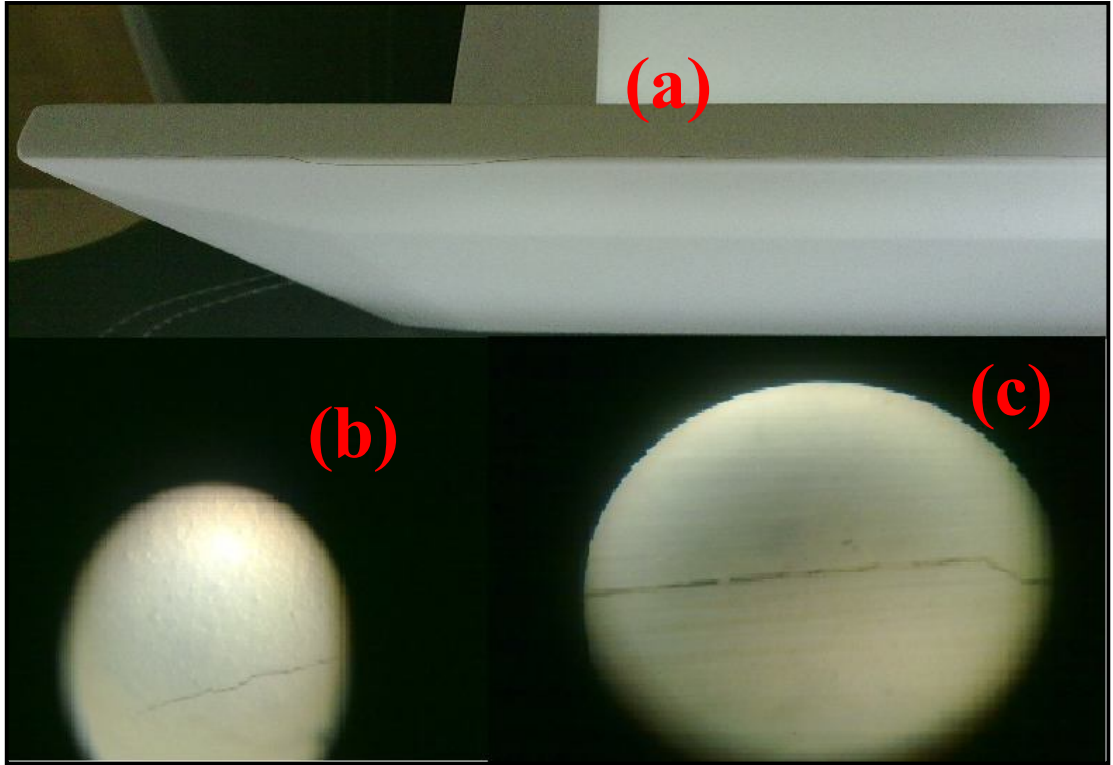


a) Standart MDF

b) Profilik MDF

Şekil 1.1. Standart ve profilik MDF kesitleri.

Lake boya uygulamalarında karşılaşılan en yaygın problem, parça kenarlarında özellikle de kalınlaştırma işlemi yapılmış mobilya elemanlarında meydana gelen çatlaklardır. Meydana gelen bu çizgisel çatlaklar, hava koşullarına, MDF rutubetine, astar-boya türü ve viskozitesi gibi faktörlere bağlı olarak artmakta ya da azalmaktadır. Oluşan çatlaklar özellikle de kalınlaştırma işlemi yapılmış parçalarda birleştirme kesitlerinde oluşacak lif yoğunluk farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Şekil 1.2’de son yüzey işlemleri yapılarak kullanıcının evine monte edilmiş bir mobilya parçası üzerinde, mobilya parçasının astarlanmış ve son kat atılarak tamamlanmış hallerindeki kenar çatlakları ışıklı lümen altında fotoğraflanarak gösterilmiştir.



Şekil 1.2. Kenar çatlaklarının ışıklı lümen altında çekilmiş fotoğraf görüntüsü a) Son kullanıcının evindeki mobilya kapağı ve oluşan kenar çatlağı, b) Astar atılmış mobilya parçasında görülen kenar çatlağı, c) Son kat atılarak dinlenmeye bırakılan bir mobilya parçasında görülen çatlaktır.

1.2. ÇALIŞMANIN AMACI

Bu çalışmada, mobilya elemanlarının özellikle kalınlaştırma işlemi yapılmış kenarlarda oluşan çatlakların nedenlerinin belirlenmesi ve giderilmesi amaçlanmıştır. Bunun mobilya sanayinde mobilya elemanlarında oluşan çatlakların oluşum seyirlerini öğrenmek için ön çalışma olarak saha incelemesi yapılmıştır. Yapılan saha incelemesinde genel itibariyle çatlakların parçalara henüz son kat atılmadan, yani daha astar katı atılmışken oluştuğu görülmüştür. Bundan dolayıdır ki oluşan çatlaklara genel olarak astar katının neden olduğu görülmüştür. Astar kat uygulamalarında yapılacak iyileştirmeler MDF malzeme ile son kat arasındaki olumsuz yöndeki etkileşimi de önleyeceği muhakkaktır. Bu yüzden çalışmada astar kat uygulamalarında değişik malzemeler (poliüretan bazlı astar, polyester bazlı astar, non-crack yeni nesil astar, kortel+polyester adı verilen (elyaf) malzemeler kullanılmıştır. Örneklerin tamamı üzerine poliüretan sonkat mat boya uygulanarak işlem sonlandırılmıştır. Hazırlanan deney örneklerine çeşitli testler yapılarak değişik astar katmanı uygulamasının mobilya elemanının mekanik ve fiziksel özelliklerine etkileri incelenmiştir.

1.3. LİTERATÜR ÖZETİ

Piyasada yaygın olarak kullanılan 18 mm kalınlığındaki ham MDF levhaya lake boya uygulaması yapılarak çizilme, aşınma, sigara ateşi, lekelenme, su buharı dayanımı, çarpma, çatlama ve sıcak kaplara dayanıklılık gibi yüzey özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Sonuç olarak; bu çalışmada belirlenen yüzey özellikleri dikkate alındığında PVC kaplı yüzeyler melamin kaplı ve lake boyalı yüzeylere göre daha yüksek özelliklere sahiptir. Melamin kaplı yüzeyler ise PVC kaplı yüzeylere yakın özelliklere sahip olduğu anlaşılmaktadır. Bununla beraber lake boyalı yüzeylerinde bu iki yüzey özelliklerine göre üstün özellikleri olduğu anlaşılmaktadır. Tüm bu yüzey özellikleri kullanım yerlerinde dikkate alınması önemlidir. Kullanımda ekonomiklik dikkate alındığında farklı yüzey kaplı malzemenin kullanılması önemli bir kriter olacaktır [3].

Liflevhalar en az % 80 oranında bitkisel lif içerdiklerinden ağaç malzemede olduğu gibi yüksek değerlerde mekanik ve teknolojik özelliklere sahiptirler. Üstelik masif ahşapta bulunmayan bazı özelliklere sahiptirler. Masif ağaç malzemenin aksine direnç özellikleri değişik yönlerde farklı değildir, dolayısıyla daha homojen yapıda bir malzemedir. Ayrıca; budak, çürüklük, lif kıvrıklığı gibi kusurlar bulunmamakta ve üç değişik yönde farklı çalışması sonucu masif ağaç malzemede görülen çarpılma, çatlama gibi sakıncalar söz konusu olmamaktadır. Fabrikasyonda uygulanan çeşitli teknikler yardımıyla direnç, sertlik, özgül ağırlık gibi teknolojik özelliklerle boyutların istendiği gibi ayarlanması mümkündür. Bunun yanında işlenmesi daha kolay olup geniş yüzeyleri düzenli olarak kaplanabilir [3].

Üst yüzey işlemleri uygulanmayan mobilya yüzeyleri çabuk kirlenir, çizilir, aşınır, daha fazla çatlaklar oluşur, çalır ve rengi bozulur. Bu nedenle mobilyaların korunması ve doğal güzelliğinin belirgin hale getirilebilmesi için mobilya yüzeyleri koruyucu katmanlar ile kaplanmaktadır. Ahşap yüzeylerde kullanılan verniklerin üretiminde kullanılan kimyasallardan dolayı yapısal farklılıklar oluşmaktadır [4].

Ağaç malzeme gerek iç gerekse dış dekorasyon ve yapı elemanı olarak çok uzun yıllardan beri kullanılmaktadır. Üst yüzey işlemlerinde karşılaşılan en önemli problemlerden biride özellikle dış uygulamalarda ağaç yüzeylerin ve koruyucu katmanın yeterince korunamamasıdır [5].

Mobilya endüstrisinde kullanılan çeşitli vernik katmanlarının parlaklık, kuru sıcaklığa, ıslak sıcaklığa ve sigara ateşine karşı yüzey dayanıklılıkları araştırılmıştır. Yapılan deney sonuçlarında, poliüretan (dolgu, parlak, mat, ipek mat) ve selülozik dolgu vernik katmanlarının kuru sıcaklığa (100°C) karşı dayanıklı olduğu, selülozik parlak, selülozik mat, polyester ve sentetik verniklerin ise yeterli düzeyde dayanıklı olmadığı belirlenmiştir. Islak sıcaklığa karşı yüzey dayanıklılığının tayininde, poliüretan (dolgu ve parlak) ve polyester vernik katmanlarının ıslak sıcaklığa karşı dayanıklı olduğu, poliüretan (ipek mat ve mat), selülozik (dolgu, mat ve parlak) ve sentetik vernik katmanlarının ise dayanıklılıklarında azalma olduğu belirlenmiştir. Sigara ateşinin, selülozik, poliüretan, sentetik ve polyester vernik katmanlarının hepsinde de etkili olduğu ve tahribat yaptığı tespit edilmiş olup,

tahribat derecesine göre sınıflandırma yapıldığında en az tahribatın polyester vernik katmanında, en fazla tahribat ise selülozik vernik katmanlarında olduğu belirlenmiştir. Yüzey parlaklık tayininde en parlak yüzey poliüretan parlak vernikte olduğu, sırasıyla sentetik, poliüretan dolgu, polyester, selülozik parlak, poliüretan ipek mat, selülozik dolgu, selülozik mat ve en az parlaklık değeri poliüretan mat vernikte olduğu tespit edilmiştir. Reaktiflere dayanıklılığın tespitinde, masif meşe ve meşe kaplamalı numunelere selülozik, sentetik, poliüretan ve akrilik vernikler uygulanarak vernik katmanlarına; elma, portakal, limon, çamaşır suyu ve coca cola etki ettirilmiş ve verniklerin tamamında sertlik kaybı meydana geldiği tespit edilmiştir. En fazla sertlik kaybı coca cola ve çamaşır suyu etkisinde kalan akrilik vernikte olmuştur [6].

Farklı yapıdaki vernikler değişik ağaç boyaları üzerine uygulandıklarında, boyanmış ahşap yüzeylerin renk ve tonunda değiştirici etki yapmaktadır. Bu durum, uygulamadan sonra telafisi imkansız sonuçlar doğurmakta ve mobilya üretiminde çeşitli problemlere sebep olmaktadır [7].

Ahşap ürünler, konutlarda kullanım esnasında, özellikle mutfakta kuru sıcaklık etkisinde kalmaktadır. Yine, mutfak, banyo, lavabo gibi yerlerde devamlı ıslanma-kuruma nedeniyle çatlamaktadır. Çamaşır, bulaşık ve halı yıkama makineleri gibi beyaz eşyaların kullanılmasıyla oluşan su buharı, su tesisatlarının bozulması ve su borularının çatlaması nedeniyle su-rutubet alımları artmaktadır. Sonuç olarak oluşan rutubet değişimi ahşabın makroskobik özelliklerini değiştirmektedir. Ahşapta çatlayan kısımlardan su alındığı için boyutları değişmekte, yüzeylerinde renk ve küf mantarları gelişmektedir. Ayrıca, ahşabın aldığı rutubet, yoğunlaşma nedeniyle zamanla yükseldiği için çürüklük mantarlarının gelişmesine uygun bir ortam hazırlamaktadır [8].

Yapılan başka bir araştırmada, boyaların sertlik ve kuru film kalınlıkları araştırılmıştır. Yapılan araştırmalar sonucunda, en fazla katmanın sentetik boyada (210 μm), akrilik boya (100 μm) ve en az katmanın selülozik boyada (95 μm) olduğu belirlenmiştir. Boya katman sertliği tayini sonucunda, en fazla sertlik

değerinin akrilik boyada, ikinci sırada selülozik boya ve en az sertlik değeri sentetik boyada olduğu tespit edilmiştir [6].

Doğal veya boyanmış halde, verniklenmeden bırakılan ağaç malzemedan yapılmış eşyanın harici etkilere karşı dayanımı azdır. Çünkü ahşap yüzeylerinde kullanılan ağaç boya ları, koruyucu katman meydana getirmeyip sadece renk ve ton değişikliği yaparlar [9].

Su itici maddeler, vernik gibi kısa sürede çatlamamakta, fakat koruyucu etkileri yavaş yavaş azalmaktadır. Bunlar, ahşabın yüzeyinde renk mantarlarının gelişmesini önlemek için fungusit maddelerle, güneş ışınlarına karşı direnci artırmak için renk maddeleri (pigment) ile kullanılabilirler [10].

Nanolacke UV vernik ve konvansiyel vernik katmanlarının kuru film kalınlıklarını, parlaklık, sertlik, soğuk sıvılara karşı yüzey dayanıklılıkları araştırılmış veyapılan çalışmalar sonucu, konvansiyonel vernik sistemleri deneylerde kullanılan bazı sıvılara (aseton, sodyum hidroksit ve sirke asidi) karşı düşük direnç gösterirken, nanolacke UV vernik sisteminin araştırmada kullanılan tüm sıvılara karşı en dayanıklı vernik çeşidi olduğu belirlenmiştir. Verniklerin kuru film kalınlıkları tayini sonucunda, en fazla katmanı polyester vernikte (210 µm) daha sonra poliüretan vernik (120 µm), sentetik ve nanolacke UV vernikte (100 µm) en az katmanın ise selülozik vernikte olduğu belirlenmiştir. Meşe ve kayın panellere uygulanmış vernikçeşitlerinin parlaklık tayini sonucunda ise en yüksek parlaklık değerinin nanolacke UV vernikte olduğu, diğer verniklerde ise sırasıyla poliüretan, sentetik, polyester ve selülozik vernikte olduğu belirlenmiştir. Vernik katman sertliği tayini sonucunda, en fazla sertlik değeri nanolacke UV vernikte belirlenirken diğer verniklerde sırasıyla polyester, poliüretan, selülozik ve en az sertlik değerininise sentetik vernikte olduğu tespit edilmiştir [11].

Farklı ağaç türleri üzerine farklı vernikler uygulandıktan sonra yapılan ıslak sıcaklık ve su buharı deneylerinin, vernik katmanlarında meydana getirdikleri fiziksel değişiklikleri araştırılmıştır. Vernik çeşidine göre su buharı ve ıslak sıcaklık etkisi ile

en fazla fiziksel tahribat selülozik vernikte, en az ise akrilik vernikte tespit edilmiştir [12].

Islak mekânlarda kullanılan mobilyalar ve dekorasyon elemanlarının boya/vernük gibi koruyucu katmanlar ile yüzeylerinin kaplanması rutubet etkisine dayanımlarını arttırmaktadır [13]. Ahşap mobilya ve dekorasyon elemanlarına uygulanan üst yüzey işlemlerinin başarısında, ağaç malzemenin bünyesinde mevcut olan veya sonradan girebilecek rutubetin önemi büyüktür [14].

Koruyucu katman hazırlamada kullanılan vernük/boyaların yapısında bulunan plastifiyanların katmana kazandırdığı esneklik sınırlıdır[15]. Şayet nem alış verişinden dolayı ağaç malzemedede olabilecek çekme ve şişmeler plastifiyanlarca sağlanan bu esneklik sınırını aşarsa katman çatlar. Koruyucu katmanda bu sebepten dolayı meydana gelebilecek çatlamları önlemek için ağaç malzemenin kullanılacağı yerin özellikleri dikkate alınarak uygun rutubet miktarına getirilmesi ve uygun vernüklerin kullanılması gerekir [16].

Bu durum polimerizasyon reaksiyonu ile sertleşen ve reaksiyonunu ağaç malzeme yüzeyinde tamamlayan vernükler açısından çok önemlidir. Rutubet değerleri yüksek olan ahşap yüzeylerinde vernük katmanı-yüzey bağlantısı sağlıklı kurulamaz. Zira küçük su molekülleri, iri polimer moleküllerinin adezyonunu azaltıcı etkide buldukları gibi hidroksil gruplarını daha önce doygun hale getirdikleri için vernüğün ağaç malzeme ile kimyasal bağ kurmasına da engel olabilirler [1].

Liflevha endüstrisinde katı ve sıvı olmak üzere iki çeşit yüzey kaplama malzemesi kullanılmaktadır. Katı yüzey kaplama malzemeleri olarak; lamine levhalar; polyester filmler, fenolik kraft kağıtları, polivinil asetat+üre esaslı dekoratif kâğıtlar, polivinil klorür esaslı kâğıtlar, çeşitli reçine emdirilmiş kâğıtlar, amonyum sülfomat emdirilmiş kâğıtlar, ince kâğıtlar, folyolar, sıcak transfer filmleri ve ahşap kaplama levhalar olarak bilinmektedir. Laminatlar ise; yüksek basınç laminatları ve rulo laminatları olmak üzere iki sınıftır. Sıvı yüzey kaplama maddeleri olarak lake boya maddeleri kullanılarak mantar ve böcek tahribatından etkilenmeyen yangına dayanıklı levhalar üretilebilmektedir.

Ağaç yüzeylerinin harici etkilere karşı uzun süre dayanıklı kalabilmesi, vernik katmanlarının karşılaştırılması muhtemel etkilere karşı gösterdiği dirence bağlıdır. Kayın ve meşe numuneler ile bu ağaçlardan elde edilen kaplamalı yüzeylere sürülen selülozik, sentetik, poliüretan ve polyester vernik, katmanlarının sertlik, parlaklık, yüzeye yapışma mukavemeti, kuru sıcaklığa, sigara ateşine, ıslak sıcaklığa, asetona, deterjana, asetik aside ve sodyum hidroksite dayanıklılıkları araştırılarak vernik katmanlarının karşılaştırmaları yapılmıştır. Yapılan araştırmalar sonucunda, vernik katmanlarının sertliklerinde ağaç cinslerinin farklılaşmasının etkili olmadığı, asıl etkinin vernik türüne ait olduğu tespit edildi. Çapraz kesimle yüzeye yapışma mukavemetinin tayininde, poliüretan verniklerin ağaç yüzeyi ile bağlantısının diğer verniklere göre daha iyi olduğu, en kötü sonucu ise sentetik vernik katmanının verdiği tespit edilmiştir. Esnekliği diğer verniklere göre daha fazla olan sentetik verniğin yüzeye yapışma gücünün düşük olması, verniklere esneklik kazandıran plastifiyanların miktarı arttırıldıkça, katmanın yüzeye olan bağlantısını azaltıcı etki yaptığı şeklinde yorumlanabilir. Polyester vernikte tersi bir durum görülmekte olup, polyester vernik katmanının molekülleri arasındaki bağlantı gücü (kohezyon) ve ağaç yüzeyi ile bağlantısı (adezyon) çok güçlü olmasına karşın esnekliği oldukça düşük olarak belirlenmiştir. Bu duruma göre, katmana esneklik verici maddeler (plastifiyanlar) azaldıkça verniğin kohezyon kuvveti ve adhezyon kuvvetinin arttığı söylenebilir [4].

1.4. YÜZEY KAPLAMA MALZEMELERİ

Yüzey kaplama malzemeleri; genellikle malzemeyi dış ortamların yıkıcı ve yıpratıcı etkilerinden korumak ve yüzey özelliklerini daha da iyileştirmek için kullanılmaktadır. Günümüzde kaplamanın bir materyal üzerindeki görünüşü, yüzeydeki dağılımı, hesaplanması gibi özellikleri üzerine birçok araştırmalar yapılmaktadır [17-18]. Mobilya endüstrisinde kullanılan başlıca katı yüzey kaplama malzemeleri, dekor kağıtları, laminatlar, polyester filmler gibi sayılabilirken, sıvı yüzey kaplama malzemelerini ise genel olarak, boyalar ve vernikler oluşturmaktadır.

1.4.1. Katı Yüzey Kaplama Malzemelerin Sınıflandırılması

Levha yüzeylerinin kaplanmasında kullanılan katı yüzey kaplama malzemeleri çeşitli kaynaklarda farklı şekillerde sınıflandırılmıştır. Çizelge 1.1’de Kalaycıoğlu ve Nemli (1995)’e göre; katı yüzey kaplama malzemelerinin sınıflandırılması verilmiştir.

Çizelge 1.1. Katı yüzey kaplama malzemeleri [19].

| Katı Yüzey Kaplama Malzemeleri | |
|---|--------------------------|
| Lamine Levhalar | Laminatlar |
| Polyester filmler | Yüksek basınç laminatlar |
| Fenolik kraft kağıtlar | Rulo laminatlar |
| PVA + Üre esaslı dekoratif kağıtlar | |
| Amonyum klorür + üre esaslı dekoratif kağıtlar | |
| Polivinil Klorür (PVC) | |
| Polietilen esaslı kâğıtlar | |
| Amonyum sülfat emdirilmiş kağıtlar, ince kağıtlar, folyolar, ısı transfer filmleri ve ahşap kaplamalar. | |

1.4.2. Sıvı Yüzey Kaplama Malzemelerinin Sınıflandırılması

Bir mühendislik ürünü olan sıvı örtücüler, kendine özgü özellikleri ve uygulama teknikleri ile çok farklı malzeme grubunu teşkil etmektedir. Liflevha yüzeylerine renk vermede kullanılan boyalar; su esaslı boyalar, alkol esaslı boyalar ve organik solventli boyalar olarak sınıflandırılabilir.

Lif levha yüzeylerinde kullanılan dolgu maddeleri; UV polyester esaslı dolgu maddeleri, vinil esaslı dolgu maddeleri, su esaslı dolgu maddeleri, poliüretan esaslı dolgu maddeleri, üre-alkid esaslı dolgu maddeleri olarak sınıflandırılır.

Liflevha yüzeylerinde sıvı yüzey kaplamada kullanılan vernikler; alkol esaslı vernikler, nitroselülozik vernikler, iki bileşimli vernikler, tek bileşimli vernikler, polyester vernikler, poliüretan vernikler şeklinde sınıflandırılır [20].

1.5. BOYALAR

Boya, uygulandığı yüzeyleri güzelleştiren ve yüzeyler üzerine koruyucu bir tabaka meydana getiren bir malzemedir. Diğer bir tanıma göre boya, dekoratif ve koruyucu amaçlarla çeşitli yüzeylere, çeşitli şekillerde, uygulanan ve uygulandığı yüzeyde ince bir film bırakan kimyasal maddedir. Genel ve basit şekilde tanımı yapılan boyalar, gerçekte nitelikleri birbirinden çok farklı birçok kimyasal maddenin karışımıdır. Boyada bulunan kimyasal maddeler; bağlayıcı, pigment ve dolgu maddeleri, çözücü, katkı maddeleri olmak üzere başlıca dört ana grupta toplanır[21].

Bağlayıcılar; pigment ve dolgu maddelerinin içinde homojen olarak dağıtıldığı, boya ve verniğin, kuruma, yapışma, yayılma, sertlik, esneklik ve fiziksel ve kimyasal direnç gibi önemli özelliklerini veren en temel kimyasal maddesidir.

Pigment ve dolgu maddeleri; boyaya/verniğe, renk ve örtücülük özelliklerini sağlayan toz haldeki kimyasal maddelerdir.

Katkı maddeleri; boyaya yada verniğe, kuruma süresini hızlandırma, reaksiyon hızını arttırma, akmayı önleme gibi ilave özellikler kazandıran ve boyaya çok az miktarda ilave edilen kimyasal maddelerdir.

Çözücü, boyayı ya da verniği akışkan hale getiren, uygulandıktan sonraki kuruma sırasında buharlaşan sıvı haldeki kimyasal maddelerdir. Çözücü madde olarak genelde tiner kullanılır. Tiner, boya ve vernik uygulamasında çok önemli çözücü bir maddedir [22].

Boyaların teknik özellikleri, uygulanma anında ve sonrasında boyanın kalitesini etkileyen özelliklerdir. Bu özellikler, yaş numune özellikleri ve kuru film özellikleridir.

Yaş numune özellikleri; katı madde yüzdesi, viskozite, yoğunluk, karışım ömrü (pot-life), depolama süresi, çökme, yayılma özellikleridir. Kuru film özellikleri; kuruma zamanı, yüzeye yapışma, elastikiyet, yüzey sertliği, çizilmeye karşı direnç,

istiflenebilme, örtücülük, ışık haslığı, zımparalanabilme, kimyasallara karşı direnç gibi özelliklerdir.

Boya ve boyamanın kalitesi, yaş ve kuru film özelliklerinin değeriendirilmesiyle tespit edilebilir. Bir bütün olarak ele alındığında boyanın kendisi, boyama işinin sadece bir bölümünü oluşturmaktadır. Ancak boyama işi çok aşamalı bir işlem dizisi olup genel olarak boya seçimi, üretimi ve depolanması, boyanın ve boyanacak yüzeyinin hazırlanması boyama işleminin yapılması ve son işlemler olarak sıralanabilir. Bu aşamaların her biri, boya sisteminden beklenen sonucu etkilemektedir. Bu nedenle, her aşamada gerekli özen gösterilmeli ve gerekli olan üretici firmanın önerilerine uyulmalıdır [6].

1.5.1. Bağlayıcılar

Genellikle polimerik yapıda olup boya filminin sürekli fazını oluşturan, boyanın omurgası niteliğindeki bileşenleridir. Boyaya dayanım, yapışma, elastikiyet, sertlik, parlaklık gibi temel özellikleri verirler. Bağlayıcı olarak kullanılan başlıca boya polimerleri; alkid reçineleri, polyester reçineleri, akrilik reçineler, poliüretan reçineleri, epoksi reçineleri, selulozik reçineler, vinil reçineleri, klorlanmış kauçuklar, amino reçineleri, fenol-formaldehit reçineleri, izosiyanat prepolimlemleri, poliamid reçineleri olarak sınıflandırılır [21].

1.5.2. Pigmentler ve Dolgular

Boya içerisinde 0.01 μ – 0.50 μ (micron) büyüklüğünde, toz halinde bulunan pigmentler boyaya, renk, opaklık, şeffaflık, aşınmaya karşı mukavemet direnci sağlayan boya bileşenleridir. Pigmentler inorganik yada organik olabilir. Organik olanları daha çok dekoratif amaçlar için tercih edilmektedir [20]. İnorganik Pigmentler;titanyumdioksit, demir oksitler, krom oksitler, kurşun molibdat, kurşun krom, karışık metal oksitlerdir. Organik Pigmentler; ftalosiyanın maviler, indatron mavisi, karbazol viyole, karbon siyahı, metalize / metal içermeyen azo kırmızılar, kinakridon kırmızılar, diketo pirrol pirrol'ler, antrakinin kırmızılardır.

Özel Amaçlı Pigmentler iseantikoroziif pigmentler (kromatlar, Fosfatlar, Boratlar, ferritler, molibdatlar, tanninler) ve özel etki pigmentleri; (alüminyum pigmentler, sedefli mika pigmentlerdir [23].

Boyanın içinde bulunan, boyanın zımparalanabilirlik, dolgu gücü ve matlık özellikleri gibi faktörleri etkileyen girdiler olup boyanın içinde bulunan diğer girdilere göre daha ekonomiktirler. Yaygın olarak kullanılan dolgular, talk, barit, kalsit, silika, kil, mika olarak sayılabilir [23].

1.5.3. Çözgenler

Çözgenler, boyanın, üretim, depolama ve uygulama adımlarında gereksinilen akışkanlığa sahip olması amacıyla kullanılırlar. Boyadaki çözgen dengesizliği, akma, kaynama, kırışma gibi problemlere neden olur. Yaygın olarak kullanılan boya çözgenleri, Toluen, Ksilen, Nafta, Terpenler, 6-10 C'lu alifatik, 2-6 C'lu alkoller, Asetik asitin 2-4 C'lu esterleri, 2-5 C'lu ketonlar, Glikol eterler, Glikol eterler, Glikol eter asetatlar, su olarak [23].

1.5.4. Katkılar

Katkılar, boyanın üretim, depolanma ve uygulanma süreçlerinde ya da film olarak görev yaparken sahip olması istenen özelliklerini sağlamak amacıyla kullanılan kimyasal maddelerdir.

Katkı maddeleri, boya içerisindeki pigmentlerin dağılımını sağlamak, köpüklenmeyi önlemek, depolama ve uygulama özelliklerini geliştirmek, akışkanlığı düzenlemek, biyotik faktörlere karşı direncini arttırmak, dışarıdan gelecek olan UV ışınlarına karşı direnç sağlamak, PH kontrol etmek, donma ve erime özelliklerini iyileştirmek, yüzeye olan tutunmasını arttırmak, uygulamadan sonra kuruma özelliklerini iyileştirmek, iletkenlik özelliklerini iyileştirmek gibi nedenlerden dolayı katılmaktadır [24].

İşlevlerine göre boya katkıları, Reoloji kontrol katkıları (bentonit türevleri, pirojenik silika, polietilen wax'lar vb.), Kabuk önleyici katkıları (ketoksimler, oksimler, fenol türevleri vb.), Köpük kesiciler (organik silikalar, silikon yağları, poliglikoller vb.), Islatıcılar ve emülgatörler (katyonik ve anyonik yüzey aktif malzemeler, polimerik ıslatıcılar vb.), Kurutucular (kobalt, kurşun, mangan, çinko, kalsiyum, zirkonyum sabunları, vb.), UV absorblayıcılar (HALS'ler, benzimidazoltürevleri vb.), Katalizörler (PTSA, NNSA, DNNSA, tersiteraminler, kalay bileşikleri, vb.), Yüzey gerilimi düşürücü katkıları (polieter modifiye dimetil siloksanlar, polieter modifiye metil alkil polisiloksanlar, akrilatlar, vb.), Koalesons (kaynaştırma) katkıları (BG, BGA, BDG, BDGA, vb.) olarak sayılabilir [23].

1.6. BOYALARIN SINIFLANDIRILMASI

Boyalar genel olarak uygulama tekniklerine, alanlarına, bağlayıcı tiplerine, pigment özelliklerine, dolgu türüne, çözücü ve katkı türüne göre sınıflandırılmaktadır.

1.6.1. Uygulama Tekniklerine Göre Sınıflandırma

Boyanmış yüzeyden beklentiler ve boyanacak materyal miktarı boya uygulama tekniklerini etkilemektedir. Bazı sanayi kollarında son derece çizilmez yüzeyler tercih edilirken bazı sanayi kollarında da geniş ve dik yüzeylerin pratik bir şekilde kapatılması istenebilir. Örnek olarak, çizilme dayanıklılığı için ultraviyole sistemler, geniş ve dik yüzeyleri kapatmak amacıyla da fırça ve rulo ile uygulanan sistemler tercih edilebilmektedir.

Uygulama tekniğine göre; fırçayla uygulanan boyalar, rulo ile uygulanan boyalar, sprey edilerek uygulanan boyalar, elektroforetik boyalar, bobin boyaları (hızlı rulolarla), radyasyonla kürlenmiş boyalar, perde ile uygulanan boyalar, toz boyalar olarak sınıflandırılır.

1.6.2. Uygulama Alanlarına Göre Sınıflandırma

Her uygulama alanı için boyaların teknolojik özellikleri farklılık arz etmektedir. Uygulama alanlarına göre boyalar; inşaat boyaları, genel metal sanayii boyaları, otomotiv boyaları, oto tamir boyaları, gemi ve konteyner boyaları, teneke lakları, ahşap boyaları, plastik boyaları, uçak boyalarıdır [23].

1.7. BOYA BİLEŞENLERİNİN FİNAL ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Boyaların kullanım yerindeki performansları, onların değeri olarak ifade edilebilir. Boyaların oluşturduğu film katmanı ne kadar farklı ve fazla etkiye/strese maruz kalırsa film tabakası da dolayısıyla boyada o kadar çok (renk, parlaklık, hacim) tahribata neden olmaktadır. Boyanın kullanım ömrünü arttırmak için bileşimlerinin, son kullanıma olan etkileri çok iyi bilinmelidir. Boyadan yüksek performans sağlanması ancak bu şekilde sağlanabilir [24].

Boya, aynı zamanda uygulandığı malzemenin kusurlarını en aza indirecek bir malzemedir. Örneğin seri olarak üretilen MDF plakalardaki çeşitli kusurlar boyanın koruyucu özellikleri ile giderilebilir. Sonuçta MDF ya da diğer malzemeler kompozit hale getirilmişse de çalışma özelliklerini muhafaza etmektedirler. Boyayı oluşturan bileşenlerin boya özelliklerine etkisi Çizelge 1.2’de görüleceği gibidir.

Çizelge 1.2. Boya bileşenlerinin boya özelliklerine etkisi.

| Özellikler | Bağlayıcılar | Pigmentler | Katkılar | Çözgenler |
|--------------------|--------------|------------|----------|-----------|
| Uygulama | Çok | Az | Çok | Çok |
| Kürlenme Hızı | Çok | Az | Yok (*) | Orta |
| Hammadde Maliyeti | Çok | Çok | Az | Az |
| Mekanik özellikler | Çok | Az | Az | Yok |
| Dış Dayanım | Çok | Çok | Yok (**) | Yok |
| Renk | Az | Çok | Yok | Yok |

*Katalizörler hariç

**UV absorblayıcılar hariç.

1.8. LAKE BOYAMA

Lake boyama, odun kompozit levhaların (yonga levha, lif levha) renkli ve örtücü bir gereçle örtülmesidir. Doğal yapısı görünmeyen levhalar hem bozucu etkilerden korunmuş hem de istenilen, bir renge boyanmış olur.

İkinci dünya savaşından sonra, örtücü boya olarak yağlı boyaların yerine, selülozik boyalar kullanılmaya başlanmıştır. Lake boya denilen teknikte oldukça geniş bir kullanım alanı bulmuştur. Mobilya ve iç mimaride örtücü boya kullanmanın, üreticilere sağladığı faydalar oldukça fazladır. Sağlıklı fakat ucuz ağaç ve kaplamalardan, hazırlanan mobilyalar, lake boyamada sakınca oluşturmaz. Lif levhaların (MDF) sağladığı ekonomik ve teknik yararlar, örtücü boyalar yardımı ile daha da artar.

Selülozik boylarla lake boyama yapmak birçok işlemi gerektirir. Çok gereç, çok emek kullanmak zorunlu olur. Özel teknikleri gerektirir. Lake boyamanın sakıncalı yanı, görünmeyen alt katmanlarda ucuz gereç kullanılarak hileli çalışmaya olanak vermesidir. Örneğin gözeneklerin doldurulması ve yüzeyin düzeltilmesi amacı ile selülozik astar macun kullanmak gerekir. Hileli çalışanlar, selülozik macun yerine, çok daha ucuz olduğu için, çimento macunu kullanırlar. Çimento macunu başlangıçta düzgün yüzey verir ama levha ile uygun bağlanma kuramaz ve nemli ortamda çok farklı çalışarak ahşap malzemeden ayrılır ve lake boya yüzeyden dökülür [25].

Lake boyama işlemi yapılmadan önce, astar ve boya ne kadar kaliteli olursa olsun, boyanacak yüzeyler gerektiği ve önerildiği gibi hazırlanmamışsa, boya veya vernik doğru uygulanmamışsa istenilen sonuç elde edilemediği gibi istenmeyen maliyet artışları da ortaya çıkabilecektir. Bu nedenle yüzey hazırlama ve boya uygulamasında gösterilecek özen en iyi sonucun alınmasını sağlayacaktır.

Lake boya işlemleri için kullanılacak boya tabancası özellikleri, astar için uygulama basıncı 4-5 atmosfer, son kat için 2-3 atmosfer olmalıdır. Daha yüksek uygulamalar yüzey hatalarına ve sarfiyatın daha fazla olmasına sebep olmaktadır. Astar ve dolguuygulamasında 1.8-2.2 mm çapında, son kat uygulamalarında 1.5-1.7 mm

apında tabanca memesi kullanılmalıdır. Astar yada son kat uygulaması yapılırken, boya tabancası 20-30 cm uzakta yzeye dik olarak tutularak uygulama yapılmalıdır.

Astar uygulamaları yzeyin durumuna göre 2-3 kat olarak yapılır. Her kat arasında ortam sıcaklığına göre 15-30 dakika beklenir. Astar atma işlemi bitirilen parçalar dinlenmeye bırakılır. Genel olarak örneğin akşam atılan parçalar ertesini gün zımparaya alınır.

Astarlanmış parçalar dinlendirildikten sonra astar zımpara işlemine alınır. Zımparalama işlemi çok önemlidir. Zımparalama işlemi sonunda yzeyde zımpara kalınlığına bağlı olarak farklı derinliklerde izler oluşur. Bu izler eğer yeteri kadar giderilemezse sonkat boya ve verniğin uygulanmasından sonra görünür hale gelerek boyanmış yzeyin düzgünlüğünü, parlaklığını, dekoratif görüntüsünü olumsuz olarak etkiler. Bu izler kademeli zımpara yapılarak yok edilmelidir. Kademeli zımparadan en iyi sonucu alabilmek için zımpara kademeleri arasında iki kademe atlamak gerekir. Bu amaçla dolgu ve astar atılmış parça önce 220 numara, sonra 280 numara en sonunda da 360 numara (daha incede olabilir) ile zımparalanmalıdır. Zımparaizlerini yok etmek için daha sonra dolgu ve astar tekrar kullanılmamalıdır [27]. Şekil 1.3'de zımpara izlerinin ışıklı lümen altındaki fotoğrafı görülmektedir.



Şekil 1.3. Zımpara izleri ve çizikleri.

Zımpara işlemi bitirilen malzeme son kat atım odası yada kabinine alınır. Herhangi bir toz vb. olmaması için basınçlı hava yardımıyla üzerindeki tozlar uzaklaştırılır. Mumlu bez ile parçaların yüzeyi silinir. Mumlu bez basınçlı havanın uzaklaştıramadığı toz zerrecelerini alarak tozsuz yüzey oluşturur. Daha sonra bir kat son kat boya atılır. Bir süre beklenir. Çok ince bir zımpara (400 kum gibi) ile hafif pürüz alma işlemi yapılır. En sonunda da iki kat (önce sola sonra sağa) atım yapılarak işlem tamamlanır.

1.8.1. Lake Boyanın Avantajları

Selülozik lake boya, selülozik vernikle eşdeğerde bir katman yapar. Ahşabın çalışmasına uyar, tutunur ve yapışır. Dış etkilere büyük dayanım gösterir ve uygulandığı yüzey ile kuvvetli bağ yapar. Arzulanan renklerde mobilya üretme olanağı verir. Renk sayısı yönünden sıkıntı çekilmez. Selülozik boyalarla bütün renkler hazırlanabilir. Parlak veya mat görüntülü mobilya üretilebilir [25].

1.8.2. Lake Boyama Sistemleri

1.8.2.1. Selülozik Macun

MDF yüzeyindeki derin çizgi, çukur ve hatalı bölümleri doldurmak için hazırlanmış, selülozik yapılı bir macundur. Beyaz, gri, kahverengi, kiremit rengi, açık yeşil v.b. renkleri mevcuttur. Katman yapma oranı, ağırlıkça % 60-70 dolayındadır. Mat bir görüntü verir. Sürüleceği yüzeyin penetre etme yeteneğine göre, 1 litresi ile ortalama 2-3 m² yüzey macunlanabilir. Kullanılmaya hazır halde satılır. İnceltilmesi zorunlu değildir.

MDF önce selülozik astar boya ile astarlanmalı, daha sonra macunlu çalışmaya geçilmelidir. Astar boya üzerine sürülen macun, MDF çok daha iyi yapışır, yüzeyde dengeli dağılımı kolaylaştırır. Macun, çalışırken çabuk kurur. Düzgün katman sağlamak için, hızlı çalışmayı zorunlu kılar. Ancak içindeki eritici sıvıları aynı hızla buharlaştıramaz. 20° C sıcaklıkta ancak 3-5 saat sonra zımparalanma sertliğine ulaşır. Selülozik macunu, kalın katmanlar halinde sürmek sakıncalı olup, 2 mm' den derin

hataların selülozik macunla onarılması yanlıştır. İnce katmanlar halinde üst üste çalışmak, macunun kalitesini yükseltir. Uygulamada Macun sürülecek MDF'nin kuru ve temiz olmasına özen gösterilmelidir [25].

1.8.2.2. Selülozik Astar Boya

Çabuk kuruma niteliği gösteren, selülozik tabanlı bir astar boyadır. MDF levhaların gözeneklerini biraz doldurur daha sonra sürülecek macun ve boyaların levhaya tam yapışmasını sağlar. Üst kat boyanın, levhalar tarafından gereksiz emilmesini önler. Genellikle beyaz, gri, kahverengi, kırmızı v.b. renklerde üretilir. Bunların dışındaki renklerde selülozik astar boyayı özel sipariş vererek sağlamak gerekir. Selülozik astar boya, sürüldüğü yüzeyde mat bir görüntü verir. Ağırlıkça % 50-60 oranında katman yapma özelliği vardır. 1 litre astar boya ile yaklaşık 8-10 m² yüzey boyanabilir. 20°C sıcaklıkta 1.5-2 saatte kurur. Aynı zamanda zımparalanacak niteliği ulaşır. Ancak kalın katman halinde kullanılmışsa, kuruma süresi uzar. Astar boya sürülmüş işleri 1 gün bekletmekte ve ondan sonra diğer işlemlere geçmekte yarar vardır [25].

Astar boya kullanılacağı zaman 1:1 oranında selülozik tinerle inceltir. Tiner konulmadan önce astar boyanın iyice karıştırılmasında yarar vardır. Kullanılmaya hazır astar boyanın akışkanlığı 20°C sıcaklıkta 18-20 saniye/4 mm dir. En başarılı sonuç püskürtme tekniğinde alınır. Selülozik astar boyanın sürüleceği MDF kuru olmalı, üzerinde yağ, kir benzeri pislikler bulunmamalı ve özenle zımparalanmalıdır. Selülozik astar boya üzerine, selülozik macun ve bütün selülozik boyalar sürülebilir. Astar boyalı yüzey çok kolay zımparalanma niteliği gösterir [25].

1.8.2.3. Selülozik Boya

Selülozik boyanın genel özellikleri, selülozik vernik gibi olup aynı temel elemanlardan hazırlanır. Ayrıcılığı; içinde bol miktarda, örtücü nitelikte renk ve dolgu gereci (pigment) bulunmasıdır. Selülozik boya, içindeki pigmentler yüzünden saydam değil, koyu kıvamda renkli bir sıvı halindedir. Ahşap yüzeye sürüldüğünde tamamen örtücü katman yapar. Ahşabın doğal dokusu görünmez. Renk sayısı

yönünden zengindir. Ana renklerden yenileri de çoğaltılabilir. Selülozik boya parlak katman verir. Mat görüntü veren özel türleri de vardır. Katman yapma oranı % 20-35 arasında değişir. Yaklaşık olarak 1 litre selülozik boya ile ortalama 6-8 m² yüzey alanı boyanabilir. 20 °C sıcaklıkta 20 dakikada kurur. 2 saatte zımparalanma sertliğine ulaşır. Kimyasal etkilere dayanımı 16-20 saat kurutulduktan sonra başlar.

Selülozik boyayı inceltmek için selülozik tinerden yararlanılır. En düzgün ve dengeli sürme, püskürtme yöntemiyle sağlanabilir. Tabanca ile püskürtülecek selülozik boyanın alışkanlığı 20°C sıcaklıkta 18-22 saniye/4 mm dir. Püskürtme basıncı 3-4 atmosfere ayarlanır.

Selülozik lake yapılacak MDF levhalar kesinlikle kuru olmalı ve özenle zımparalanmalıdır. Yağlı, kirlili yüzey, boyanın ağaca bağlantısını büyük ölçüde engeller. Selülozik boyanın üzerine mat veya parlak selülozik vernik sürülebilir. Boyanın görünümü canlanır ve dış etkilere dayanımı önemli ölçüde artar [25].

1.8.2.4. Selülozik Lake Boya Uygulaması

Selülozik lake özel bir çalıştırma yöntemi gerektirir. Masif ağaç, kaplamalı yüzey, yonga levha, lif levha üzerine lake boya yapılabilir. Yüzeye önce selülozik astar boya sürülür veya püskürtülür. 1.5-2 saat kurutulduktan sonra zımparalanır. Zımpara artıkları silinir. Sıyırma yöntemi ile selülozik macun uygulamasına geçilir. Macun çekme işlemi gölgede yapılmalı, olabildiği kadar hızlı çalışmalıdır. Macunun ince katmanlar oluşturmaya özen gösterilmelidir. Ancak her kat arasında en az 1 saat beklemelidir. Yüzeyin durumuna göre 4-6 kat macun çekmek gerekebilir. Soğuk ve nemli günlerde bekleme süresi uzatılmalıdır. Macunlama işlemi tamamlanan yüzey yazın 12 saat, kışın ise 18-24 saat bekletilerek kurutulmalıdır. Macunda bulunan tiner, ancak bu kadar sürede buharlaşabilir. Macun, bundan sonra çöküntü yapmayacak ve zımparalanacak sertliğe ulaşır. Tamamen kuruyan macunlu işte zımparalamaya geçilir. Lake boya yapmanın en önemli işlemlerinden biri, zımparalamadır. Uygun zımpara seçilmezse ve kurallara göre çalışmazsa, lake boyada kusursuz bir görüntü sağlanamaz. Kaba zımparamla 220 numaralı su zımparası ile yapılır. Islak zımparalamada gaz yağı veya 1:1 oranında gazyağı benzin

karışımı kullanılır. İspatula ile sürülen macun zımparaladıktan sonra, yüzeye bir kat selülozik astar boya püskürtülür. Kurutulmaya bırakılır. 360 numara ile zımparalanır. Kusurlu yerler varsa, yoklama macunu ile onarılır. Yeniden kurumaya bırakılır. Macunlanması ve astarlanması tamamlanan iş 360 numaralı su zımparası ile ve ıslak çalışarak zımparalanır. Islak zımparalamada sert kauçuktan hazırlanmış özel takozlar kullanılır. Takoz, işe aynı basınçla, uzun ve düzgün hareketlerle sürülmelidir. Macunlu işlerin zımparalanmasında, birbirlerine dik yönde çalışmak, düzgün yüzey elde etmede önemli rol oynar. Çapraz zımpara çizgileri, üzerine püskürtülecek astar boyanın yüzeye daha iyi yapışmasını da sağlar. Zımparalan yüzey temizlenir ve en az üç saat kuruması beklenir. Bu sürede macun ve zımparalama sıvıları buharlaşır. Temizlenen ve sertleşen işe, son defa astar boya sürülür. Astar boyanın tabanca ile püskürtülmesinde 4 atmosfer ile çalışılır. Daha yüksek basınç da püskürtülen astar boyada tozlaşma ve portakal kabuğu pütürlenme olur. Püskürtme işlemi önce işin boyuna, sonra dikine yapılmalıdır. İki yönde çalışılarak sürülen bir kat boya, genellikle yeterli kalınlıkta bir astar katmanı oluşturur. Gerekirse yarım saat sonra bir kat daha püskürtülebilir. Selülozik astar boya sürülen iş, yazın 2 saat, kışın 4 saat kurutulur. Sertleşen astar boya 360-400 numara ile ıslak zımparalanır.

Bu durumdaki işe son kat boya püskürtülür. Son kat olarak, üstün nitelikli selülozik boyalar kullanılmalıdır. Her kat arası yarım saat beklenecek 2-3 defa püskürtülür. Püskürtme basıncı 4 atmosfere ayarlanır. 1.5-2 mm. delikli tabanca ucu kullanılır. Püskürtme sırasında kompresör basıncı değişmemelidir. Alçalıp yükselen basınçla püskürtme yapılırsa, boya ve vernikte tozlanma, portakal kabuğu pütürlenme ve akıntı olabilir. Değişik basınçla çalışıldığında, film kalınlığı yüzeyin her tarafında aynı olmaz. Önemli bir nokta da kompresördeki su filtresinin çalışmasıdır. Püskürtme havasında su ve yağ damlacıkları bulunmamalıdır. Beklenmeden ve kurutulmadan üst üste püskürtülen selülozik son kat boyada kılcal çatlaklar meydana gelebilir. Boya püskürtülen iş, normal koşullarda 6-12 saat kurutulmalıdır [25].

1.9. BOYA KUSURLARI

1.9.1. Boya/Vernik Ambalajlarında ve Katmanlarında Oluşan Kusurlar

Boya/vernük sıvısında ve katmanlarında zaman zaman kusurlar oluşmaktadır. Bu kusurlar önemli ölçüde malzeme ve işçilik kayıplarına dolayısıyla da maddi kayıplara sebep olmaktadır. Bir çok durumda, kusurlu parça üzerinde yapılacak onarım işlemlerinde sonuç alınmadığı için, parça kullanılamaz hale gelebilmektedir.

1.9.2. Depolama Sırasında Ortaya Çıkan Kusurlar

Ambalajı içerisinde depoda bekletilen boya/vernükte bazı kusurlar oluşabilmektedir. Bunlardan en sık rastlanılan ve önemlilerini jelleşme, çökme ve kabuk oluşumu olarak sıralayabiliriz.

1.9.2.1. Jelleşme İle Ortaya Çıkan Kusurlar

Boya/vernükte az akışkan ve peltemsi bir yapı oluşmasıdır. Uygun olmayan depolama koşullarında uzun süreli bekletmeler, üretiminde hatalı çözücü kullanımı, karışım oranlarının uygunsuzluğu, koruması yetersiz ambalajlama, son kullanma tarihinin geçmesi gibi nedenlerle olabilmektedir. Bu kusurun oluşmaması için, uygun depolama koşullarında doğru sürelerde bekletilmeli, üretimde ve uygulama aşamasındaki inceltmede uygun çözücü kullanılmalı, ambalajlanması doğru ve tekniğine uygun olarak yapılmalı, uygulama için ihtiyaç duyulan miktarda karışım hazırlanmalı, boya/vernüğün bileşiminde kuruyan yağ veya yağ akidi bulunuyor ise oksidasyon mutlaka engellenmelidir.

1.9.2.2. Çökmenin Neden Olduğu Kusurlar

Boya/vernük bileşimindeki pigment yada dolgu maddelerinin dibe çökerek ambalajının tabanında çökelti oluşturmasıdır. Depoda uzun süreli bekletmeler, viskozitenin çok yükselmiş olması, yüksek yoğunluklu kimyasalların kullanılması buna neden olmaktadır. Boya/vernük kullanılmadan önce ambalajında iyice

karıştırılmalı, viskozite kontrolü yapılmalı ve uygun şekilde ayarlanmalı, üretiminde ise formülasyon iyi tasarlanmalıdır.

1.9.2.3. Kabuk Oluşumu

Boya/vernik sıvısının yüzeyinde kuruma ve kabuk şeklinde tabaka oluşmasıdır. Üretiminde, yetersiz kabuk önleyici veya çok fazla yüzey kurutucu kullanılması, ambalajda bekleme sırasında çözücü kaçağı olması ve çözücünün miktar olarak azalması, oksidasyonla kuruma özelliğinde olan az miktardaki boya/verniğin büyük ambalajda depolanmasıdır. Önlemek için, ambalaj içerisindeki boya/vernik seviyesi kontrol edilmeli miktar olarak azalmış ve uzun süreli bekletilmesi söz konusu ise daha küçük kaplara alınmalı, üretimi aşamasında bileşime katılan kurutucu ve kabuk önleyici oranları iyi ayarlanmalı, kabuk oluşmuşsa ambalajdan atılmalı kalan boya/vernik süzülerek temizlenmelidir [1].

1.9.3. Yaş Boya Kusurları

Başlıca yaş boya kusurları, vizkoziteye bağlı kusurlar, elektrik direnci, çökme, katı madde, yoğunluk, depolama stabilitesi, flokülasyon olarak tanımlanabilir.

1.9.3.1. Viskoziteye Bağlı Kusurlar

Yaş boyanın viskozitesinin ölçülmesi, üretilen boyanın tasarımı sırasında öngörülen akışkanlık değerlerine sahip olup olmadığının belirlenmesi açısından önemlidir. Bu amaçla çeşitli akış kapları kullanılır. Çizelge1.3'de viskozitenin değişmesi durumunun önleyici metotlarını ve çözüm yöntemlerini gösterilmektedir [27].

Çizelge 1.3. Viskozitenin değişmesinin nedenleri ve çözüm önerileri.

| Tanım | Muhtemel nedenler | Önleyici Metodlar | Düzeltilici Etkinlik |
|-------------------------------------|---|--|---|
| Yüksek viskozite | Yanlış ölçüm, İnsan hatası, ham maddelerin yanlış dozajlanması yada yanlış hammadde kullanımı | Ölçüm kaplarının kalibrasyonu yapılmalı, ölçümden önce boya iyice karıştırılmalı, sıcaklık kontrolü yapılmalı, personel eğitilmeli, ölçüm cihazları ve ayarları kontrol edilmelidir. | Boya uygun solvent ile inceltilmeli, daha fazla solvent girilmeli, ham maddenin dozağı düzeltilmelidir. |
| Düşük viskozite | ↑ | ↑ | Yüksek viskoziteli boya ilave edilebilir. |
| Depolama sırasında viskozite artışı | Solvent buharlaşması, boyanın tiksotropik davranışı, yüksek sıcaklıkta depolama | Boyanın ambalajı kapalı tutulmalı, ölçümden önce boya iyice karıştırılmalıdır. | Solvent ilavesi yapılabilir, depolama koşulları düzeltilmelidir. |

1.9.3.2. Elektrik Direncine Bağlı Oluşan Kusurlar

Boya karışımında elektrik direnci olması, boyanın yüzeye tutunmasına olumsuz etkisi bulunmaktadır. Çizelge 1.4’de elektrik direncinin muhtemel nedenleri ve düzeltilmesi önerileri görülmektedir [27].

Çizelge 1.4. Elektrik direncinin muhtemel nedenleri ve düzeltilmesi önerileri.

| Tanım | Muhtemel Nedenler | Düzeltilici Etkinlik |
|-------------------------|---|---|
| Yüksek elektrik direnci | Yetersiz karışım, alkoller gibi polar solventlerin uçması | İnceltme tineri ile uygulama viskozitesine getirilen boya, etkin karıştırılmalıdır, uygulama yapılacak boya açık bırakılmamalıdır. Katkı girişi yapılarak elektrik direnci düşürülebilir. |
| | Ekipman | Ekipman kontrolü yapılmalı, konveyör temiz tutulmalıdır. |

1.9.3.3. Çökmenin Neden Olduğu Kusurlar

Boya/vernik bileşimindeki pigment yada dolgu maddelerinin dibe çökerek ambalajının tabanında çökelti oluşturmasıdır. Çizelge 1.5’de çökmenin nedenleri ve düzeltilmesi amaçlı çözüm önerileri görülmektedir [27].

Çizelge 1.5. Çökmenin nedenleri ve düzeltilmesi önerileri.

| Muhtemel Nedenler | Düzeltilici Etkinlik |
|---|--|
| Yüksek sıcaklıkta depolama | Depolama koşulları düzeltilmelidir. |
| Yaş boyanın tiksotropisi yeterli değil | Wax veya tiksotropik ajan ilave edilmelidir. |
| Ambalaj viskozitesi çok düşük | Formül revizyonu |
| Pigment ve dolgu malzemesinin yoğunluklarının çok yüksek olması | Formül değişikliği |

1.9.3.4. Katı Maddenin Oluşturduğu Kusurlar

Boya içerisindeki kimyasalların katı madde oranlarının normal değerden düşük yada yüksek olması boya uygulanmış yüzeylerde kalite bozukluğuna neden olmaktadır. Çizelge 1.6’da Boya karışımındaki katı madde oranının düşük yada yüksek olmasının boya kalitesine etkisi gösterilmiştir [27].

Çizelge 1.6.Boya karışımındaki katı madde oranının düşük yada yüksek olmasının boya kalitesine etkisi.

| Tanım | Muhtemel nedenler | Önleyici metotlar | Düzeltilici etkinlik |
|-------------------------------|--|---|---|
| Katı madde miktarı çok düşük | Disperse edilen pigment miktarı çok düşük | Örtücülük testi | Daha fazla pigment disperse edilmeli |
| | Kullanılan reçinenin katı maddesindeki varyasyonlar | Kullanılan reçine kontrol edilmelidir. | |
| | Boyanın tiksotropik olması viskozitenin yanlış ayarlanması | | Viskozite ölçümünden önce boya iyice karıştırılmalıdır. |
| Katı madde miktarı çok yüksek | Disperse edilen pigment miktarı çok yüksek | Boyanın örtücülüğü ve parlaklığı kontrol edilmelidir. | Bağlayıcı oranı arttırılmalıdır. |

1.9.3.5. Yoğunluğa Bağlı Oluşan Kusurlar

Boya yada vernik karışımının yoğunluğunun düşük yada yüksek olması, örtme zayıflığı ve diğer birçok kusura neden olmaktadır. Çizelge 1.7’de yoğunluk farkının nedenleri ve önleyici-düzenleyici metotlar verilmiştir [27].

Çizelge 1.7. Boya yada vernik karışımının yoğunluk farklılığının nedenleri ve önleyici-düzenleyici metotlar.

| Tanım | Muhtemel Nedenler | Önleyici Metodlar | Düzeltilici Etkinlik |
|---------------------|--|--|--|
| Yoğunluk çok düşük | Disperse edilen pigment miktarı çok düşük | Boyanın örtücülüğü, parlaklığı ve viskozitesi kontrol edilmeli | Daha fazla pigment disperse edilmelidir. |
| | Yanlış pigment ve dolgu malzemesi | Girişi yapılan ham maddeler kontrol edilmeli | |
| Yoğunluk çok yüksek | Disperse edilen pigment miktarı çok yüksek | Boyanın örtücülüğü ve parlaklığı kontrol edilmelidir. | Bağlayıcı veya solvent ilavesi yapılmalıdır. |
| | Yanlış pigment ve dolgu malzemesi | Girişi yapılan ham maddeler kontrol edilmelidir. | |

1.9.3.6. Bağlayıcı Ayırışmasının Neden Olduğu Kusurlar

Depolamasüresi içerisinde, boya içindeki bağlayıcılar şeffaf bir tabaka halinde ayrışır. Bu şekilde kullanılması durumunda bazı sorunlara yol açmaktadır. Çizelge 1.8’de depolama süresi içinde, boya içerisindeki bağlayıcıların ayrışması ve çözüm önerileri gösterilmiştir [27].

Çizelge 1.8. Depolamasüresi içerisinde, boya içerisindeki bağlayıcıların ayrışması.

| Tanım | Muhtemel nedenler | Önleyici netodlar | Düzeltilici etkinlik |
|---|------------------------------------|--|---------------------------|
| Depolama süresi içerisinde boya içerisindeki bağlayıcının şeffaf bir tabaka halinde ayrışmasıdır. Sert çökme meydana gelmez ve boya karıştırma ile kolayca eski haline döner. | Viskozite çok düşük | Viskozite kontrol edilmelidir. | Viskozite ayarlanmalıdır. |
| | Flokülasyon | Pigment dispersiyon stabiletisini arttırmak için dispersiyon prosesi kontrol edilmeli, özel dispersiyon katkı malzemeleri veya reçineleri kullanılmalıdır. | |
| | Tiksotropi istenilen düzeyde değil | Titsotropi artırılmalı | |

1.9.3.7. Flokülasyona Bağlı Olarak Oluşan Kusurlar

Boya içerisindeki katı parçacıkların birleşerek daha büyük boyutlu hale gelmesi, topak oluşturmasıdır. Çizelge 1.9’da flokülasyon oluşumunun nedenleri ve çözüm önerileri gösterilmiştir [27].

Çizelge 1.9. Flokülasyonun oluşması ve önleme yöntemleri.

| Tanım | Muhtemel Nedenler | Önleyici Metodlar | Düzeltilici Etkinlik |
|--|-------------------------------------|--|---|
| Boya içerisindeki katı parçacıkların birleşerek daha büyük boyutlu toprakları oluşturmasıdır. Aşağıda belirtilen karakteristiklere sahiptir. Bağlayıcı ayrışması ezilme inceliğinin artması Toprakların oluşması, renk değişimi, reolojinin değişmesi parlaklık kaybı. | Stabil olmayan pigment dispersiyonu | | Boya formülasyonu pigmentin daha kararlı disperse olacağı reçine veya dispersiyon ajanlarının kullanımı düşünülerek revize edilmelidir. |
| | Solvent/bağlayıcı şoku | Ham maddelerin ilavesi devamlı karıştırma altında olmalıdır. | Ham maddelerin giriş sırası yeniden tariflenebilir. |
| | | | Flokülasyon gözlenen boyaların dispersiyon işlemi tekrarlanabilir. |

1.9.4. Yaş Boya Uygulaması Sırasında Meydana Gelen Kusurlar

Her şeyden önce boya/vernik uygulamaları, her aşamasında son derece dikkat isteyen işlemlerdir. Boyanacak/verniklenecek malzemeye göre boya/vernik tipini belirlemek doğru uygulamanın ilk adımıdır. Boyanacak materyalin kullanım yeri ve istenilen görsel özellikler bunu belirlemekte yardımcı olacaktır. Üzerinde sürekli çalışma yapılan bir ofis mobilyası masası ile duvarda süs amaçlı bulundurulmuş bir çerçevenin boya/vernik tipini yada dayanımını aynı kabul etmek çokta ekonomik değildir. Yada eğmeçli bir materyalle düz bir materyalin aynı boya/vernik ile örtülmesi istenmeyen sonuçlar meydana getirebilmektedir. Zeminde kullanılan bir materyal ile bir mobilya kapağının aynı çizilme direncine sahip olması da uygun değildir. Yeni bir boya/vernik uygulanmasından önce karışımın mutlaka vizkozitesi ölçülmeli ve numune parçalar üzerine uygulanarak tecrübe edilmelidir [27].

Doğru boya/vernik seçiminden sonra uygulama odası ve uygulama ekipmanını doğru seçmek gerekir. Günümüz modern uygulama odaları, pozitif hava basıncı, zeminde yada duvarda su şelalesi gibi donanımlardan oluşmaktadır. Boya uygulama ortamında toz vb. yabancı maddeler olmamalı, ortam rutubeti ve sıcaklığı da iyi ayarlanmalıdır. Uygulama tabanca ile yapılacaksa uygun meme çapının seçilmesi ve

basıncılı havanın iyi ayarlanması gerekir. Boyanacak/vernikleenecek materyaller uygulama odasına uygun aralıklarla dizilmeli, boya/vernik atılırken sıçrayan boya/vernik diğer parçalara gelmemelidir.

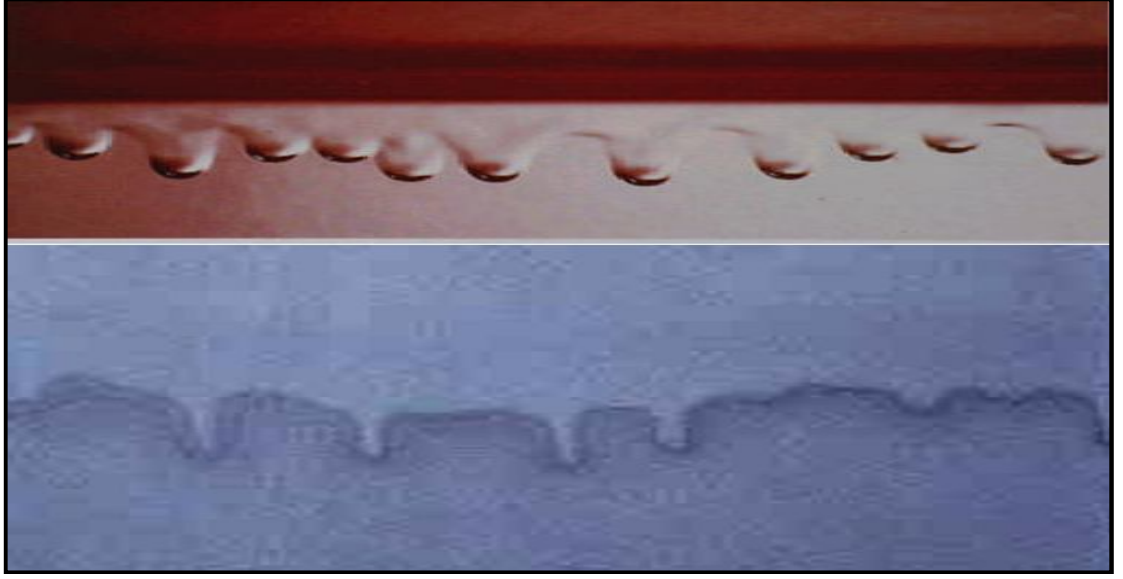
Boya/verniklerin saklanma ve hazırlanma ortamları da çok önemlidir. Çok sıcak-soğuk ortamlarda bekletilen boya/verniklerde kullanım öncesi çeşitli bozulmalar meydana gelebilir. Boya/vernik hazırlanmasında üretici firmanın teknik bilgilerine uyulmalı ve karışımın son derece homojen olması sağlanmalıdır.

Boya/vernik uygulayan kişiler, özel kıyafet giymeli ve boya/verniklerde sakıncalar meydana getirecek silikon içeren parfüm vb. kullanmamalıdır. Uygulayıcılar tecrübeli olmalı ilk boya/vernik denemelerinde mümkünse üretici firma temsilcisi eşlik etmelidir. Sürekli kullanılan boya/vernikler bile üretici firmadan ilk geldiğinde mutlaka tecrübe uygulaması yapılarak denenmelidir. Aksi durumlarda ciddi ekonomik kayıplar meydana gelmektedir. Unutmamalıdır ki boya/vernik uygulaması pahalı bir işlemdir ve uygulanmış yüzeyi yeniden boya/vernikleme yenisini yapmaktan daha zor ve pahalıdır.

Yaş boya uygulamalarında görülen kusurlar; akma/yüksek akışkanlık, portakallanma/düşük akışkanlık, kaynama/pinho/solvent patlaması, krater, tanecik, boya tozu (over spray), yaş veya kuru spray, silme izi/telegraphing, yüzme, yüzeyi ıslatamama, kabarma (lifting), kırışma (wrinkling) olarak sınıflandırılır [27]. Ayrıca yaş boya uygulama sırasında sütlü görüntü, hava kabarcığı oluşumu, yeterli parlaklığın elde edilemeyişi, zımparalama güçlüğü gibi kusur oluşumu da görülmektedir [1].

1.9.4.1. Akma ve Yüksek Akışkanlığın Neden Olduğu Kusurlar

Akma, dikey konumdaki veya eğik duran yüzeylerde boya/vernigin uygulanmasından sonra sarkması veya kalın film yada boya/vernik yığıntılarının oluşmasıdır [1]. Şekil 1.4'de akma yada yüksek akışkanlığın meydana gelmesi görülmektedir [27].



Şekil 1.4. Akma/Yüksek akışkanlık.

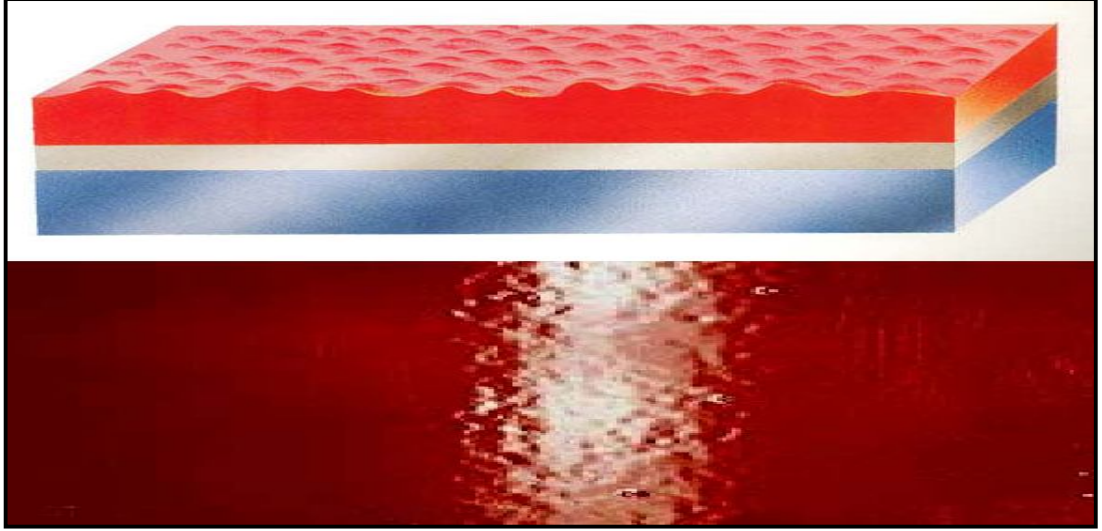
Akma, boya/verniğin çok kalın uygulanması, püskürtme tabancasının meme çapının büyük, sıvı ayarının çok yüksek aynı zamanda da hava ayarının çok düşük olması, tiner kullanımının fazla oluşu, geç buharlaşan çözücü kullanımı gibi nedenlerden oluşmaktadır [1]. Çizelge 1.10'da Akmanın meydana geliş nedenleri ve çözüm önerileri görülmektedir [27].

Çizelge 1.10. Akma ve yüksek akışkanlığın nedenleri ve çözüm önerileri.

| Muhtemel Nedenler | Düzeltilici Etkinlik |
|---|---|
| Film kalınlığının çok yüksek olması | Film kalınlığı düşürülmelidir. |
| Boya viskozitesi çok düşük olması | Boya viskozitesi arttırılmalıdır. |
| Ağır solvent miktarı çok yüksek olması | Ağır solvent miktarı düşürülmelidir. |
| Sarkma önleyici ajan miktarı çok düşük olması | Sarkma önleyici ajan miktarı arttırılabilir. |
| | Uygulama parametreleri, atomize olan boyanın tanecik boyutunu azaltacak şekilde ayarlanmalıdır. Bu amaçla, hava basıncı arttırılabilir, obje ile spray arasındaki mesafe arttırılabilir, iki kat arasındaki flash off süresi arttırılabilir, boyanın debisi azaltılabilir, meme çapı düşürülebilir. |

1.9.4.2. Portakallanma Nedeni İle Meydana Gelen Kusurlar

Portakallanma, uygulamadan sonra boya/verniğin iyi yayılamayışından dolayı katmanda, portakal kabuğundaki gibi pürüzlü yüzey oluşumu görülmesidir [1]. Şekil 1.5’de portakallama örneği ve kesit görüntüsü görülmektedir [27].



Şekil 1.5. Portakallanma ve kesit görüntüsü.

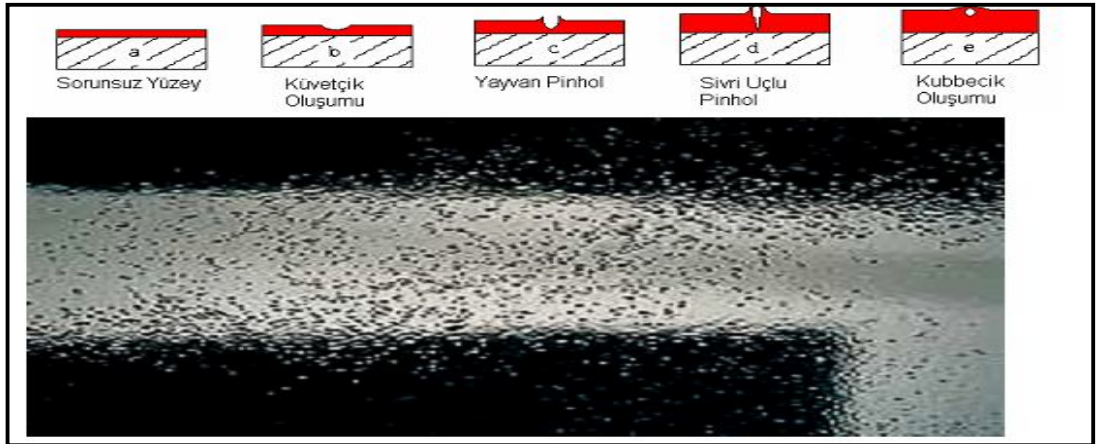
Portakallanmanın nedenleri, püskürtme tabancasının iş parçası yüzeyine çok yakın veya çok uzak tutulması, akışkanlığı az boya/vernik ile çalışma, gereğinden kalın sürülen katmanda boya/verniğin düzgün dağılım yapamaması, çabuk buharlaşan çözücü kullanımı nedeniyle boya/verniğin hızlı kuruması ve normal yayılmasını yapamaması, çabuk kuruyan boya/vernik ile püskürtme uygulaması yaparken hava basıncının düşük boya/vernik ayarının ise yüksek olması sonucu sıvının yüzeye iri parçacıklar halinde gitmesi ve o şekilde kuruması, püskürtme tabancası meme çapının büyük olması, astar/dolgu katının çok gözenekli veya emici olması, boyanacak/verniklenecek yüzeyin sıcak olması, püskürtme kabini girişinde hava cereyanı oluşması veya kabin sıcaklığının yüksek olmasıdır şeklinde sıralanabilir. Çizelge 1.11’de Portakallanma kusuru ve düzeltme önerileri gösterilmiştir[27].

Çizelge 1.11. Portakallanma kusuru ve düzeltme önerileri.

| Muhtemel Nedenler | Düzeltilici Etkinlik |
|--|--|
| Boyanacak yüzeyin grift olması veya yüzey geriliminin çok düşük olması | Zımpara veya polar olmayan solventlerle silme gibi yüzey işlemleri yapılmalıdır. |
| Solvent kompozisyonunun çok hızlı olması | Ağır solvent miktarı artırılabilir. |
| Sarkma önleyici ajan miktarı çok yüksek | Formül revizyonu yapılmalıdır. |
| Düşük film kalınlığı | Film kalınlığı artırılmalıdır. |
| Boya vizkozitesi çok yüksek | Uygulama parametreleri atomize olan boyanın tanecik boyutunu arttıracak şekilde yapılmalıdır. Bu amaçla hava basıncı azaltılabilir, obje ile spray tabancası arasındaki mesafe azaltılabilir, iki kat arasındaki flash-off süresi azaltılabilir, boyanın debisi artırılabilir. |

1.9.4.3 Pinhol/Kaynama/Solvent Patlaması Nedeniyle Meydana Gelen Kusurlar

Pinhol oluşumu, boya/vernik katmanlarında kuruma sonrasında görülen ve tepesinde toplu iğne başı şeklinde delicik bulunan kabarcıklanmalardır [1]. Şekil 1.6'da pinhol oluşumu ve oluşumu sembolize edilen çizimler görülmektedir [27].



Şekil 1.6. Pinhol oluşumu.

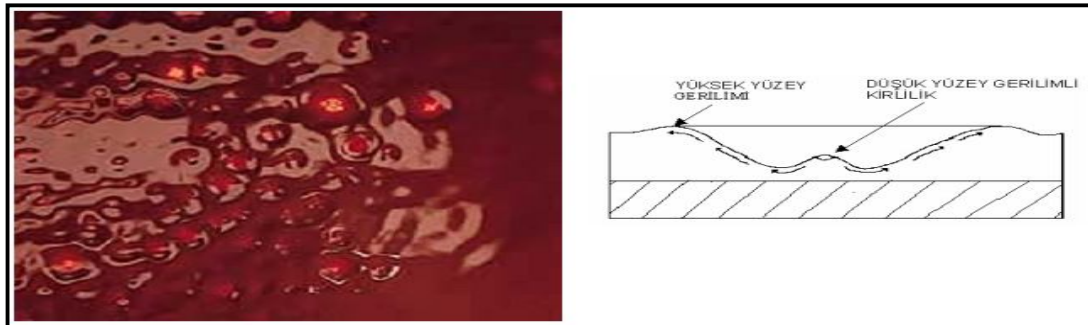
Çizelge 1.12’de pinhol oluşumu, nedenleri ve düzeltici etkinlikler görülmektedir [27].

Çizelge 1.12. Pinhol oluşumu.

| Tanım | Muhtemel Nedenler | Düzeltilici Etkinlik |
|--|---|---|
| Kaynama/pinhol/solvent patlaması, boya filmi içerisinde küçük deliciklerin oluşmasıdır. Kısmen kürlenmiş boya filmi içerisindeki hava veya solvent buharlaşır ve boya filmini delerek çıkar. Bu durumda çözüm, boya filminin yüzeyini daha uzun süreli açık(yaş) tutmakla gerçekleşir. | Boya film kalınlığının çok yüksek olması | Film kalınlığı düşürülmelidir. |
| | Solvent viskozitesi çok yüksek | Viskozite düşürülmelidir. |
| | Flash-off zamanı çok kısa/konveyör hızı çok fazla | Konveyör hızı düşürülmeli veya boyayı hat koşullarına uygun hale getirilmelidir. |
| | Fırın set sıcaklığına çok kısa sürede ulaşıyor | Fırının sıcaklık eğrisi çıkarılmalı, set edilen sıcaklığa min 8 dakikada ulaşılmalıdır. Gerekirse fırının ilk kısmındaki sıcaklık azaltılmalıdır. |
| | Boyanın tiksotropisi çok yüksek | Formülasyon gözden geçirilmelidir. |

1.9.4.4. Krater Oluşumuna Bağlı Kusurlar

Krater, boya/vernük katmanlarında krater görüntüsüne benzer açılmaların oluşmasıdır [1]. Şekil 1.7’de krater oluşumu ve oluşumu gösteren çizim görülmektedir [27].



Şekil 1.7. Krater oluşumu.

Çizelge 1.13’de krater oluşumu ve düzeltme önerileri gösterilmektedir [27].

Çizelge 1.13. Krater oluşumu.

| Muhtemel Nedenler | Düzeltilici Etkinlik |
|---|--|
| Boyanın yüzeyi iyi ıslatamaması (boyanın yüzey geriliminin çok yüksek olması) | Yüzey hafifçe zımparalanır. Yüzey polar olmayan solventlerle temizlenir. Silikon yağı yada diğer yüzey aktif maddeler ilave edilerek boyanın yüzey gerilimi düşürlebilir. Viskozite yükseltilebilir. |
| Boyanan yüzeyde kir ve yabancı cisimler olması | Yüzey temizliği kontrol edilmelidir. |
| Boya tozu (özellikle boyanan parçalar birbirine çok yakın ise) | Parçalar arasındaki mesafe arttırılmalı spray kabindeki hava akımı arttırılmalıdır. |
| Boyanın yüzey aktif malzemelerle kontamine olması | Kompresör havasında yağ olup olmadığı kontrol edilmeli, spray kabini çevresinde yağ, silikon içeren malzemeler kullanılıp kullanılmadığı kontrol edilmelidir. |

1.9.4.5. Boyada Yabancı Tanecik Oluşumu Nedeni İle Meydana Gelen Kusurlar

Yaş boyadaki yabancı tanecik ile yaş boya filmindeki yabancı tanecik ayırımına dikkat edilmelidir. Yaş boyadaki yabancı tanecik, ham madde veya üretim kaynaklı olabilir ve uygun filtrasyon ile giderilebilir. Kürlenmiş boya filmi içerisindeki taneciklerin kaynağını bulmak için mikroskop altında inceleme yapmak gerekir. Şekil 1.8’de boyada yabancı tanecik oluşumu görülmektedir[27].



Şekil 1.8. Yabancı tanecik.

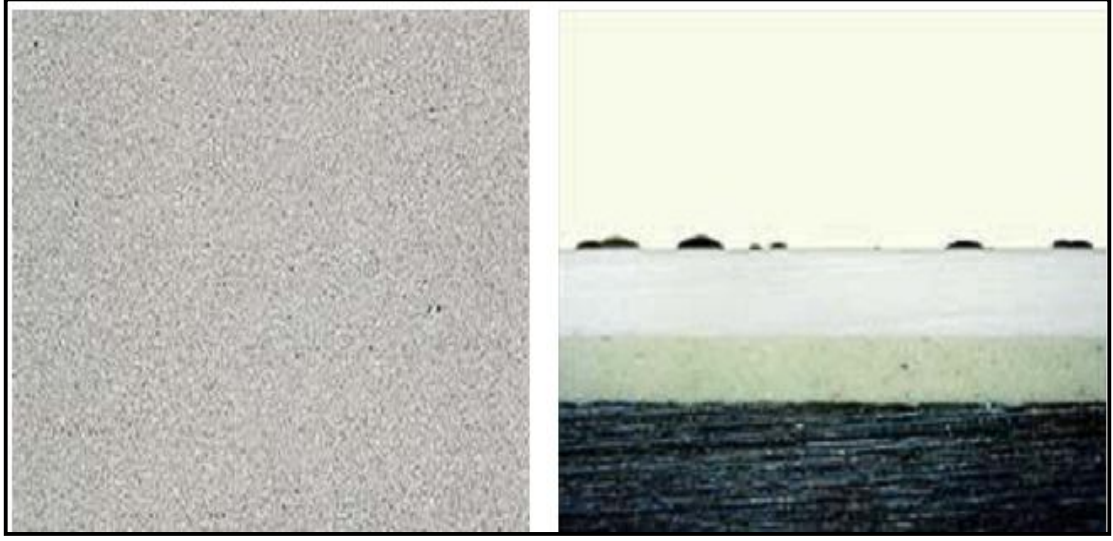
Çizelge 1.14’de yabancı tanecik oluşumunun muhtemel nedenleri, önleyici ve düzeltici etkinlik önerileri verilmiştir [27].

Çizelge 1.14. Boyada yabancı tanecik kusuru ve düzeltme önerileri.

| Muhtemel Nedenler | Önleyici Metodlar | Düzeltilici Etkinlik |
|---|---|--|
| Bitmiş boyanın filtrasyonu yetersiz. | Filtrelerin kalitesi, gözenek boyutu, filtrasyon basıncı ve kaçak olup olmadığı kontrol edilmelidir. | Gözenek boyutu küçük filtre kullanılabilir. Kaçaklar önlenmeli, basınç azaltılmalıdır. |
| Boya ambalajı kirli yada paslı olması | Varil bidon gibi tüm ambalaj malzemelerinin temizlik kontrolü yapılmalıdır. | |
| Tiner kirli olabilir | | Tiner kullanmadan önce filtre edilmelidir. |
| Konveyör sisteminden kaynaklanabilir, saç elbise tüyü iplik gibi insan kaynaklı malzemelerden olabilir. | Yabancı taneciğin kaynağı belirlendikten sonra gerekli önlemler alınmalıdır (antisititik elbise, konveyörün periyodik bakımının yapılması gibi) | |

1.9.4.6. Boya Tozu (Overspray)

Spray edilen boya tozunun, kurumuş yada kurumak üzere olan boya filminin üzerinde birikerek krater, portakallanma gibi yüzey kusurlarına neden olmasıdır. Boya tozu üzerine geldiği boya filmi ile uyuşmuyorsa, overspray oluşumu engellenmeli, engellenemiyor ise meydana gelen boya kusurunu minimize etmek için çalışılmalıdır. Şekil 1.9’da boya tozu (overspray) oluşumu ve kesit görüntüsü görülmektedir [27].



Şekil 1.9.Boya tozu oluşumu.

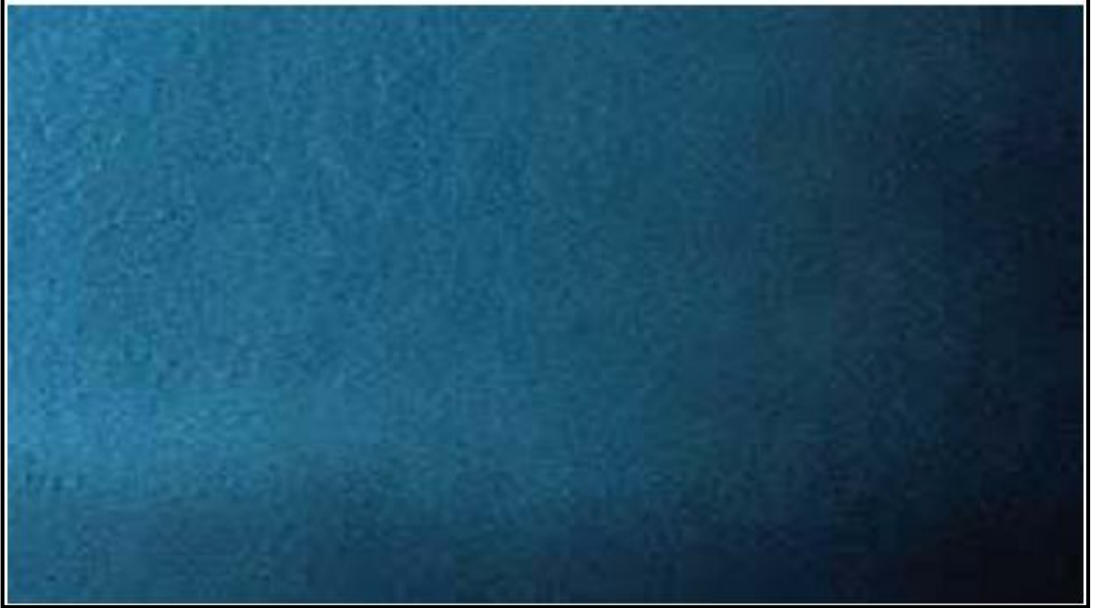
Çizelge 1.15’de boya tozunun oluşumu ve düzeltme önerileri gösterilmiştir [27].

Çizelge 1.15.Boya tozu kusuru ve düzeltme önerileri.

| Muhtemel Nedenler | Önleyici Metodlar | Düzeltilici Etkinlik |
|---|---|---|
| Manuel uygulamada yanlış boyama sırası (katlar arası uzun süre beklenmesi gibi) | Doğru boyama sırası takip edilmelidir. (ilk olarak iç kısımların, daha sonra dış kısımların boyanması gibi) | |
| Boyanacak parçalar birbirine çok yakın olabilir. | Parçalar arası mesafe artırılabilir. | |
| Boya çok hızlı kurduğundan olabilir. | | Ağır solvent ilave edilebilir, spray viskozitesi düşürülebilir, spray kabin sıcaklığı azaltılabilir. |
| Spray kabinindeki hava akımı çok yavaş olabilir. | Hava akımı arttırılmalıdır. | |
| Atomize edilen boyanın tanecik boyutu üzerine geldiği boya filmde mekanik tahribat yapacak derecede büyük olması. | İlk kat overspray toleransı arttırmak için daha yaş uygulanabilir. | Hava basıncının atırılması, meme çapının küçültülmesi veya boya debisinin azaltılmasıyla tanecik boyutu küçültülebilir. |

1.9.4.7. Yaş Veya Kuru Spray

Yaş veya kuru spray genellikle, atomize edilen boya taneciğinin büyüklüğüne bağlıdır. Yaş spray durumunda tanecik büyüktür, yüzeye ulaştığında daha çok solvent içerir, daha iyi yayılma hatta sarkma eğilimi gösterir. Alüminyum parçacıklar hemen sabitlenemediği için metalik bazkatlarda gölge eğilimi gözlenebilir. Kuru sprayda ise yukarıdaki durumun tersi söz konusudur. Bazkatlarda overspray toleransı azalır ve dikellenme gözlenebilir. Şekil 1.10 'da Yaş ve kuru spray kusuru gösterilmiştir[27].



Şekil 1.10. Yaş veya kuru spray.

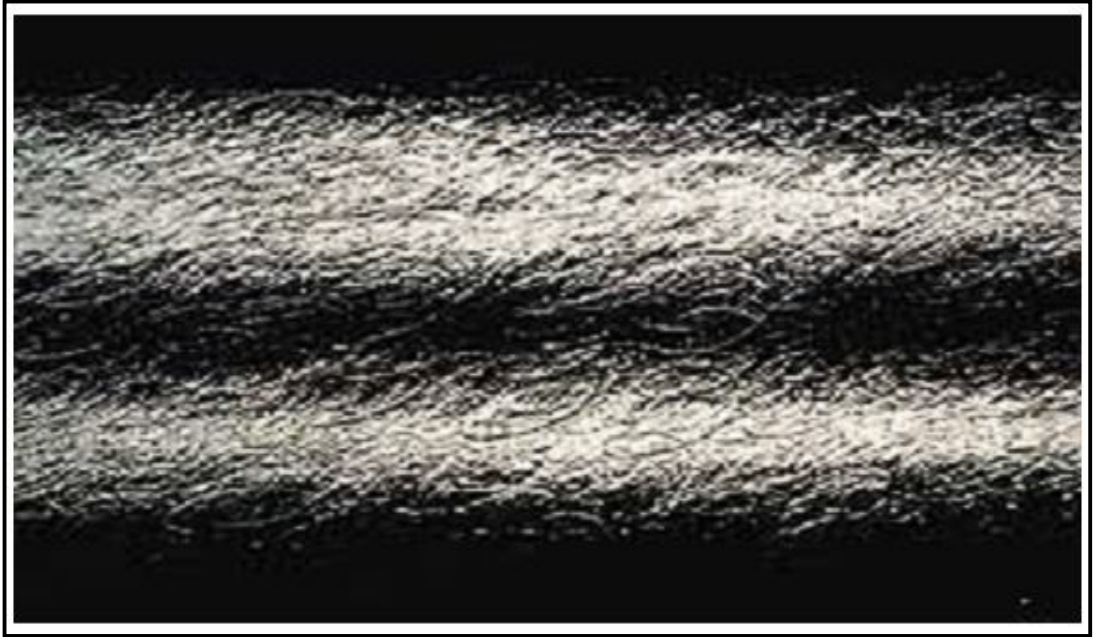
Çizelge 1.16'da boyada yaş ve kuru spray kusuru ve düzeltme önerileri verilmiştir [27].

Çizelge 1.16. Boyada yaş ve kuru spray kusuru ve düzeltme önerileri.

| Muhtemel Nedenler | Düzeltilici Etkinlik |
|---|--|
| Yaş spray olabilir. Bunun nedeni de atomizasyon basıncının çok düşük olması, meme çapının çok büyük olması, spray tabancası ve yüzey arasındaki mesafe çok az, iki boya katı arasındaki flash-off zamanının çok kısa olması, boyanın çok fazla ağır solvent içermesi gibi nedenler sayılabilir. | Hava basıncı arttırılabilir, küçük meme kullanılabilir, parçalar arası mesafe arttırılabilir. Flash-off süresi arttırılabilir. Ağır solvent miktarı azaltılabilir. |
| Kuru spray, yukarıda belirtilen tam tersi söz konusudur. | |

1.9.4.8. Silme İzi (Telegraphing)

Boya filmini silmek yada hafifçe zımparalamak, bu bölgelerde yüzey geriliminin değişmesine sebep olabilir. Üste gelen sonkat kürlenme sırasında bu silme izlerini gösterebilir. Daha çok tamir sistemlerinde gözlenir. Şekil 1.11'de Silme izi (Telegraphing) kusuru görülmektedir [27].



Şekil 1.11. Silme izi (Telegraphing).

Çizelge 1.17’de Silme izi kusuru ve düzeltme önerileri verilmiştir [27].

Çizelge 1.17. Silme izi kusuru.

| Muhtemel Nedenler | Önleyici Metodlar | Düzeltilici Etkinlik |
|---|---|---|
| Sonkatın altına kalan boya filmini yeterince ıslatamaması | Altta kalan boya filminin yüzey gerilimini yükseltmek için içerdiği silikon miktarı azaltılabilir, veya sonkatın silikon miktarı artırılabilir. | Boya yüzeye spray edilmeden önce yüzeye kuru zımpara yapılmalıdır. |
| Altta kalan boya filminin kısmi zımpara yapılmış olması olabilir. | Silikon miktarı, ağır solvent ve akışkanlık veren katkıların optimizasyonu yapılmalıdır. | Spray viskozitesi artırılabilir, boyanın akışkanlığı (yayılmaması) azaltılarak kusurun daha az gözlenmesi sağlanabilir. |

1.9.4.9. Yüzme Kusuru Ve Buna Bağlı Görsel Bozukluklar

Yüzme, boya filminin yüzeyinde, gölge, leke yada yol yol iz oluşumu biçimindeki renk farklılıklarına yol açan kusurdur. Yüzme, boya içindeki farklı pigmentlerin ayrışmasına veya bunların homojen olmayan dağılımlarına bağlı olarak oluşur. Şekil 1.12’de yüzme oluşumu görülmektedir [27].



Şekil 1.12. Yüzme kusuru oluşumu ve düzeltme önerileri.

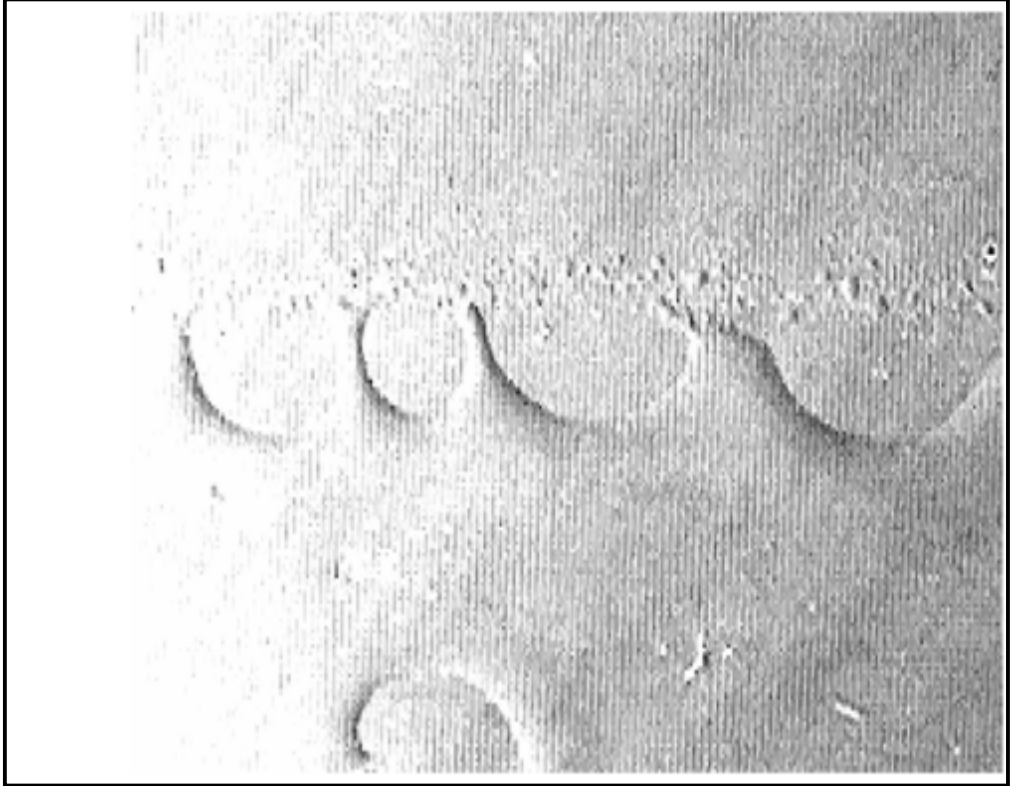
Çizelge 1.18’de yüzme kusurunun nedenleri ve düzeltme önerileri verilmiştir [27].

Çizelge 1.18. Yüzme kusuru ve düzeltme önerileri.

| Muhtemel Nedenler | Düzeltilici Etkinlik |
|-------------------------------------|---|
| Yüzey gerilimi farklılığı olabilir. | Yüzey akımlarını azaltmak için viskozitenin yükseltilmesi, yüzey gerilimi düşürme ajanı kullanılabilir. |
| Pigment topaklaşması olabilir. | Daha etkin karıştırma ve ilave katkı kullanımı yapılmalıdır. |

1.9.4.10. Yüzeyi İslatamama

Yüzeyi ıslatamama, uygulama anının hemen sonrasında, boyanın yüzeyden kaçması veya yüzeyi ıslatamamasıdır. Şekil 1.13’de Yüzeyi ıslatamama kusuru görülmektedir [27].



Şekil 1.13. Yüzeyi ıslatamama kusuru.

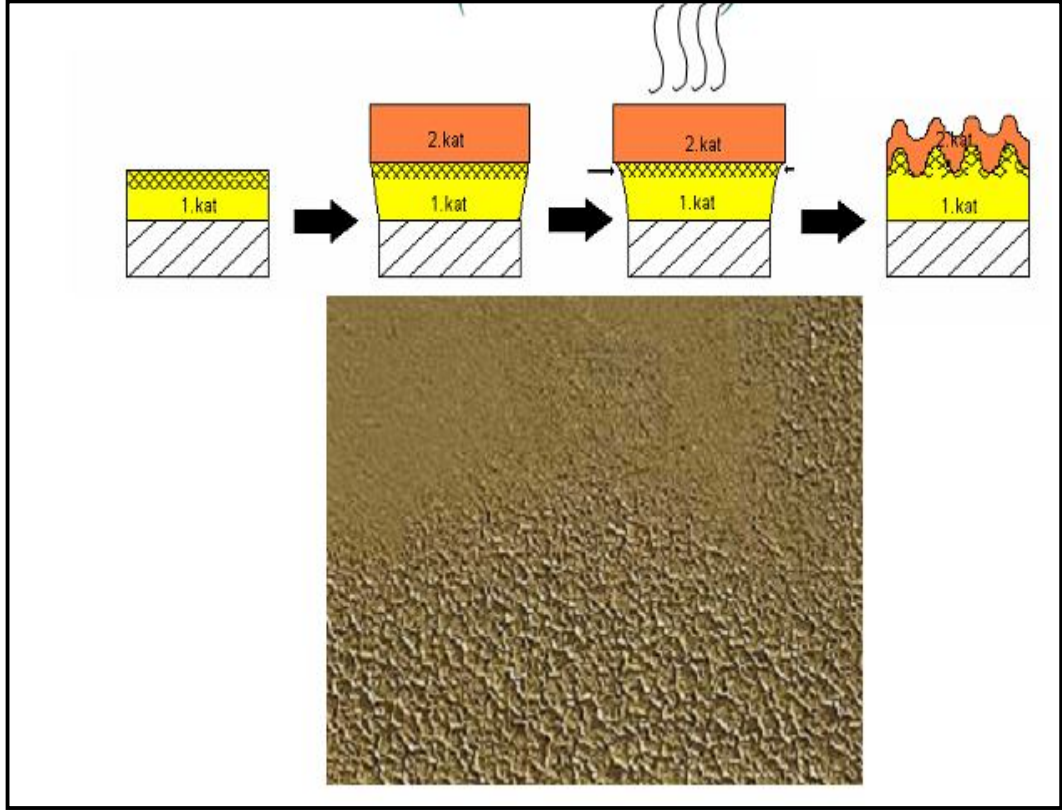
Çizelge 1.19’da yüzeyi ıslatamama kusuru ve düzeltme önerileri verilmiştir.

Çizelge 1.19. Yüzeyi ıslatamama kusuru ve düzeltme önerileri [30].

| Muhtemel Nedenler | Düzeltilici Etkinlik |
|---|---|
| Kir veya düşük yüzey enerjili alt yüzey oluşumu olabilir. | Yüzey ajanı kullanılması ve yüzey temizliğinin daha dikkatli yapılması gerekir. |

1.9.4.11. Kabarma (Lifting) Kusuru

Kabarma, boya katmanının yetersiz kürlenmesi ve atımın yapıldığı ikinci katın kuvvetli çözenlerden oluşması gibi nedenlerden kaynaklanan boya kusurudur. Şekil 1.14’de kabarma kusuru ve oluşumuna ait görseller bulunmaktadır [27].



Şekil 1.14. Kabarma kusuru.

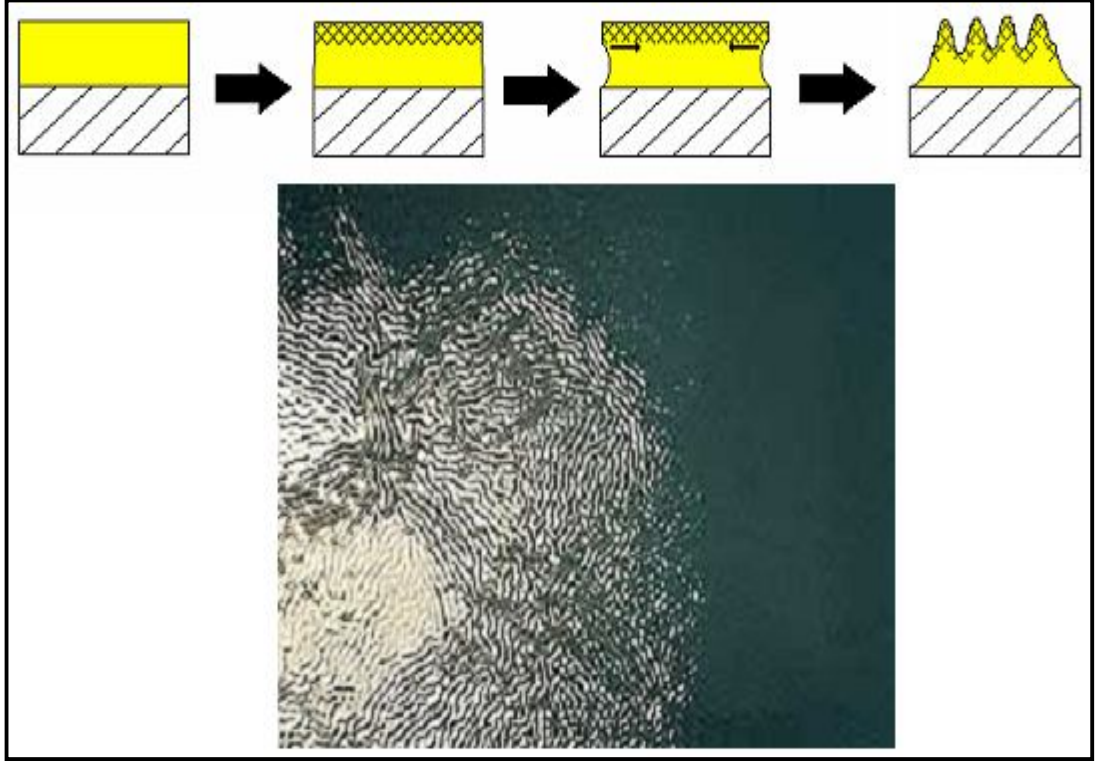
Çizelge 1.20’de Kabarma kusuru ve nedenleri ile düzeltme önerileri verilmiştir [27].

Çizelge 1.20. Kabarma kusuru ve düzeltme önerileri.

| Muhtemel Nedenler | Düzeltilici Etkinlik |
|--|--|
| 1.katın yetersiz kürlenmesi, 2.katta kuvvetli çözügenler kullanılması neden olarak gösterilebilir. | Yalıtım katı kullanılması, 2.katın kuru uygulanması ile sorun giderilebilir. |

1.9.4.12. Kırışma (Wrinkling) Nedeniyle Meydana Gelen Kusurlar

Kırışma, kuruma süresince hacimsel daralmaya uğrayan filmin üst bölümünde bulunan ve elastikiyetini yitirmiş ince bir tabakanın, hacimsel daralmaya bağlı olarak kırışık bir görünüm alması sonucu oluşur. Şekil 15 de kırışma kusuru görülmektedir [27].



Şekil 1.15. Kırışma kusuru.

Çizelge 1.21’de kırışma kusuru ve düzeltme önerileri görülmektedir[27].

Çizelge 1.21. Kırışma kusuru ve düzeltme önerileri.

| Muhtemel Nedenler | Düzeltilici Etkinlik |
|---|--|
| Hızlı yüzey kürlenmesinden kaynaklanabilir. | Kalın uygulamalardan kaçınılmalı, derinlemesine kurumanın sağlanmalıdır. |

1.9.4.13. Sütü Görüntünün Meydana Getirdiği Kusurlar

Sütü görüntü, boya/vernük uygulamasından sonra yüzeyde mat, donuk, buğulu, kirli beyaz renkte belirlenen bir oluşumdur. Muhtemel sebepler olarak, boya/vernük bileşimindeki çözücülerin çok hızlı buharlaşması sonucu yüzeyin ani soğuması ve uygulama ortamındaki havada bulunan atmosferik nemin katman yüzeyinde yoğunlaşması, uygulama ortamında sıcaklığın çok düşük olması, soğuk depodan

gelen iş parçalarına hemen uygulama yapılması yada çok soğuk depodan getirilen boya/vernük ve tinerin hemen kullanılması, viskozite ayarlamada hatalı tiner kullanılması, püskürtme kabinde yeterince hava dolaşımı ve sıcaklığın sağlanamaması muhtemel nedenlerdir.

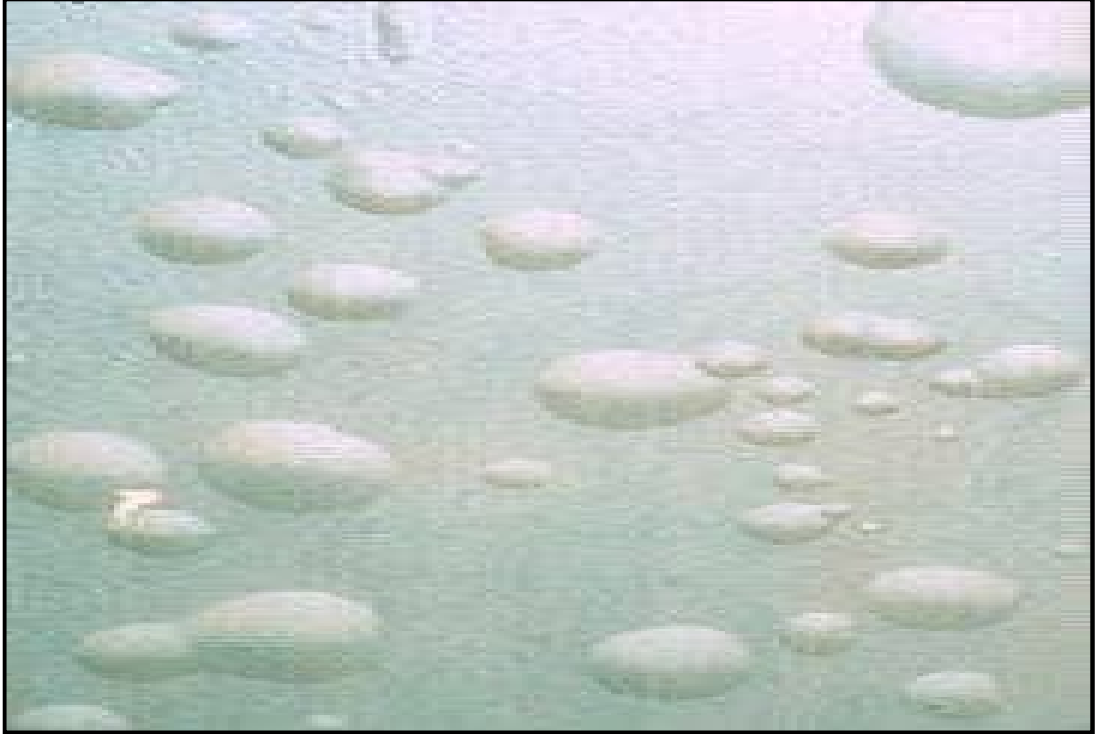
Önleme ve onarım metodu olarak, soğuk ve nemli havalarda yapılan uygulamalarda, yüzey soğumasına sebep olmaması için boya/vernükteki çözücülerin buharlaşma hızları uygun yavaşlatıcı kimyasallar katılarak düşürülmeli, uygulama yüzeyi uygun sıcaklığa getirilmeli, soğuk depodan getirilen iş parçalarının, boya/vernük ve tinerin uygulama ortamı sıcaklığına gelene kadar bekletilmesi gerekir. Sütü görüntü şeklinde kusur oluşan katmanlarda onarma işlemi yapılırken, önce 400 numaralı zımpara ile işlem gören yüzeylere daha sonra 1-2 kat son kat boya/vernük uygulanır [1].

1.9.4.14. Hava Kabarcığı Şeklinde Görülen Kusurlar

Hava kabarcığı, boya/vernük katmanlarının derinliklerinde görülen torbacık şeklinde oluşumlardır.

Muhtemel sebepler, uygulamanın hemen öncesinde hazırlama kabindeki boya/vernüğün çok hızlı ve hatalı karıştırılması sonucu oluşan hava kabarcıklarının dağılmasını beklemeden uygulama yapılması, kurutma ortamı veya fırın sıcaklığının yüksek olması, hızlı buharlaşan çözücü kullanılması, boya/vernük akışkanlığının az olması, uygulama yapılacak yüzey sıcaklığının yüksek ve ahşap yüzeyinin çok gözenekli olmasıdır.

Önleme metodu ve onarımı olarak, hazırlama kabındaki boya/vernük karıştırılmış ise bir süre bekletildikten sonra uygulanmalı, fazla sıcak havalarda çözücü buharlaşmasını yavaşlatıcı sıvılar kullanılmalı, çok sıcak havalarda veya zamanlarda uygulamaya ara verilmeli yada gerekli önlemler alınmalı, kurutma fırınının sıcaklığı çok yüksek olmamalı ve üst limit değerlerine uyulmalı, kalın boya/vernük uygulamasından kaçınılmalıdır. Şekil 1.16'da hava kabarcığı kusuru görülmektedir [1].



Şekil 1.16. Hava kabarcığı oluşumu.

1.9.4.15. Yeterli Parlaklığın Elde Edilemeyeşine Bağlı Kusurlar

Boya/vernik katmanlarında beklenen parlaklığın elde edilememesidir. Muhtemel nedenler olarak, boya/vernik uygulama viskozitesine getirilirken gereğinden fazla miktarda veya firma önerilerine uygun olmayan tiner kullanılması, ağaç malzemenin tekstür özelliği dikkate alınmaksızın uygun olmayan kalınlıkta ve yeterli miktarda dolgu katı hazırlanmaması söylenebilir. Ayrıca, dolgu katı için yeterli kuruma zamanı verilmeden son kat boya/vernik uygulanması, son katın çok akışkan boya/vernik kullanılarak çok ince sürülmesi de diğer nedenler arasındadır.

Önleme metodları ve onarım olarak, son kat boya/vernik uygulamasından önce, ağaç malzemenin teksturu de dikkate alınarak, yeterli kalınlıkta dolgu katı oluşturulmalı, dolgu verniği uygulamasından sonra kurutma periyotlarında belirtilen kuruma sürelerine uyulmalı, viskozite ayarlamada firma önerilerine uygun tiner kullanılmalıdır.

Yeterli parlaklığın elde edilemediği katmanlarda onarım işlemi yapılırken, yüzey önce 220 numaralı zımpara kullanılarak hafifçe zımparalanmalı, daha sonra tekniğine uygun şekilde parlak sonkat boya/vernik uygulanmalıdır [1].

1.9.4.16. Zımparalama Güçlüğü

Zımparalama güçlüğü, boya/vernik katmanları zımpara yapılmak istendiğinde zor, zaman alıcı ve yorucu bir çalışmayla karşılaşılması, boya/verniğin toz hale geçememesi ve zımparaya yapışmasıdır [1].

Bu kusur boyacı ustalarının tabiriyle “Zımparaya sarma” olarak adlandırılır. Muhtemel sebepler olarak, boya/vernik katmanının zımparalama kuruluşuna gelme süresinin uzaması veya kuruması beklenmediği için katmanın yeterli sertliğe ulaşmamış olması, iki bileşenli boya/verniklerde sertleştiricinin az katılması sonucu polimerizasyonun yönü ve şiddetinin değiştirilmesi, farklı firmaların boya/vernik ve sertleştiricilerinin birlikte kullanılması, boya/verniğin üretimi sırasında, zımpara yeteneğini arttırıcı elemanların yetersiz katılımı veya zımparalama işlemi güçleştiren boya/vernik bileşenlerinin katmanının üst kısmına taşınması gösterilebilir.

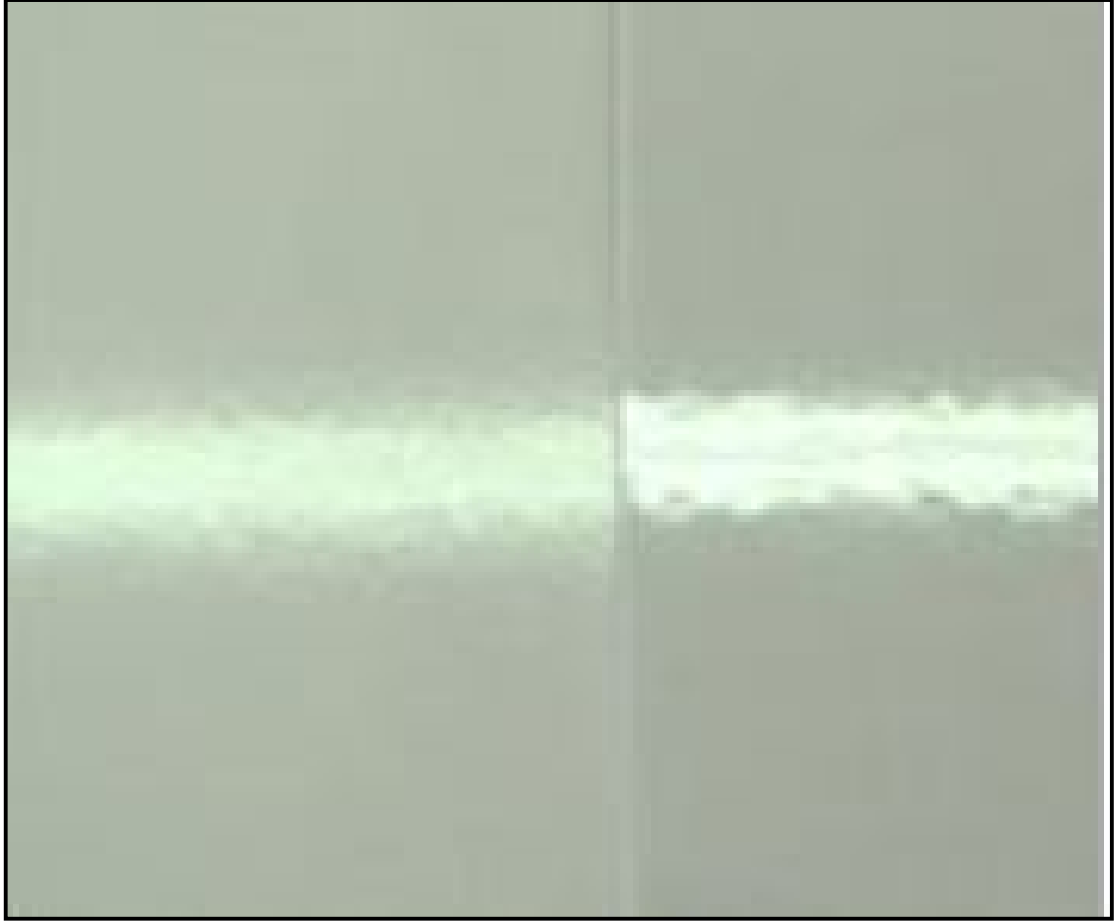
Önleme metotları ve onarım olarak, katmanların zımpara kuruluşuna gelmesi beklenmeli, sertleşmeyi geciktiren sebepler giderilmeli, firma önerilerine uygun sertleştirici ve tiner yine firma önerilerine uygun miktarda kullanılmalıdır. Sertleştiği halde yine zımparalanma güçlüğü olan katmanlarda ıslak zımparalama işlemi yapılabilir [1].

1.9.5. Kürlenmiş Boya Filminin Görünümüyle İlgili Kusurlar

Bu kusurlar; haze-buğululuk, örtme gücü, renk farklılığı, gölgelenme, sararma, tebeşirlenme, çatlama, zımpara çizdiği görüntüsü, son katın ince görünmesi, düşük çizilme direnci şeklinde sıralanabilir [27].

1.9.5.1.Haze/Buğululuk Kusurunun Neden Olduğu Kusurlar

Haze, yüksek parlaklıkta bir sistemin duru, temiz görüntüsünün yetersizliğidir. Şekil 1.17’de buğululuk kusuru görölmektedir.



Şekil 1.17. Haze – buğululuk.

Çizelge 1.22’de haze-buğululuk kaynaklı boya kusuru, nedenleri ve düzeltme önerileri verilmiştir.

Çizelge 1.22. Haze buğululuk ve düzeltme önerileri [27].

| Muhtemel Nedenler | Düzeltilici Etkinlik |
|---|--|
| Düşük molekül ağırlıklı malzemelerin yüzeye göç etmesi neden olabilir. | Bu tip hazeler silme veya polish işlemi ile giderilebilir. |
| Fırındaki bazı parçalanma ürünlerin (fırın duvarları ve tavanında yada ortamında bulunan) yüzeyde kondenzasyonu ile oluşabilir. | Silme ile giderilebilir. Havalandırma iyileştirilebilir, fırın yüklemesi azaltılmalıdır. |
| Yüksek nem, hızlı soğuma ile lokal kondenzasyon neden olabilir. | Boyalı parçalar nemli yerlerde bekletilmemelidir, hızlı soğutma yapılmamalıdır. |
| Pigment seçimi yanlış olabilir. | Daha kaliteli pigment kullanımı ile kusur giderilebilir. |
| Reçine ve/veya solventlerin uyumsuzluğu neden olabilir. | Gerekli hammadde değişiklikleri yapılmalıdır. |

1.9.5.2. Örtme Gücünün Yetersizliği İle Meydana Gelen Kusurlar

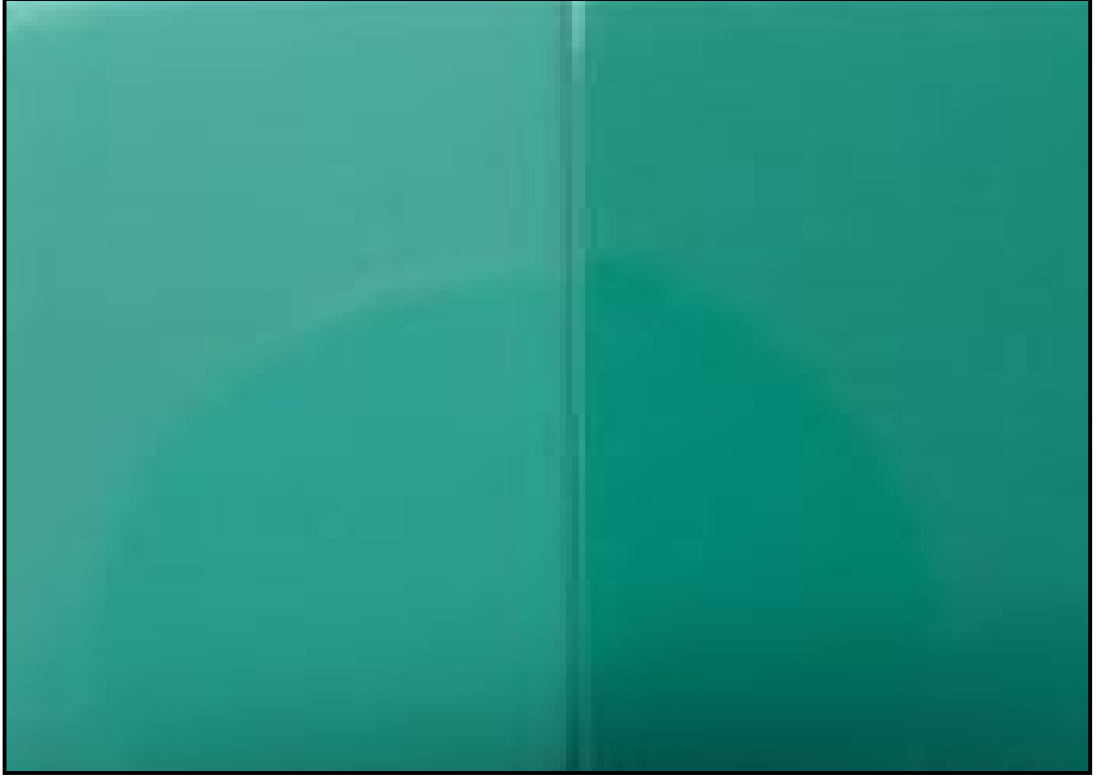
Örtme gücünün yetersizliği, yüzeyde varolan bir kontrastın istenen film kalınlığında kapatılamaması ile meydana gelen bir kusurdur. Çizelge 1.23’de örtme gücü ve düzeltme önerileri görülmektedir[27].

Çizelge 1.23. Örtme gücü ve düzeltme önerileri [27].

| Muhtemel Nedenler | Düzeltilici Etkinlik |
|---|--|
| Pigment/reçine oranı düşük olabilir. | Pigment/reçine oranı optimize edilir, film kalınlığı artırılabilir. |
| Pigment seçimi yanlış olabilir. | Pigment seçimleri kontrol edilebilir. |
| Yaş boyada çökme meydana gelmiş olabilir. | Boya daha etkin karıştırılmalıdır. |
| Yüzey kontrastları neden olabilir. | Astar-sonkat veya sonkat tamir katlarında renk kontrastından kaçınılmalıdır. |

1.9.5.3. Renk Farklılığının Meydana Getirdiği Kusurlar

Boya üretiminde onaylanmış parti rengi ile, işletmede uygulanan parti arasında renk farklılığı meydana gelmesidir. Şekil 1.18’de renk farklılığı örneği görülmektedir [27].



Şekil 1.18. Renk farklılığı.

Çizelge 1.24’de renk farklılığı ve düzeltme önerileri verilmiştir [27].

Çizelge 1.24. Renk farklılığı ve düzeltme önerileri.

| Muhtemel Nedenler | Düzeltilici Etkinlik |
|--|--|
| Aplikasyon prosesi farklılığı olabilir. | Renk yapma işleminde işletmeye uygun proses ile aplikasyon yapılmalıdır. |
| Film kalınlığı uygunsuzluğu neden olabilir. | Film kalınlığı homojen olmalıdır. |
| Fırımlama özellikleri uygunsuzluğu neden olabilir. | Kürlenme kontrol edilmelidir. |
| Çökmeden kaynaklanabilir. | Etkin karıştırma yapılmalıdır. |
| Örtücülük yetersizliği neden olabilir. | Uygun film kalınlığı seçilmelidir. |

1.9.5.4. Gölgeleme Nedeniyle Meydana Gelen Kusurlar

Gölgeleme, bazkatın metallerinin lokal olarak oryantasyonunun bozulması kusurudur. Diğer bölgelerdeki oryantasyon sorunsuzdur. Bu farklılık alacalı bir görüntü oluşturur. Çizelge 1.25’de gölgelendirme ve düzeltme önerileri verilmiştir [27].

Çizelge 1.25. Gölgeleme ve düzeltme önerileri.

| Muhtemel Nedenler | Düzeltilici Etkinlik |
|--|--|
| Bazkatın film kalınlığı çok yüksek veya homojen olmaması. | Doğru film kalınlığı uygulanmalıdır. |
| Bazkat formülasyonu film kalınlığı farklılıklarına çok duyarlı olabilir. | CAB veya vax oranının artırılması ile giderilebilir. |
| Yaş spray edilmesi neden olabilir. | Spray viskozitesi düşürülebilir. Hızlı solvent kullanılabilir. |

1.9.5.5. Sararma Nedeniyle Meydana Gelen Kusurlar

Sararma, beyaz veya açık renkli boya/vernik katmanlarının sararmasıdır. Muhtemel sebepler olarak, boya/vernik üretiminde bileşime katılan kuruyan yağ ve yağ alkidi oranının yüksek olması, poliüretan sistemlerde kullanılan ikinci komponentin sararma eğiliminin yüksek oluşu, boya/vernik formülasyonunda yüksek miktarda nitroselüloz kullanılması gösterilebilir.

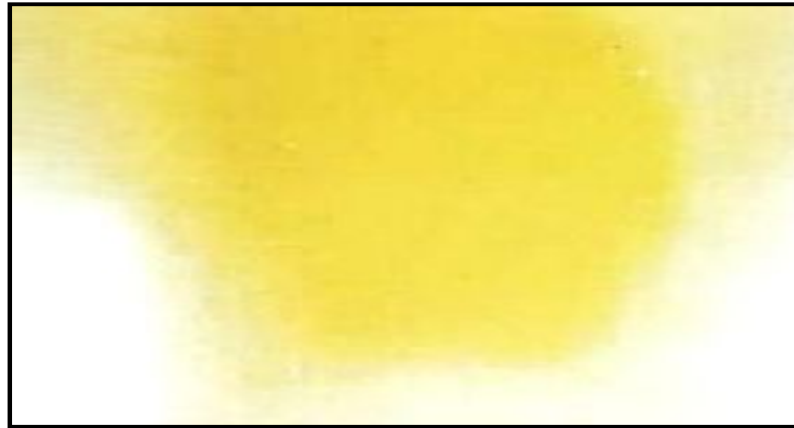
Önleme metodları ve onarım amaçlı olarak, sararması istenmeyen yerlerde kullanılacak açık renk boyalarda kuruyan yağ ve yağ alkidi bulunmaması, vernik katmanı oluşturulurken de selülozik vernikler yerine sararma direnci yüksek akrilik verniklerin kullanılması, poliüretan sistemlerde sertleştirici olarak sararma eğilimi az olan alifatik izosiyanatların kullanılması söylenebilir. Sararma katmanlarının onarımı yapılırken, katman önce 220-380 numaralı zımparalar ile iyice zımparalanmalı, daha sonra 1-2 kat son kat boya/vernik uygulanmalıdır [1]. Çizelge 1.26’da sararma sorunu ve düzeltme önerileri görülmektedir [27].

Çizelge 1.26.Sararma ve düzeltme önerileri.

| Muhtemel Nedenler | Düzeltilici Etkinlik |
|---|---|
| Direkt ateşlemeli fırınlar Nox oluşumu nedeniyle boyayı sarartır. | Boyada antidoksan kullanımı ve/veya fırın tipi düşük Nox için modifiye edilmelidir. |
| Film kalınlığı çok yüksek olabilir. | Film kalınlığı düşürülmelidir. |
| Fırın sıcaklığı çok yüksek olabilir. | Fırın sıcaklığı düşürülmelidir. |

1.9.5.6. Tebeşirlenme Nedeniyle Meydana Gelen Kusurlar

Daha çok opak boya katmanlarında ve zaman zaman dış cephe verniklerinde görülen bir kusur olup, boya/vernik katmanlarında zamanla eskimeden kaynaklanan tebeşir tozuna benzer tozlanma oluşmasıdır. Muhtemel nedenler olarak, üretim aşamasında bileşime katılan pigment miktarının fazla olması, boya/verniğin uygulama aşamasında çok fazla inceltilmiş olması, katmanının çok eskimiş olması söylenebilir. Önleme metotları ve onarımı olarak, üretim aşamasında bileşime katılacak pigment miktarı fazla olmamalı, opak boyalar uygulama aşamasında çok fazla inceltilmemeli, özellikle dış hava şartlarına açık yerlerde kullanılan mobilya ve dekorasyon elemanlarına uygulanan boya/vernik katmanlarının dayanıklı ömrü dikkate alınarak bakım ve onarım periyotlarında yapılması gereken işlemler ihmal edilmemelidir [1]. Şekil 1.19’da tebeşirlenme kusuru görülmektedir [27].



Şekil 1.19. Tebeşirlenme kusuru.

1.9.5.7. Çatlama Nedeniyle Meydana Gelen Kusurlar

Boya/vernik katmanlarında küçük çatlakların oluşmasıdır. Muhtemel nedenler olarak, boya/vernik katmanının gerekenden kalın oluşturulması, polimerizasyon reaksiyonları ile sertleşen boya/verniklerde gerektiğinden fazla sertleştirici katılımı, kalınlığı fazla olan katmanların birbiri üzerine uygulanması, katmanda nem çekici film bileşenlerinin bulunması, boya/vernik katmanlarının uzun süreli neme veya suya maruz bırakılması, yaş boya/vernikli iş parçalarının çok yüksek sıcaklıklarda kurutulması veya katmanın kurutulması esnasında ani sıcaklık değişimlerinin yarattığı gerilime maruz kalması gösterilebilir.

Önleme metotları ve onarım olarak, boya/vernik üretiminde nem çekici özellikteki bileşenleri kullanmaktan kaçınılmalı, verniğin uygulamaya hazırlanışında, sertleştirici katılımı firma önerilerine uygun şekilde yapılmalı, katman kalınlığı gerekenden kalın olmamalı , kurutma ortamı sıcaklığı normal değerlerde olmalı ve kuruma süresince sabit kalmalı, boya/vernik katmanları uzun süreli su ve nem etkisinden korunmalıdır.

Çatlamış katmanlar onarılrken, katman ağaç malzeme yüzeyinden tamamen kazınmalı, yüzey perdah kurallarına göre yeniden düzeltilmeli ve yeniden boya/vernik uygulanmalıdır [1].

1.9.5.8. Zımpara Çiziği Görüntüsünün Meydana Getirdiği Kusurlar

Zımparalama işlemi tamamlanan dolgu/astar katındaki zımpara izlerinin son kat uygulamasından sonra kaybolmamasıdır.

Muhtemel nedenler olarak, dolgu/astar katının düzeltilmesinde kullanılan zımparanın aşındırıcı taneciklerinin çok iri olması, son kat boya/verniğin yayılmasının çok iyi olmaması, son katın doldurma gücünün zayıf olması gösterilebilir. Önleme metotları ve onarım olarak, son kat uygulamasının hemen öncesinde kullanılan zımpara ince tanecikli (büyük numaralı) olmalı, son kat boya/vernik çok ince sürülmeli ve

yüzeyde iyi yayılması sağlanmalı, boya/vernik formülasyonları hazırlanırken zımpara izlerini örtmek üzere gerekli tedbirler alınmalıdır [1].

1.9.5.9. Son Katın İnce Görülmesi Nedeniyle Meydana Gelen Kusurlar

Boya/vernik katmanlarında son katın zayıf ve ince görünmesidir. Muhtemel nedenler olarak, kaba tekstürlü ağaç malzemedede yetersiz kalınlıkta dolgu katı ve son kat uygulaması, boya/verniğin çözücüsünün astar/dolgu katını çözerak ağaç malzemenin boşluklarına dolmasına sebep olması, astar/dolgu katında normal kuruma süresi kadar beklemeden son kat uygulamasının yapılması, son kat boya/verniğin doldurma gücünün düşük olması gösterilebilir.

Önleme metodları ve onarım olarak, kaba tekstürlü ağaç malzemedede yeterli kalınlıkta dolgu katı oluşturulmalı, son kat uygulamasından önce oluşturulan katmanlarda yeterli kuruma zamanı verilmeli, son kat boya/vernik katmanı yeterli kalınlıkta olmalı, özellikle son kat uygulamasından sonra katmanın görsel etkisi zayıf ise, bu kusurun giderilmesi için, katman iyice kuruduktan sonra 360-400 numaralı zımparalar ile zımparalanmalı ve 1-2 kat son kat boya/vernik uygulanmalıdır [1].

1.9.5.10. Düşük Çizilme Direncinin Meydana Getirdiği Kusurlar

Tamamen kurutulmuş katmanların çok kolay çizilmesi veya silindiği zaman bile çizik izleri görüntüsü vermesidir.

Bu izler koyu renkli opak boya katmanlarında daha belirgin görülürken, renksiz şeffaf (transparan) vernik katmanlarında daha az görülür yada fark edilmezler. Çoğu zaman silinme sonrası görülen çizik görüntüsü, her zaman için, katmanların çizilme direncinin düşük olduğu anlamına gelmez. Muhtemel nedenler olarak, katmanın yüzey sertliğinin yeterli olmaması, yeterli kuruma sağlanmadan çizilme direncinin kontrol edilmesi gösterilebilir.

Önleme metodları ve onarım olarak, çizilme direnci kontrolü yapılamadan önce yeterli kuruma için gereken süre kadar beklenmeli, silindiği zaman çizik görüntüleri

oluşuyor ise boya/vernik üretiminde yüzey sertliğini artırıcı modifikasyonlar yapılmalıdır [1].

1.9.6. Kuru Film Özellikleri ile İlgili Kusurlar

Kuru film özellikleri ile ilgili kusurlar; kürlenme, sertlik, elastikiyet, yapışma zafiyeti, nem direnci, dış direnç/yaşlanma, kimyasallara karşı direnç, korozyon dayanımı şeklinde sıralanabilir.

1.9.6.1. Kürlenme ile İlgili Kusurlar

Fazla kürlenme, yüksek sıcaklık yada uzun süre fırınlama nedeniyle, eksik kürlenme de tam tersine düşük sıcaklık yada kısa süreli fırınlama ile meydana gelir. Çizelge 27’de kürlenme, nedenleri ve düzeltme önerileri verilmiştir[27].

Çizelge 1.27. Kürlenme.

| Muhtemel Nedenler | Düzeltilici Etkinlik |
|--|---|
| Fazla kürlenme, aşırı fırınlama, çok sert ve kırılabilir bir film oluşturur, renk değişimi yapar, elastikiyet azalır, parlaklık düşer. Yüksek sıcaklık, uzun fırınlama süresi (hat duruşları) de neden olabilir. | Fırın kalibrasyonu düzenli yapılmalı, fırına standart yükleme yapılmalıdır. |
| Eksik kürlenme, yumuşak bir film oluşturur, kimyasallara karşı direnç azalır. Kısa fırınlama zamanı ısı izolasyonunun yeterli olmaması, fırında aynı anda çok sayıda parça kürlenmesi yetersiz yada eksik kürlenmeye neden olabilir. | Fırın kalibrasyonu düzeltilmelidir. Fırına aynı nitelikteki malzemeler yüklenmelidir. |

1.9.6.2. Sertlik Nedeniyle Meydana Gelen Kusurlar

Boya/verniğin çok yüksek yada çok düşük sertlikte olması, kullanım yerinde sorunlara neden olur. Örneğin çok sert boya/vernik, üzerine yapılacak fiziksel bir

etkiyle kırılabilir düşük sertlikteki boya/vernük ise çabuk çizilebilir. Çizelge 28'de sertlik ve buna bağlı nedenler ile düzeltme önerileri verilmiştir [27].

Çizelge 1.28. Sertlik ve düzeltme önerileri.

| Muhtemel Nedenler | Düzeltilici Etkinlik |
|--|--|
| Sertlik çok yüksek, aşırı fırınlama, film kalınlığı düşük, çapraz bağ sıklığının çok yüksek olması gibi nedenlerle oluşmaktadır. | Fırın sıcaklığı ideal sıcaklığa getirilir, film kalınlığı arttırılır, formülasyon değişikliği yapılabilir. |
| Sertlik çok düşük, düşük sıcaklıkta fırınlama ve film kalınlığının yüksek olması gibi nedenlerle oluşabilir. | Fırın sıcaklığı arttırılabilir, film kalınlığı düşürülebilir. |

1.9.6.3. Elastikiyet Nedeniyle Meydana Gelen Kusurlar

Elastikiyetin çok düşük yada yüksek olması, boyanmış/vernüklenmiş malzemelerde fiziksel etkilere karşı korunmasında zorluklar yaratmaktadır. Çizelge 29'da Elastikiyet ve buna bağlı nedenler ile düzeltme önerileri verilmiştir [27].

Çizelge 1.29. Elastikiyet ve çözüm önerileri

| Muhtemel Nedenler | Düzeltilici Etkinlik |
|--|---|
| Elastikiyet çok düşük, yüksek sertlikte ilgili bahsedilen tüm muhtemel nedenler bu özellik içinde geçerlidir. | |
| Elastikiyet çok yüksek, çok yüksek elastikiyet, yetersiz çapraz bağlanma işareti olabilir. Buda yetersiz fırınlama demektir. | Solventlere karşı direnç kontrol edilmeli (zayıf direnç, eksik kürlenmeyi doğrular). Fırın sıcaklığı arttırılmalıdır. |

1.9.6.4. Yapışma Zafiyeti Nedeniyle Meydana Gelen Kusurlar

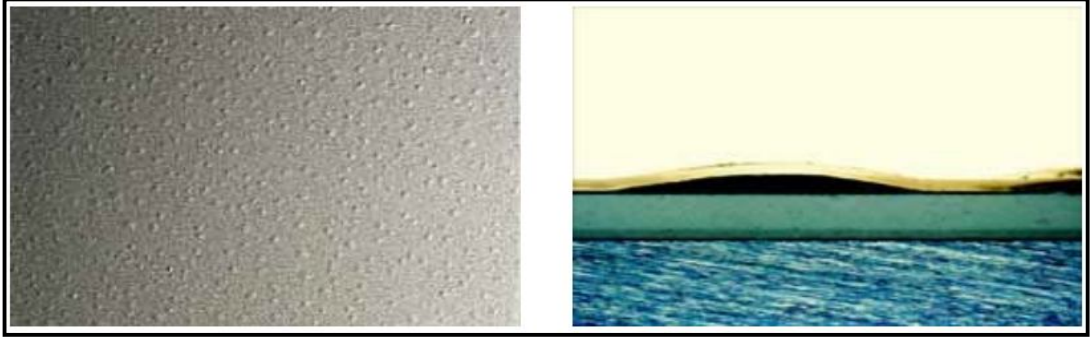
Yüzeye tutunamayan boya/vernük bir süre sonra yüzeyden ayrılır, koruma ve estetik görüntüsünü kaybeder. Çizelge 30'da Yapışma zafiyeti ve buna bağlı nedenler ile düzeltme önerileri verilmiştir [27].

Çizelge 1.30. Yapışma zafiyeti ve çözüm önerileri.

| Muhtemel Nedenler | Önleyici Metotlar | Düzeltilici Etkinlik |
|--|--|--|
| Aşırı kürlendirilmiş ilk kat ve eksik kürlendirilmiş müteakip katlar neden olabilir. | Kürlendirme koşullarının optimizasyonu yapılmalıdır. | Astar katının fırınlama sıcaklığının düşürülmesi, zayıf yapışan katın fırınlama sıcaklığı yükseltilir. |
| Kirli/yağlı substrat | | Solventle yağ alma işlemi yapılmalıdır. |
| İlk katta çapraz bağlanma sıklığının çok yüksek oluşu neden olabilir. | Formülasyon kontrol edilmelidir. | |
| Pigment/bağlayıcı oranının çok yüksek oluşu neden olabilir. | Pigment/bağlayıcı oranı düşürülmelidir. | |
| Baz katlarda vax miktarının yüksek olması neden olabilir. | Vax içeriği azaltılır. | |
| İlk katta yüzey gerilimi düşüren ajanların fazla kullanılması neden olabilir. | Formülasyon kontrolü yapılmalıdır. | Astar katın hafifçe zımparalanması yapışmayı iyileştirir. |

1.9.6.5. Nem Direnci Nedeniyle Meydana Gelen Kusurlar

Nem direnci, boya filminin lokal olarak osmotik basınç nedeniyle yüzeyden kabarmasıdır. Sonuç, bu noktalardan yapışma zafiyeti olarak izlenir. Neme karşı zafiyet, blister oluşumu ile izlenir. Blister dönüşümlü bir mekanizmadır ve bazen kuru ortamda oluşan blister kaybolur. Bazı durumlarda renk ve parlaklık kaybı da nem zafiyeti olarak görülür. Şekil 20’de nem direncine bağlı görünüm ve kesit görülmektedir [27].



Şekil 1.20. Nem direnci.

Çizelge 31’de Nem direnci ve buna bağlı nedenler ile düzeltme önerileri verilmiştir [27].

Çizelge 1.31. Nem direnci ve çözüm önerileri.

| Muhtemel Nedenler | Düzeltilici Etkinlik |
|---|--|
| Zayıf yapışmadan kaynaklanabilir. | Yüzey temizliğinin kontrol edilmelidir. Boyanın kürlenendirilmesi yeteri kadar yapılmalıdır. |
| Renk kaybı, parlaklık kaybı neden olabilir. | Pigment, bağlayıcı tipi ve kürlenendirme biçimi kontrol edilmelidir. |

1.9.6.6. Dış Direnç/Yaşlanma

Dış direnç, boyanmış/verniklelenmiş malzemelerin fiziksel dayanım ve görsel olarak erken bozunmasıdır. Çizelge 32’de Nem direnci ve buna bağlı nedenler ile düzeltme önerileri verilmiştir [27].

Çizelge 1.32. Dış direnç/yaşlanma ve çözüm önerileri.

| Muhtemel Nedenler | Düzeltilici Etkinlik |
|--|---|
| Reçine tipi neden olabilir. | Reçine tipinin dış direnci kontrol edilmelidir. |
| UV absorber katkıları az veya hiç katılmamış olabilir. | Katkı ilavesi yapılmalıdır. |
| Dolgu veya pigment seçimi hataları olabilir. | Pigment ve dolgu seçiminde dış direnci tespit edilmiş onaylı tipler seçilmelidir. |

1.9.6.7. Korozyon Dayanımı

Çizelge 33’de Korozyon dayanımı ve buna bağlı nedenler ile düzeltme önerileri verilmiştir [27].

Çizelge 1.33. Korozyon dayanımı ve çözüm önerileri.

| Muhtemel Nedenler | Düzeltilici Etkinlik |
|--|---|
| Zayıf yapışma | |
| Yetersiz yüzey hazırlığı. | Yağ alma, durulama, fosfatlama işlemleri kontrol edilmelidir. |
| Film kalınlığının yetersiz oluşu. | Film kalınlığı artırılmalıdır. |
| Test cihazlarının uygunsuzluğu | Cihaz kalibrasyonu düzenli olarak yapılmalıdır. |
| Eksik kürlenendirme. | Kürlenendirme sıcaklığı veya süresi artırılmalıdır. |
| Test panellerinin olgunlaştırılmalarındaki yetersizlikler. | Fırın kurutmalı sistemler için 24, hava kurutmalı sistemler için 7 gün beklenmelidir. |

BÖLÜM 2

MATERYAL VE METOT

2.1. MATERYAL

Çalışmada; mobilya üretimde yaygın olarak kullanılan 18 ve 30mm kalınlığında MDF levhalar kullanılmıştır. Yüzey örtücü malzeme olarak yine mobilya sektöründe yaygın olarak kullanılan polyester astar, poliüretan astar, non-crack astar ve poliüretan sonkat boya kullanılmıştır.

2.1.1. MDF

Deney örneklerinin hazırlanmasında kullanılan MDF plakalar orman ürünlerin sanayinde faaliyet gösteren Çamsan A.Ş'den 18 mm ve 30 mm kalınlığında temin edilmiştir. MDF plakalar profillik niteliktedir. Deney örnekleri aynı plakadan kesilerek hazırlanmıştır. Kullanılan MDF levhalarına ait bazı mekanik ve fiziksel özellikler Çizelge 2.1 de gösterilmiştir.

Çizelge 2.1. Çamsan MDF'lerin teknik özellikleri.

| | | Kalınlıklar | | | |
|---|----------------------------|------------------------------|----------|----------|-----------|
| Özellikler | Birim | >2.5-6 mm | >6-12 mm | >12-8 mm | >18-30 mm |
| Kalınlık Toleransı (En büyük sapma) | mm | ±0.10 | ±0.10 | ±0.15 | ±0.15 |
| Boyut Toleransı | mm | (±2 mm/m) Maksimum Boy ve En | | | |
| Karelik | mm | (±2 mm/m) | | | |
| 24 Saat Kalınlığa Göre Şişme | % | 30 | 15 | 12 | 10 |
| 33Eğilme Dayanımı | N/mm ² | 23 | 22 | 20 | 18 |
| Elastikiyet Modülü | N/mm ² | 2700 | 2500 | 2200 | 2100 |
| Çekme Dayanım | N/mm ² | 0,7 | 0,7 | 0,65 | 0,65 |
| Vida Tutma Yüzey Kenar | N | 1000 | | 1000 | |
| Yüzey Porozitesi | mm | 250 mm (her iki yüzeyde) | | | |
| Boyutsal En-Boy | % | 0,5 | 0,4 | 0,4 | 0,3 |
| Sapma Kalınlık | % | 8 | 6 | 6 | 5 |
| Kum İçeriği | % Ağırlık | En fazla 0.05 | | | |
| Nem İçeriği | % (±3%> | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Yoğunluk | kg/m ³ (±5%) | 850 | 800 | 750 | 750 |
| Formaldehit Emisyonu SINIF A SINIF B | mg/100 gr. | ≤8.0 >8.0-≤30.0 | | | |

2.1.2. Polyester Astar

Polyester, doymamış lineer polikondense moleküller ile vinil tipi monomerlerin oluşturduğu reçineye verilen genel bir isimdir. Polyester reçinenin genel özelliği ana zincirde tekrarlanan birimlerin ester bağları ile bağlanmış olmasıdır. İki değerli alkoller ile iki değerli karboksilli asitlerin esteri olan doymamış ve reaksiyon kabiliyeti olan alkid reçine, stiren olarak bilinen doymamış ve reaksiyon kabiliyeti

olan monomerde çözüldürülür. Bu çözeltilinin elemanları ya bir reaksiyon başlatıcı (sertleştirici) veya yüksek sıcaklık etkisi ile reaksiyona girerek çapraz bağlı, sert ve termoset polimerleri meydana getirir. Stiren miktarı monomerler arasında kurulacak çapraz bağ adedini belirler. Çapraz bağ miktarı arttıkça film sertliği artar. Polyester vernik formülasyonunda reaksiyon kabiliyeti olan polikondense alkid reçine, sertleştirici, hızlandırıcı olmak üzere üç ana eleman bulunur [1].

Çalışmada kullanılan polyester astar “1/3 karışım oranlı” Kubilay Boya Ltd.Şti. firmasından temin edilmiş olup teknik özellikleri Çizelge 2.2 de verilmiştir.

Çizelge2.2. Polyester astar teknik özellikleri [22].

| | | | | |
|--------------------------------|--|--------------|--------------|---------------|
| Ürün adı | Vernipol Polyester Astar, Beyaz | | | |
| Ürün ismi | Karışım oranı% | 1.komponent | Hızlandırıcı | Sertleştirici |
| Vernipol polyester beyaz astar | 100/2'2 | 812-1000 | 859-0002 | 819-0025 |
| Tanım | Doymamış polyester reçine esaslı, üç komponentli, reaksiyon kurumalı sistemlerdir. | | | |
| Uygulama alanı | Vernipol polyester astar (Beyaz), mobilya sanayinde, özellikle MDF sunta gibi yüzeyleri sonkat boya uygulamalarına hazır hale getirmek için formüle edilmiştir. | | | |
| Özellikleri | Vernipol polyester Astarlar çok yüksek doldurma gücüne sahiptir. Ahşap yüzeylere çok iyi yapışır. Kolay zımparalanabilir. Üzerine uygulanacak sonkat vernik ve boya sistemleri için çok düzgün, sert bir yüzey verir. Dik yüzeylerde akma yapmadan uygulama imkanı verir. | | | |
| Fiziksel özellikleri | Katı madde (%) | 80+-1 | | |
| | Viskozite (D6/20 ⁰ C) | 100"-110" | | |
| | Yoğunluk (gr/cm ³ ,20 ⁰ C) | 1,55-1,62 | | |
| | Karışım ömrü (25 ⁰ C) | 15-20 dakika | | |
| | Zımpara süresi (20 ⁰ C) | 4-5 saat | | |
| İncelme oranı | Yukarda belirtilen karışım oranlarına göre, önce hızlandırıcı ilave ederek iyice karıştırılır. Daha sonra sertleştirici ilave edilerek tekrar iyice karıştırılır. Gerektiği durumlarda Kubilay Selulozik süper Tiner (961-0640) ilave edilebilir. | | | |
| Uygulama özellikleri | Uygun bir şekilde zımparalanmış, kuru ve tozsuz yüzeylere, püskürtme şeklinde, yaş üstüne yaş iki kat şeklinde uygulanmalıdır. Yaz aylarında 4-5 saat, kış aylarında ise ertesi gün zımparalanarak, sonkat uygulamalarına geçilmelidir. İki veya üç çapraz kat şeklinde uygulanır. | | | |

2.1.3. Poliüretan Astar

Poliüretan reçine, termoplastik reçineler ilk olarak 1937 yılında Almanya'da "Otto Bayer" tarafından keşfedilmiştir. 1940 yılında ise, "Wurtz" kendi hazırladığı ilk üretan örneklerde alkoller ile isosiyanatları reaksiyon elemanı olarak kullanılmıştır. Poliüretan verniklerde, ana bağlayıcı veya bir başka deyişle katmana ana karakteristiği kazandıran eleman poliüretan reçinedir. Poliüretan reçinenin elde edilmişinde kullanılan reaksiyon elemanları ve isosiyanatın tür ve miktar olarak değişmesi, onun sadece katman özelliklerinde değil kuruma reaksiyonlarında da etkilidir. Bazı poliüretan reçineler, kopolimerizasyon reaksiyonları ile sertleşirken, bazıları oksidasyonla, bazıları ise atmosferik nemle sertleşirler. Bu durumda farklı özelliklere sahip olan bu poliüretan reçineleri değerlendirme kriterlerini değiştirerek çok değişik şekillerde sınıflandırmak mümkündür. Ancak en sağlıklı sınıflandırma kuruma reaksiyonlarına göre yapılanıdır. Poliüretan astar ve reçineler, iki komponentli poliüretanlar, yağ modifiyeli poliüretanlar, nem kürlenmeli poliüretanlar, bloke sistemli poliüretanlar, ön polimer+kataliz sistemli poliüretanlar, su çözücülü poliüretan reçineler olmak ayrılırlar [1].

Çalışmada kullanılan poliüretan astar "1/3 karışım oranlı" Kubilay Boya Ltd.Şti. firmasından temin edilmiş olup teknik özellikleri Çizelge 2.3 de verilmiştir.

Çizelge 2.3. Kullanılan poliüretan astar teknik özellikleri [22].

| | | | |
|---|--|-------------|---------------|
| Ürün adı | Poliüretan lake astar beyaz | | |
| Ürün ismi | Karışım oranı | 1.komponent | 2.komponent |
| PU lake astar beyaz | 3/1 | 212-1002 | 219-0026/1025 |
| Tanım | İki komponentli, PU esaslı astardır. | | |
| Uygulama alanı | PU astarlar, mobilya sanayinde her cins ahşap yüzeyi, özellikle MDF yüzeyleri sonkat boya uygulamalarına hazır hale getirmek için geliştirilmiştir. | | |
| Özellikleri | Yüksek doldurma gücüne sahiptir. Ahşap yüzeylere çok iyi yapışır. Kolay zımparalanır ve üzerine uygulanacak sonkat boya sistemlerine çok düzgün bir yüzey verir. | | |
| Fiziksel özellikleri | Viskozite(D6/20 ⁰ C) | 100-110 sn | |
| | Katı madde (120 ⁰ /2 saat) | 74+-1 | |
| | Yoğunluk (gr/cm ³ /20 ⁰ C) | 1,52+-0,02 | |
| Karışım özellikleri | Karışım Ömrü (saat/20 ⁰ C) | 3-4 saat | |
| | Zımpara süresi (saat/20 ⁰ C) | 2-3 saat | |
| İncelme oranı | Yukarda belirtilen karışım oranına göre hazırlanan PU astar, Kubilay PU tiner | | |
| UYGULAMA ŞEKLİ : Uygun biçimde zımparalanmış, kuru ve tozsuz yüzeylere, püskürtme şeklinde yüzeyin durumuna bağlı olarak 2-3 kat çapraz kat şeklinde uygulanır. Yaz aylarında 2-3 kat saat, kış aylarında ise ertesini gün, önce 220-280 numara ile daha sonra 360-400 numara zımpara ile zımparalanarak sonkat vernik uygulamalarına geçilmelidir. | | | |

2.1.4. Non-Crack Astar

İdeal boya uygulama ortamının sağlanamadığı koşullarda çalışılabilmesi amacıyla bir boya firması tarafından geliştirilmiş bir astar olup piyasada oldukça yeni bir üründür. Ürün ekstrem hava koşullara daha dayanıklı bir uygulama imkanı sunmaktadır. Uygulaması poliüretan astar gibidir. Çizelge 2.4 de kullanılan non-crack astara ait teknik özellikler gösterilmiştir.

Çizelge 2.4. Non-crack astar boya teknik özellikleri [22].

| | | | | |
|------------------------------------|---|-------------|--------------|---------------|
| Ürün adı | Vip non-crack pu astar boya, beyaz | | | |
| Ürün ismi | Karışım oranı | 1.komponent | Hızlandırıcı | Sertleştirici |
| VIP non-crack PU astar boya, beyaz | 2,5/1 | 1,5/1 | 292-1002 | 219-1025 |
| Tanım | İki komponentli, poliüretan esaslı astardır. | | | |
| Uygulama alanı | Mobilya sanayinde her cins ahşap yüzey, kaplama ve özellikle MDF yüzeyleri sonkat boya uygulamalarına hazır hale getirmek için geliştirilmiştir. | | | |
| Özellikleri | Örtücülüğü çok yüksek, ahşap yüzeylere çok iyi yapışan, özellikle kış aylarında düşük kaliteli MDF'nin çatlama eğilimine karşı, çatlamaya dirençli yüzey veren astarlardır. | | | |
| Teknik özellikler | Yoğunluk (gr/cm ³ , 20 ⁰ C) | 1,39+-0,02 | | |
| | Karışım ömrü (Saat/20 ⁰ C) | 2 saat | | |
| | Toz kuruma (dak/20 ⁰ C) | 10-15 dak | | |
| | Dokunma kuruma (dak/20 ⁰ C) | 90-120 dak | | |
| | Zımpara süresi (saat/20 ⁰ C) | 24 saat | | |
| İncelme oranı | Yukarıda belirtilen karışım oranlarına göre hazırlanan PU astar, Kubilay PU tiner (921-0222) ile %15 oranında inceltilerek kullanılır. | | | |
| Uygulama özellikleri | Uygulama yapılacak yüzey, 180-220 numara zımpara ile zımparalanarak, toz ve yabancı maddelerden (yağ, silikon, vb.) arındırılmalıdır. Yukarıda belirtilen oranlarda (ağırlıkça) 2,5 birim astar boya, 1 birim sertleştirici ile homojen bir karışım elde edinceye kadar hazırlanmalıdır. Kubilay PU tiner ile %15 oranında inceltilerek kullanıma hazır hale getirilen astar boya, hazırlanan yüzeye tabanca ile uygulanır. İyi sonuç alınması için 140-160gr/m ² miktarında 2 kat uygulama yapılması, katlar arasında 220-240 numara zımpara ile zımpara yapılması tavsiye edilir. Astar boya uygulamasından 24 saat sonra, önce 220-280 numara ile daha sonra sırasıyla 360-400 ve 800 numara zımpara ile zımparalandıktan 1-2 saat sonra sonkat boya uygulamalarına geçilmelidir. | | | |

2.1.5. Poliüretan Sonkat

Yapılan farklı astar uygulamalarından ve kortel+polyester uygulamasından sonra tüm deney örneklerinin yüzeylerine son kat olarak poliüretan son kat mat lake boya uygulaması yapılmıştır. Çizelge 2.5 de kullanılan son kat poliüretan lake boyaya ait teknik özellikler gösterilmiştir.

Çizelge 2.5. Poliüretan mat lake sonkat boya teknik özellikleri [22].

| | | | | |
|----------------------------|---|---------------------------|---------------------------|--------------------------|
| Ürün adı/kodu | Poliüretan lake sonkat boya, 888-0672 Kod: 291-2103 | | | |
| Ürün ismi | Karışım oranı | 1.komponent | 2.komponent | Parlaklık değeri (gloss) |
| Mat beyaz lake sonkat boya | 2/1 | 888-0672 Kod: 291-2103 | 888-0673 Kod: 209-0020 | 20-25 |
| Tanım | İki komponentli, poliüretan esaslı, yüksek katı maddeli mat lake sistemlerdir. | | | |
| Uygulama alanı | Dahili kullanım amaçlı mobilya ve dekorasyon işleri ile her türlü MDF, masif kaplama ahşap yüzeylerde kullanılmak üzere geliştirilmiş lake sistemlerdir. | | | |
| Özellikleri | Yüksek katı madde değeri nedeniyle düşük miktarda uçucu organik madde (VOC) oranı nedeniyle insan sağlığı ve çevre için uygun sistemlerdir. Yüksek katı madde nedeni ile, yüksek örtücülüğü ve dolayısıyla zımpara çizgilerini kapatma özelliği sayesinde zaman ve işçilikten maximum ekonomi sağlar. Yüksek çizilme ve darbe direncine sahip olup, su ve meyve suları, temizlik malzemeleri gibi kimyasal maddelerin etkilerine karşı mükemmel dirençli yüzeyler sağlar. Ahşap yüzeylere; ipeksi, kaygan ve mat görünüm kazandırır. Özel poliüretan reçine yapısı ve çok özel II. komponent (sertleştirici formülü) ile "sararmaya karşı dirençli" bir yüzey verir.1 hafta sonra kimyasal ve fiziksel etkilere karşı mükemmel direnç özelliklerine ulaşır. | | | |
| Fiziksel özellikler | Viskozite (D4/200C) | 25-30 sn | | |
| | Katı madde (%) | 60+-1 | | |
| | Yoğunluk (gr/cm ³ ,200C) | 1,27+-0,02 | | |
| Karışım özellikleri | Karışım Ömrü (saat,20°C) | 10-12 | | |
| | Toz Kuruma Süresi (saat/20°C) | 10 dk | | |
| | Dokunma Kuruma Süresi (saat/20°C) | 40-50 dk | | |
| | Tam Kuruma Süresi (saat/20°C) | 24 saat | | |
| İncelme oranı | 888-0672, tiner kullanımını gerektirmeyecek şekilde tasarlanmıştır. | | | |
| Uygulama şekli | Kubilya Poliüretan Lake Astar (212- seri) veya Vernipol Polyester Astar Beyaz (812-1000) ile hazırlanmış yüzeylere, yukarıda belirtilen karışım oranlarına göre hazırlanan 888-0672 bir veya iki çapraz kat, püskürtme şeklinde uygulanır. Yüksek katı madde içeriği nedeniyle kalın uygulamalardan kaçınılmalıdır. | | | |

2.1.6. Kortel+Polyester (Cam Yüzey Tülü)

Bir çok sektörde özelliklede yapılarda restorasyon ve sağlamlaştırma işlemlerinde başarılı bir uygulama imkanı sunan kortel+polyester (cam yünü) bu çalışmada astar yada boya katmanının fiziksel çatlaklara karşı dirençli olması için kullanılmıştır. Kortel+polyester MDF üzerine lake boya uygulanması sırasında özellikle de kalınlaştırma detaylarında çatlaklarını engellemesi amacıyla tercih edilmiştir. MDF üreticileri genel olarak 8-10-12-16-18-25-30 mm kalınlıklarda üretim yapmaktadır.




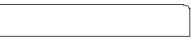

Mobilya tasarımlarda istenilen kalın malzeme detaylarına ulaşmak için değişik kalınlıklardaki MDF'ler tutkallanıp preslenmektedir. Bu parçalar, PVC yada doğal kaplama gibi bir malzeme ile tamamen kapatıldığında MDF ek yeri kamufle edildiğinden çalışmadan meydana gelen ek yeri çatlakları görülmemektedir. Ancak kalınlaştırma yapılmış parçaların üzerine direkt olarak lake astar ve sonkat uygulaması yapıldığında bu çatlaklar orta yere çıkabilmektedir. Özellikle de çok soğuk ortamlarda boyanmış parçalar son kullanıcıya ulaştığında sıcak hava ile karşılaştığından oluşacak iç gerilmelerden dolayı çalışma meydana gelmekte ve çatlaklar oluşmaktadır. Bu çalışmada kalınlaştırma işlemi yapılmış MDF parçaların yüzeyi kortel+polyester (cam yünü) ile kapatılarak çatlaklar engellenmeye çalışılmıştır.

2.2. METOD

2.2.1. Deney Örneklerinin Hazırlanması

Deney örneklerinin hazırlanmasında materyallerin tipi ve boyutları endüstride yaygın kullanılan ve lake boya çatlaklarının yaygın olarak görüldüğü mobilya elemanlarından (detaylarından) seçilmiştir. Deney örneklerinin kesim, freze, yapıştırma, zımpara ve boya işlemleri Zonguldak ili Devrek ilçesi Çaydeğirmeni Beldesi'nde faaliyet gösteren "Çanakçılar Yapı Malzemeleri A.Ş" firmasında son teknoloji CNC makineler, pozitif hava basıncı esaslı boya uygulama kabinleri ve kurutucular kullanılarak hazırlanmıştır. Deney örnekleri firmanın üretmiş olduğu banyo ve ofis mobilyalarında kullanılan detaylardan seçilmiştir. Kullanılan deney örneklerinin kesit ve boyutları Çizelge 2.6 da verilmiştir.

Çizelge 2.6. Deney örneklerinin kesit ve boyut özellikleri.

| Örneklerin açıklanması | Detay Çizimi | Poliüretan astar ve son kat | Polyester astar pu sonkat | Polyester astar ve kortel+polyester-pu sonkat | Non-crack astar pu sonkat | Toplam parça | |
|---|---|-----------------------------|---------------------------|---|---------------------------|--------------|---------|
| Kenarları pah kırılmış parçalar (Kristal) (200x100x18 mm) |  | 20 | 20 | 20 | 20 | 80 | A grubu |
| Kalınlaştırma yapıldıktan sonra pah kırılmış parçalar (Reward) (200x100x48 mm uzun kenar) |  | 20 | 20 | 20 | 20 | 80 | |
| Düz kalınlaştırmalı (pah olmadan) parçalar (Slim) ((200x100x36 mm) |  | 20 | 20 | 20 | 20 | 80 | |
| Kenarları 2mm pah kırılmış standart parçalar (360x50x18mm) |  | 20 | 20 | 20 | 20 | 80 | B grubu |
| Kenarları 2mm pah kırılmış standart parçalar (100x100x18 mm) |  | 20 | 20 | 20 | 20 | 80 | C grubu |
| Parça Toplamı | | | | | | 400 | |

Örnek kesimleri, 18 mm ve 30 mm kalınlığında profillik ham MDF'den ve tüm parçalar aynı plakadan olacak şekilde yapılmıştır. Hazırlanan parçalar beş gruptan oluşmaktadır. Bu gruplar üzerine 3 farklı astar ve polyester üzerine 1 farklı materyal (kortel+polyester-cam yünü) uygulanmıştır. Daha sonra tüm parçalara poliüretan lake sonkat boya atılmıştır. Tüm grupların toplam örnek sayısı 400'dür.

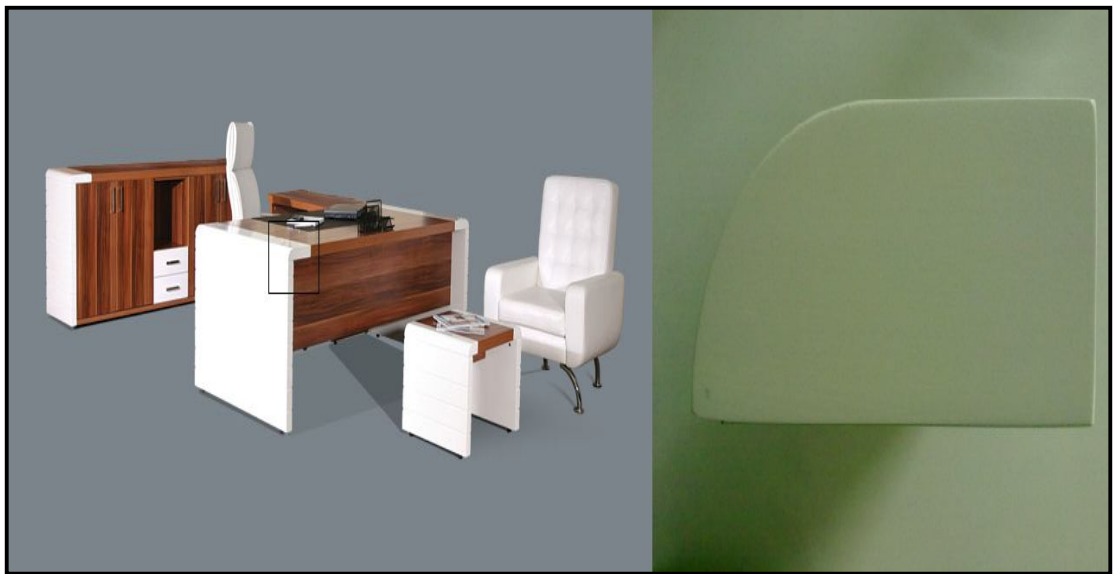
İlk grupta, endüstriyel uygulamada en çok sorun yaşanan, kenarları geniş ölçüde profil bıçağı ile frezelenmiş mobilya kapağı örnekleri hazırlanmıştır. Bunlar, Kristal adı ile banyo mobilyası üretiminde kullanılan kapaklardır. Elde edilen parçalar 18 mm kalınlığında, 200 mm uzunluğunda ve 100 mm genişliğindedir. Bu grup edinilen tecrübeye göre bu örnekler endüstride en fazla boya çatlağı sorunu yaratan mobilya elemanı tipidir. Bunun nedeni kapak kenarlarına açılan geniş freze pah olduğu kadar, piyasada her zaman istenilen nitelikte MDF bulunmamasından da kaynaklanmaktadır. Parçalar standart daire testere makinesinde kesilmiş, manuel dikey freze makinesinde geniş pah kırma bıçağı kullanılarak işlenmiştir. Daha sonra astar-boya uygulanması için zımpara edilmiştir. Zımpara işlemi endüstriye uygulamadaki gibi titreşim zımpara makinesi ve el ile yapılmıştır. Şekil 2.1’de boya çatlağının en çok görüldüğü birinci tip kapak tipi (kristal modeli) görülmektedir.



Şekil 2.1. Boya çatlağının en çok görüldüğü geniş pahlı kapak tipi (kristal).

İkinci grup örneklerde, MDF malzemeler üst üste preslenerek kalınlaştırılmış ve kenarlarına çeşitli pah kırma işlemleri yapılmıştır. Endüstriyel uygulamada kalın

mobilya detayları elde etmek için, örneğin 48 mm kalınlaştırma için bu kalınlıkta MDF bulmak her zaman mümkün olmadığından birkaç MDF parçanın üst üste yapıştırılarak elde edilmesi zorunludur. Bu amaçla $30+18=48$ mm kalınlığında örnekler hazırlanmıştır. Bu parçaların kenarlarında yine endüstriyel uygulamada ofis mobilyası masa kenarı detayına uyularak geniş bir pah kırılmıştır. Edinilen tecrübeye göre, bu şekildeki detaylara uygulanan lake boyamada MDF levhalar arasındaki ek sınır çizgileri bir süre sonra çatlayarak görünüm bozukluğu oluşmaktadır. Bu sorunu gidermek için mimari tasarıma uymasa da MDF ek yerine derz uygulanmakta böylece çatlaklar dikkat çekmeyecek şekilde gizlenebilmektedir. Çalışmada ikinci grupta bu örnekler derz olmadan hazırlanmıştır. Burada amaç mimari görüntüyü bozacak derz detayı uygulamadan çatlaksız görüntü elde etmektir. Hazırlanan parçalar 48 mm kalınlığında 200 mm uzunluğunda ve 100 mm genişliğindedir. Levhaların yapıştırılmasında poliüretan esaslı tutkal kullanılmıştır. Tutkal ince bir film tabakası oluşturacak, tüm yapışma yüzeyine yayılacak şekilde uygulanmıştır. Kuruması için yaz koşullarında 1 saat kadar bekletilmiştir. Kenarlardan taşan tutkal bir spatula yardımıyla alınmıştır. Daha sonrada, endüstriyel uygulamadaki gibi bir freze bıçağı ile uzun kenarına pah kırılmıştır. Örnekler astar boya uygulamasına hazırlık için titreşim zımpara ve el ile zımpara edilmiştir. Şekil 2.2’de kalınlaştırma işlemi yapılmış ofis mobilyası ve detayı verilmiştir.



Şekil 2.2. Kalınlaştırma işlemiyle (48 mm) üretilmiş bir ofis masası örneği.

Üçüncü grup örnekler, $18+18=36$ mm kalınlığında kalınlaştırma işlemi yapılarak hazırlanmıştır. İkinci gruptaki gibi endüstriyel uygulamalarda levhalar arası ek yerine derz açılmadan örnekler hazırlanmıştır. Bu örneklerde endüstride örneğin masa ayağı yada üst tablası olarak kullanılmaktadır. Elde edilen deney parçaları, 36 mm kalınlığında, 200 mm uzunluğunda ve 100 mm genişliğindedir. Bu tip mobilya detayları pah kırılmadan hazırlandığı için endüstride çatlamayı engellemek için boyanabilir ABS ile kapatılmaktadır. Bu işlem oldukça pahalı bir işlem olup ABS için iyi bir kenar bantlama makinesine ihtiyaç vardır. Aksi takdirde ABS ile MDF arasında boşluk olur ve bu boşluk astar ve boyadan sonra yeniden çatlak meydana getirir. Çalışmada hazırlanan örneklere ABS kaplanmamıştır. Amaç daha ekonomik çözüm yöntemini bulmaktır. Şekil 2.3’de $18+18$ mm kalınlaştırma işlemi yapılarak üretilmiş bir ofis masası örneği görülmektedir.



Şekil 2.3. Pahsız, düz kalınlaştırma işlemi (36 mm) yapılmış ofis masası örneği.

Dördüncü grup örnekler ise (eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü deneyleri) için hazırlanmıştır. Bu örnekler 18 mm kalınlığında 360 mm uzunluğunda ve 50

mm genişliğindedir. Bu örnekler herhangi bir freze işlemi yapılmamıştır. Endüstriyel uygulamadaki gibi titreşim zımpara ve el ile zımpara edilmiştir.

Beşinci grup örnekler diğer deneyler için daha geniş yüzeyli (100x100 mm) ve 18 mm kalınlığındaki MDF levhalarından hazırlanmıştır. Bu örnekler de herhangi bir freze işlemi yapılmış olup renk, parlaklık, kuru ve ıslak sıcaklık testleri için kullanılmıştır.

2.2.2. Deney Örneklerine Astar-Son Kat Boya Uygulanmasında Kullanılan Boya Tabancaları ve Uygulama Kabini

Astar ve sonkat boya uygulama işleminde üstten hazneli atım tabancası ve airless (Wagner) boya sistemi kullanılarak yapılmıştır.

Püskürtme tabancaları, vernik, boya vb. sıvıları atomize ederek püskürtmek suretiyle yüzeye sürülmesini sağlayan araçlardır. Havalı (geleneksel), havasız ve elektrostatik püskürtme sistemlerinde kullanılan tipleri olup, işlevsellikleri ve görünüş özellikleri sisteme göre farklılaşmaktadır. Bir püskürtme tabancasında bulunan ana parçalar ve kısımları, püskürtme konisi ayar vidası, sıvı akış ayar vidası, püskürtme başlığı, püskürtme memesi, tetik, hava hortumu bağlantısı ve sıvı hortumu bağlantısıdır.

Üst depolu tabancalarda, püskürtülen sıvı kendi ağırlığı ile tabanca ağzına gelir. Geleneksel boya tabancalarında gövde boyunca iki kanal bulunur. Kanallardan birinden basınçlı hava, diğerinden sıvı iletilir. Tabanca ucunda hava yardımı ile atomize olan boya/vernik zerrecikleri, hava-sıvı karışımı şeklinde ivme kazanarak iş parçası üzerine taşınır. Şekil 2.4'de çalışmada astar boya uygulaması için kullanılan, 3.5-4 bar basınçlı, üstten hazneli, 2.2 mm lik tabanca memesine sahip boya tabancası görülmektedir [35]].



Şekil 2.4. Üstten hazneli boya tabancası [35]].

Son kat boya atımında Airless Püskürtme Sistemi (Wagner Boya Tabancası) kullanılmıştır. Sistem ilk olarak 1955’li yıllarda kullanılmaya başlanmış ve yakın tarihe kadar daha çok orta ve büyük ölçekli işletmelerde kullanılmıştır. Sistemin esası basit olarak bahçe hortumu ile su fişkırtmaya benzetilebilir. Basınçlı hortuma sıkıştırılan sıvı, daralan uca gelince küçük zerrelere ayrılır ve atomize olduktan sonra kazandığı ivme ile ileri fişkırtılır. Sistemde, püskürtme sıvısını hazneden püskürtme tabancasının ağzına kadar yüksek basınçla transfer edebilmek için özel tasarlanmış bir ekipmana ihtiyaç duyulur. Çalışma prensibi olarak, püskürtülecek sıvı emme basma tulumbada olduğu gibi bir diyafram yardımı ile hazneden emilir ve daha sonra hidrolik sistemle çalışan üniteye oluşturulan basınçla tabanca ucuna sıkıştırılır. Yüksek basınçla sıkıştırılan sıvı, tabanca ucunda parçalanarak uygulanmak istenen yüzeye atılır [1]. Şekil 2.5 de Airless püskürtme sistemi ile uygulama yapan Wagner boya tabancası sistemi görülmektedir [36]].



Şekil 2.5. Airless boya sistemi (Wagner) [36]].

2.2.3. Sulu, Astar-Son Kat Boya Uygulama Kabini

Sulu püskürtme kabinleri, iki ana kısımdan oluşur. Bunlardan, birisi su havuzu, diğeri ise su perdesinin şelale şeklinde aktığı dik konumdaki platformdur. Aspiratör kabininin arka veya üst kısmında yer alır ve hava çekişi platform ile su havuzu arasındaki açıklıktan yapılır. Aspiratör tarafından emilen hava, boya/vernük artıklarını su perdesine doğru çekerek atıkların su ile havuza taşınması sağlanır. Havuzdaki suyun tekrar platforma gönderilmesi bir devir daim pompası ile yapılır. Ayrıca kabin girişindeki havanın hareket hızı ayarlanabilmektedir. Su havuzunun, pompanın ve süzgeçlerin temizlik ve koruyucu bakımı periyodik olarak yapılmalıdır. Düşey hava akımlı ve zemin perdeli sulu püskürtme kabinlerinde ise, su perdesi

oluşturabilmek için devir daim pompası ile kabinin yan duvarına paralel konumdaki su oluğuna gönderilen su, ızgaranın altındaki yatay platformdan akarak havuza dökülür. Kabin tavanındaki üfleyici fan tarafından kabin içerisine sürekli olarak hava gönderilir. Düşey yönlü bu hava hareketi ile ortama yayılması ihtimali olan boya/vernük atıkları tabandaki ızgara altından akan su perdesine iletilir. Şekil 2.6’da deney örneklerine astar ve boya uygulamasının yapıldığı üstten filtre edilmiş pozitif hava basıncı uygulanan, zemininde ise su şelalesi bulunan boya-vernük atım kabini resimleri görülmektedir.



Şekil 2.6. Deney örneklerine astar-boya uygulamasının yapıldığı atım kabini.

2.2.4. Kurutma Kabini

Deney örneklerinin kurutulması sıcak hava sirkülasyonlu kurutma kabinlerinde yapılmıştır. Sistemde hava ısıtılarak kabinin arka üst tarafından fanlarla üflenmektedir. Üflenen hava “U” şeklinde bir yol izleyerek yine kabinin arka tarafında altta bulunan emiş noktasından emilerek dışarı atılmaktadır. Böylece malzemeler üzerine hareketli hava çarpmakta, kuruma daha hızlı ve homojen olarak sağlanmaktadır. Bu işlem sonrasında parçalar elle tutulur ve ambalaj malzemesine sarılabilir hale gelebilmektedir. Şekil 2.7’de deney örneklerinin kurutulduğu kurutma kabini görülmektedir.



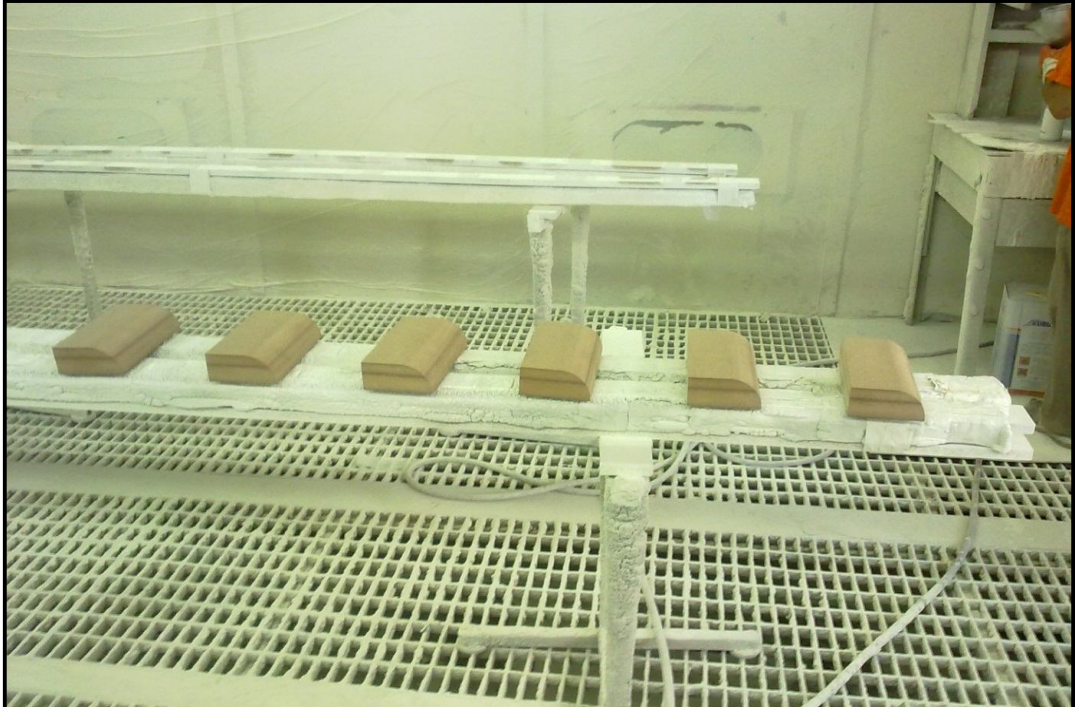
Şekil 2.7. Kurutma kabini.

2.2.5. Deney Örneklerine Astar Boya Uygulaması

Astar uygulaması için astar boya, üretici firmanın teknik önerilerine göre hazırlandıktan sonra pnömatik karıştırıcı yardımı ile homojen hale gelinceye kadar karıştırılmıştır. Astar uygulanacak parçalar atım kabinine dikkatli bir şekilde dizilmiş ve aralıkları yaklaşık 10 cm olacak şekilde ayarlanmıştır. Astar boya uygulaması üstten hazneli boya tabancası ile 2.2 mm meme çapı kullanılarak yapılmıştır. Poliüretan astar ve non-crack astar karakteristik olarak aynı uygulamaya sahip olduğundan tüm örnekler aynı anda astarlanmıştır. Polyester astar ve kortel+polyester uygulaması ise daha sonra yine tüm örnekler aynı anda olacak şekilde yapılmıştır.

Endüstriyel uygulamalarda poliüretan ve non-crack astar uygulaması için öncelikle parçalar atım kabini içerisine üst üste kule şeklinde kat kat dizilir. Amaç parça kenarlarına öncelikli olarak astarın uygulanmasıdır. Ancak deney parçaları küçük olduğu için çalışmada tek tek aralıklı olarak yan yana dizilmiştir.

Atım kabini hava püskürtme motorları ve zemindeki su akışını sağlayan devirdaim motoru çalıştırılmıştır. Örnekler üzerindeki toz, kir vb. atıkları uzaklaştırmak için boya tabancası tetiğine hafifçe basılarak hava püskürtülmüştür. Ayrıca, uygulama yapacak kişi üzerine antistatik özellikli boyacı tulumu giymiştir. Şekil 2.8’de astar atımı yapılan parçalar görülmektedir.

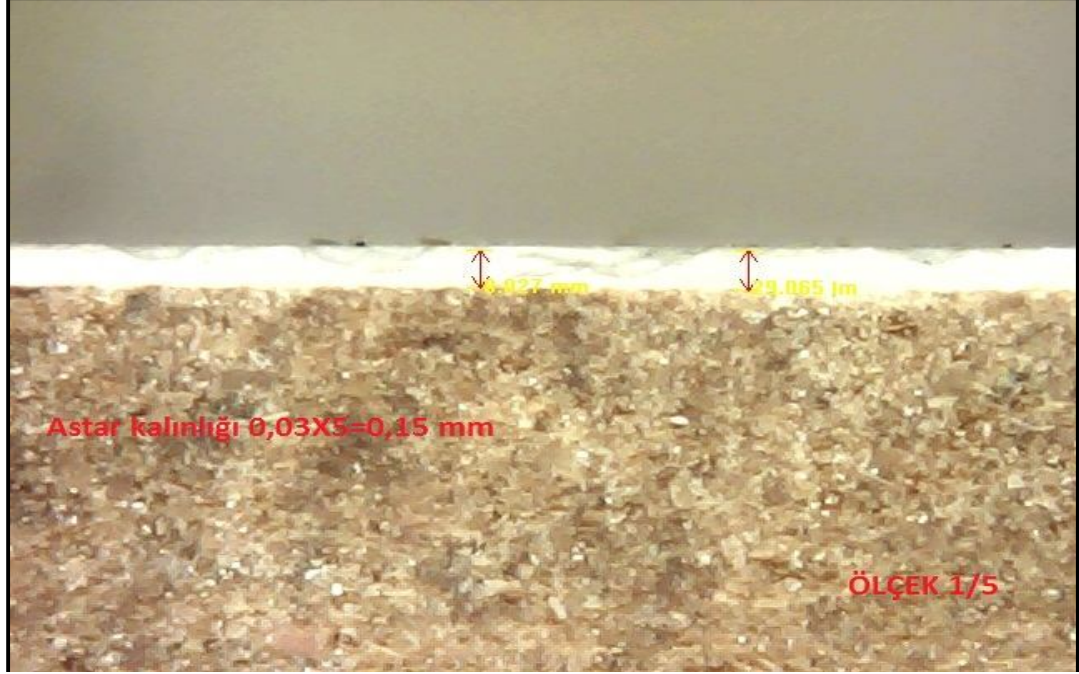


Şekil 2.8. PU astar atımı.

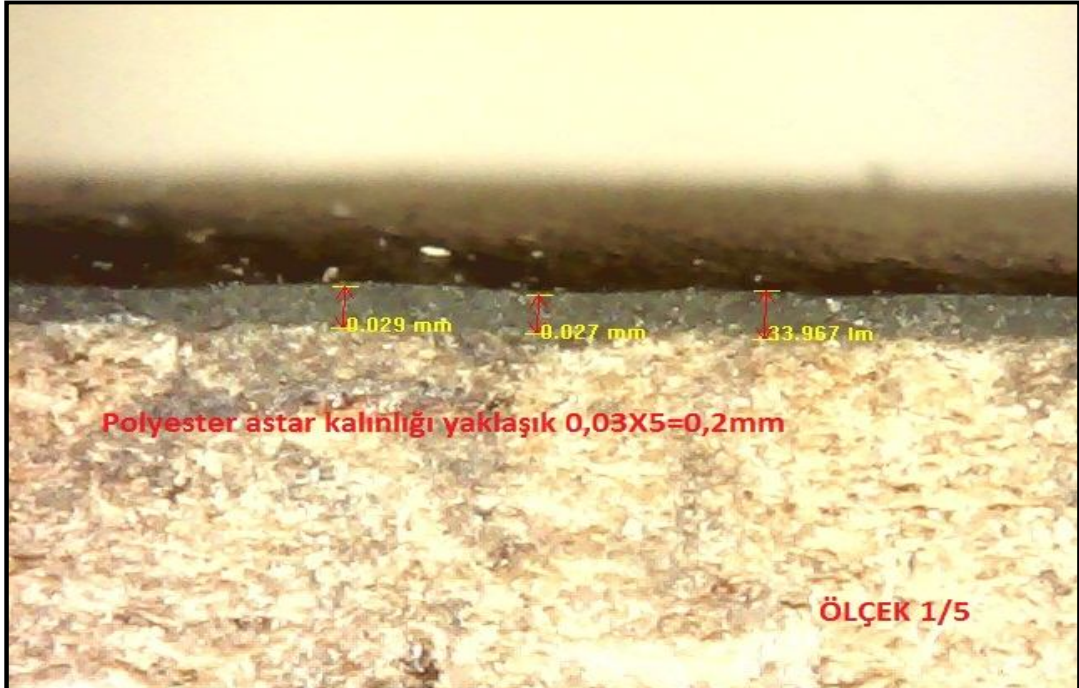
Dizilen parçalar üzerine üstten hazneli boya tabancası ile astar atımı yapılmıştır. Astar atımında bir çapraz atım bir kat olarak sayılmaktadır. Örneğin bir gidiş yönü (örneğin sağa) tüm parçaların yüzeylerine uygulanır, sonra tersi yönde (sol) tekrar gidilerek 1 kat astar atılmış olur. Daha sonra 15 dakika beklenmiş ve aynı işlem bir kez daha tekrarlanmıştır. Böylece parça yüzeylerine 2 kat astar uygulanmıştır. Tüm kenar ve yüzeyler astarla kaplandıktan sonra parçalar yaklaşık 12-15 saat kadar kurumaya bırakılmıştır. Aynı işlem hem polyester astar atımı için hem de non-crack astar atımında da uygulanmıştır.

Daha sonra diğer yüzey aynı şekilde iki kat astarlanmıştır. Böylece tüm yüzeylerin astarlanma işlemi yapıldıktan sonra yaklaşık 24 saat beklendikten sonra astar

kalınlığı belirlenmiştir. Şekil 2.9’da poliüretan astar uygulanmış MDF kesiti, Şekil 2.10 da polyester astar uygulanmış örnek kesiti görölmektedir.

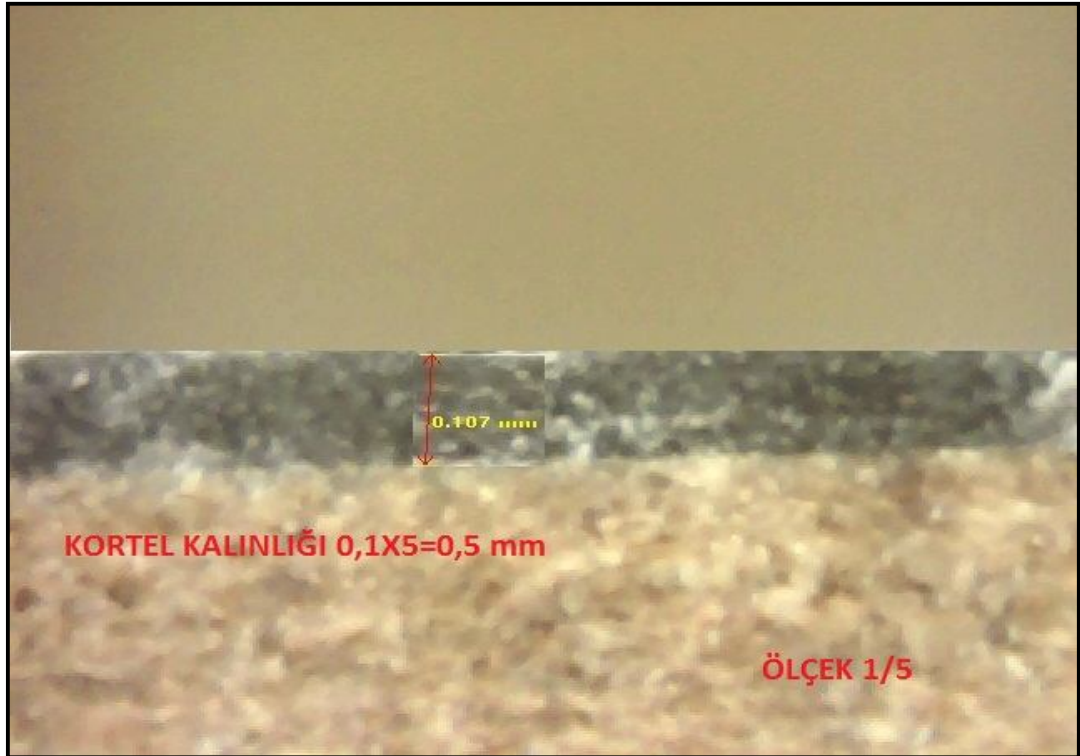


Şekil 2.9. Poliüretan astar uygulanmış MDF kesiti.



Şekil 2.10. Polyester astar kalınlığının MDF kesitinden ölçümü.

Çalışmada denemesi yapılan kortel+polyester uygulamasında ise bir kat polyester astar tabanca ile uygulandıktan hemen sonra kuruma gerçekleşmeden parçalar üzerine kortel+polyester materyali yapıştırılmaktadır. Kortel+polyester materyali, çatlama riski bulunan yüzey ölçülere göre kesilerek hazırlanmıştır. Bu işlem işçilik gerektiren bir işlem olmasına rağmen zorunlu kalınlaştırma detaylarında ve zor iklim koşullarında kullanılacak mobilya elemanlarında çatlamayı önlemesi açısından önemlidir. Çünkü kortel+polyester, yapıştırıldığı MDF'nin niteliğine ve detayına göre yaptığı rutubet alıp vermeye bağlı çalışmayı absorbe ederek yüzeyden görülmesini engellemektedir. Şekil 2.11'de kortel+polyester uygulaması yapılmış MDF örneğin kesit görüntüsü ve digital olarak kortel+polyester kalınlığı ölçüm değeri görülmektedir. Kortel+polyester yapıştırılmış polyester üzerindeki kalınlık yaklaşık 0,5 mm dir.



Şekil 2.11. Kortel+polyester uygulanmış MDF kesit ve kalınlık ölçümü.

Polyester astar üzerine yapıştırılan kortel+polyester, polyester tarafından kısmen eritilmekte ve bünyesine kısmen karışmaktadır. Şekil 2.12'de bir kat polyester astar

atıldıktan sonra parçaların çatlama riski bulunan kenarlarına kortel+polyesterin alıştırılması görülmektedir.



Şekil 2.12. Kortel+polyesterin parça tipine ve kesitine göre hazırlanması.

Kortel+polyesterleme işlemi için parça kesimine göre hazırlanan kortel+polyester henüz yaş haldeki polyester astar üzerine yapıştırılır. Bu işlem yapılırken bir boya fırçası kullanılması düzgün yapışmanın sağlanabilmesi açısından önemlidir. Boya fırçası yardımıyla, kortel+polyester üzerine hafifçe bastırılarak polyesterin kortel+polyesterle bütünleşmesini sağlanmaktadır. Gerekirse fırça üzerine biraz daha polyester alınarak kortel+polyestere sürülebilir. Polyester astar sertleştiğinde oldukça rijit bir hal almaktadır. Aynı zamanda sert olan bu astar tipi kırılğan bir yapıya sahiptir. Kortel+polyester materyali polyester ile eriyerek yüzeyin şeklini almakta ve biraz daha esnek olması nedeniyle de çatlama ve gerilmeleri daha iyi absorbe etmektedir. Kortel+polyesterin dezavantajı ise pahalı olması ile birlikte uygulama zorluğu ve pürüzlü yüzeyi nedeniyle astar boya tarafından doldurulma güçlüğüdür. Şekil 1.13’de kortel+polyesterlenmiş parçalar görülmektedir.



Şekil 2.13.Kortel+polyesterlenmiş parçalar.

Şekil 2.14'de yeni yapıştırılmış kortel+polyesterin polyester astar üzerindeki ilk ve tabaka haline dönüşmüş şekli görülmektedir.



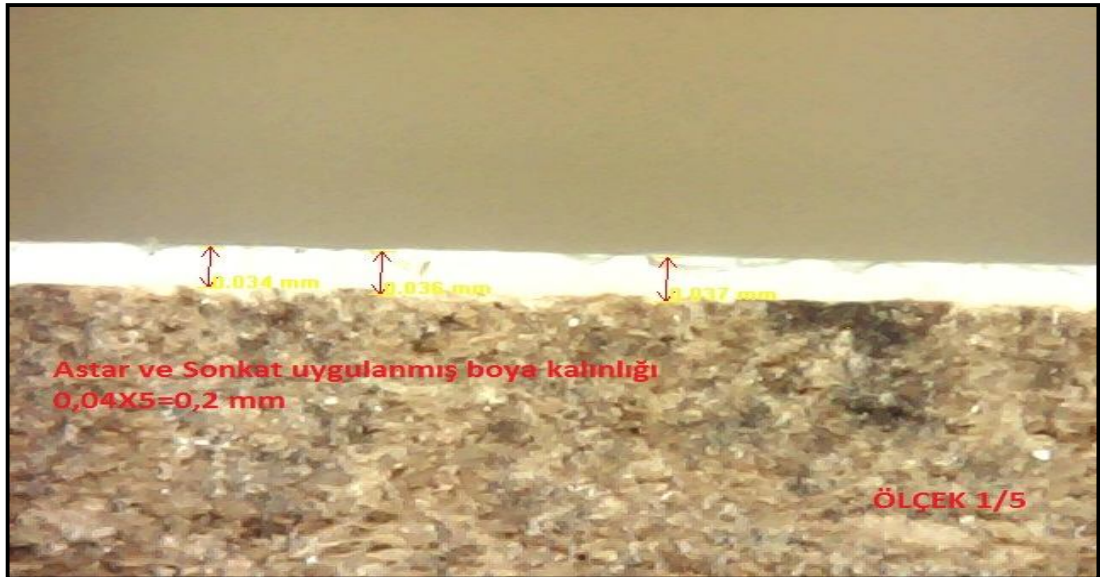
Şekil 2.14.Polyester astar üzerine kortel+polyester uygulanması.

2.2.6. Sonkat Uygulaması

Astar uygulaması bitirilen tüm parçalara poliretan astar boya uygulanarak tıpkı endüstriyel uygulamalardaki gibi mobilya üretimi yapılacak görüntüye getirilmiştir.

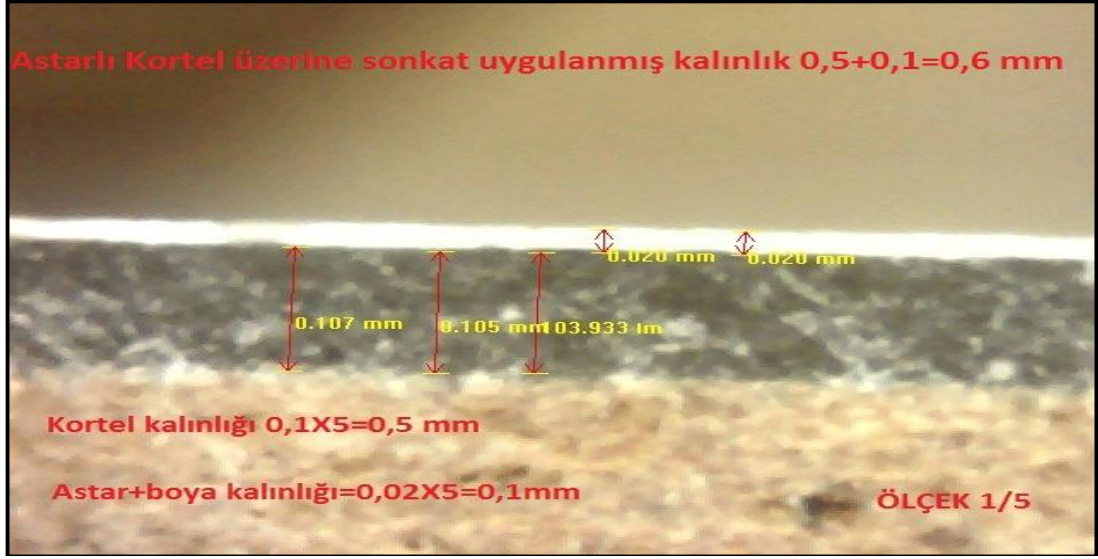
Sonkat boya uygulamasından önce astarlanmış tüm parçalar çok iyi derecede zımpara edilmelidir. Bu amaçla tüm parçalar titreşim zımpara ve el ile le çok iyi zımpara yapılmıştır. Kullanılan zımpara değerleri 240-280 numaralıdır.

Deney örneklerinin tamamına aynı anda sonkat boya uygulanmıştır. Bu amaçla Wagner boya tabancası sistemi kullanılmıştır. Boya tabancası meme çapı 0.011 mm dir. Uygulama iki kat olarak her iki yüzeye ve tüm kenarlara yapılmıştır. Katlar arasında bekleme süresi yaklaşık 30 dakikadır. Bir yüzey ve kenarlar bitirdikten sonra parçalar ertesi güne kadar bekletilmiş ve ertesi gün diğer yüzeye aynı işlem tekrarlanmıştır. Sonkat uygulamasından sonra MDF parça üzerindeki sonkat boya kalınlığı 0,2 mm dir. Şekil 2.15 da poliüretan astar-noncrack astar üzerine poliüretan sonkat atılmış parça kesiti ve kalınlığı görülmektedir.



Şekil 2.15. Poliüretan astar üzerine poliüretan sonkat atılmış kesit görüntüsü.

Kortel+polyesterlemiş örneklerde ise sonkat boya uygulanmış kortel+polyesterli parçanın boya+kortel+polyester kalınlığı 0,6mm dir. Şekil 2.16'da polyester astarla birlikte kortel+polyester uygulanmış örnekte boya kalınlığının kesit görüntüsü ve ölçümü görülmektedir.

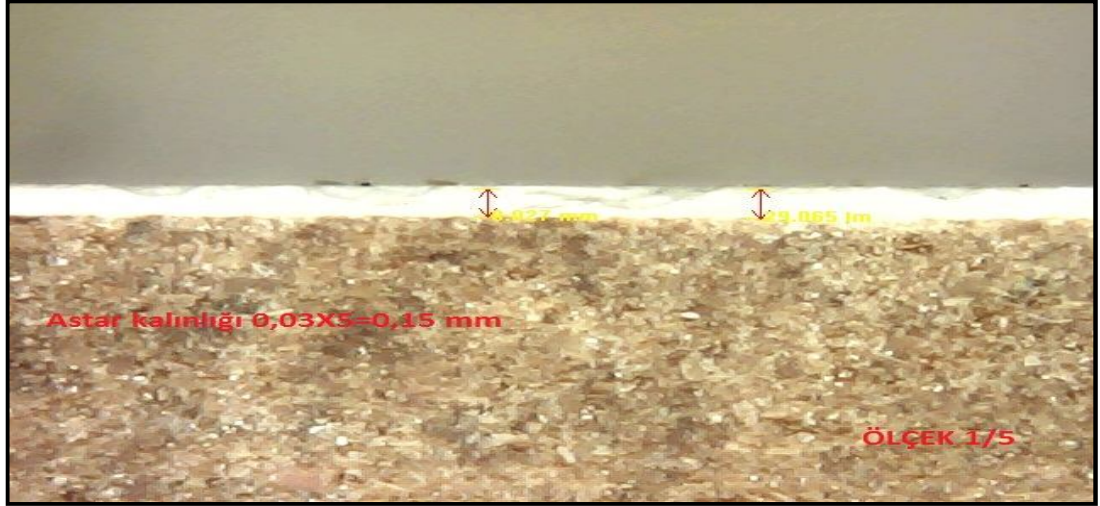


Şekil 2.16. Polyester astarla birlikte kortel+polyester uygulanmış örnekte boya kalınlığının kesit görüntüsü.

2.3. YAPILAN TESTLER

2.3.1. Katman Kalınlığı Tayini

Katman kalınlığının ölçümünde digital mikroskop adı verilen cihaz kullanılmıştır. Cihaz 500 kata kadar ölçüm yapabilmekte olup ölçümler 1/5 ölçek ile yapılmıştır. Deneyle hazırlanan parçalar astar, sonkat ve kortel+polyester uygulamalarından sonra kesilerek kenar kesitlerinden cihaz yardımıyla kalınlık ölçümü yapılmıştır. Ölçümü yapılan değer 5 ile çarpılarak gerçek kalınlık değerine ulaşılmıştır. Cihaz ölçüm yapılacak kenara tutularak netlik ayarı yapılır. Katman kalınlığının tayini için örneklerde yapılan ölçüm Şekil 2.17 de gösterilmiştir.



Şekil 2.17. Katman kalınlığının ölçülmesinde kesit görüntüsü.

2.3.2. Eğilme Direnci

Eğilme direnci deneyleri EN 310 (1993)'da belirtilen esaslara uygun olarak yapılmıştır. Örnek boyutları 290x50xlevha kalınlığı(mm) olarak alınmıştır. Deney numuneleri %65±5 bağıl nem ve 20±2°C sıcaklık şartlarında değişmez ağırlığa ulaşınca kadar klimatize edilmiştir. 6 saat ara ile yapılan tartımlarda birbirini izleyen iki ölçme arasındaki farkın, deney parçası kütlesinin % 0,1'inden fazla olmaması durumuna geldiğinde, bu kütle değişmez olarak kabul edilmiştir. Örneklerin genişlikleri yükün uygulanacağı yaklaşık bir noktadan, kalınlıklarda ise yüklemenin yapıldığı hat üzerinde iki noktadan 0,01mm duyarlılıkta kumpasla ölçülerek ortalaması alınmıştır. Eğilme direncinin belirlenmesinde yükleme mekanizması, kırılmanın yükleme anından itibaren 60–90 saniye arasında meydana gelmesini sağlayacak şekilde 6 mm/dak. hızla çalıştırılmıştır[28].

Eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülünün belirlenmesinde kullanılan deney düzeneği Şekil 2.18'de verilmiş olup, eğilme direncinin hesaplanmasında aşağıda verilen eşitlikten yararlanılmıştır.

$$F_m = \frac{3 \times F_{\max} \times L}{2 \times b \times d^2} \quad (\text{N/mm}^2) \quad (2.1)$$

Burada;

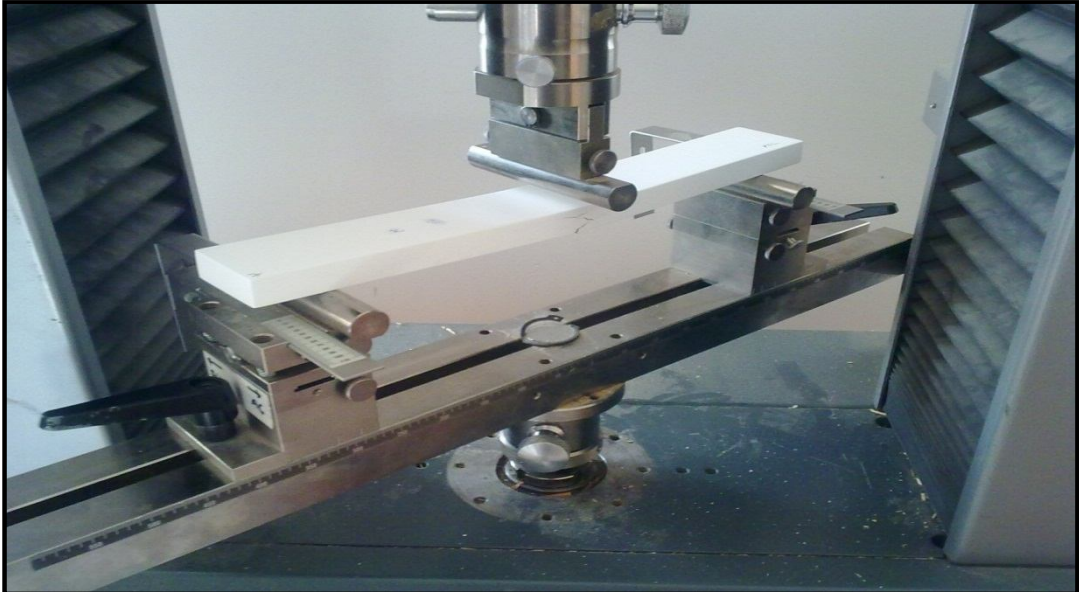
F_m = Eğilme direnci (N/mm²)

F_{max} = Kırılma anındaki maksimum kuvvet (N)

L = Dayanakların eksenleri arasındaki mesafe (mm)

b = Deney örneğinin genişliği (mm)

d = Deney örneğinin kalınlığı (mm)



Şekil 2.18. Eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü deney düzeneği.

2.3.3. Eğilmede Elastikiyet Modülü

Eğilmede elastikiyet modülü EN 310 (1993) (45)'de belirtilen standartlara uygun olarak belirlenmiştir. Örnekler, %65±5 bağıl nem ve 20±2°C sıcaklık şartlarında değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar kondisyonlanmıştır. Örneklerinin eğilme direnci deneyleri yapılırken deformasyon bölgesindeki eğilme miktarı 0,01mm duyarlıtaki

tensometre ile ölçülmüştür. Eğilmede elastikiyet modülü aşağıda verilen eşitlik yardımı ile hesaplanmıştır.

$$E_m = \frac{l_1^3 \times (F - F_1) \bar{\epsilon}}{4 \times b \times t^3 \times (a_2 - a_1)} \quad (\text{N/mm}^2) \quad (2.2)$$

Burada;

E_m = Eğilmede elastikiyet modülü

l_1 = Dayanak eksenleri arasındaki mesafe (mm)

b = Örnek genişliği (mm)

t = Örnek kalınlığı (mm)

$F_2 - F_1$ = Yük-sehim diyagramı oranlılık bölgesindeki yük artışı (N)

$a_2 - a_1$ = Kuvvet artışları nedeniyle örnek uzunluğunun ortasında meydana gelen sehim farkıdır.

2.3.4. Cross Cut

Cross-cut testinin yapılması amacıyla, BYK marka cross-cut test kiti kullanılmıştır. Cross-cut test cihazı test kiti Şekil 2.19 da gösterilmiştir.

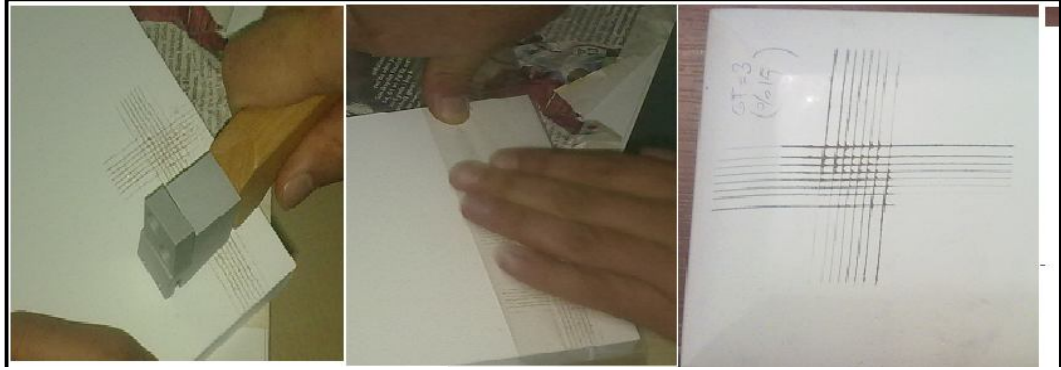


Şekil 2.19. Cross-cut test cihazı test kiti.

Yapışma derecesi bakılacak olan numune, atım tabancası ile yada aplikatör vasıtası ile kuru film kalınlığı 50 micron olacak şekilde deney örnekleri üzerine uygulanır. Uygun kuruma süresinden sonra kesme bıçağı ile boya filmi üzerinde 1 mm ara ile birbirini dik olarak kesen 11 yatay 11 düşey çizgi çizilir. Daha sonra yapışkan bandı kesik yüzeye hava kabarcığı bırakmadan sıkıca yapıştırılır. Bandın serbest ucu yüzeyle 1800 açı yapacak şekilde hızla çekilir. Yüzeydeki karelerin kalkıp

kalkmadığı gözlenir. Sonuçlar bantta yapışarak boşalan karelerin toplam alanı % olarak ifade edilir (ASTM D 3359 – 97)[29].

Şekil 2.20’de cross-cut deneyinin yapılması gösterilmiştir.



Şekil 2.20. Cross-cut deneyinin yapılması.

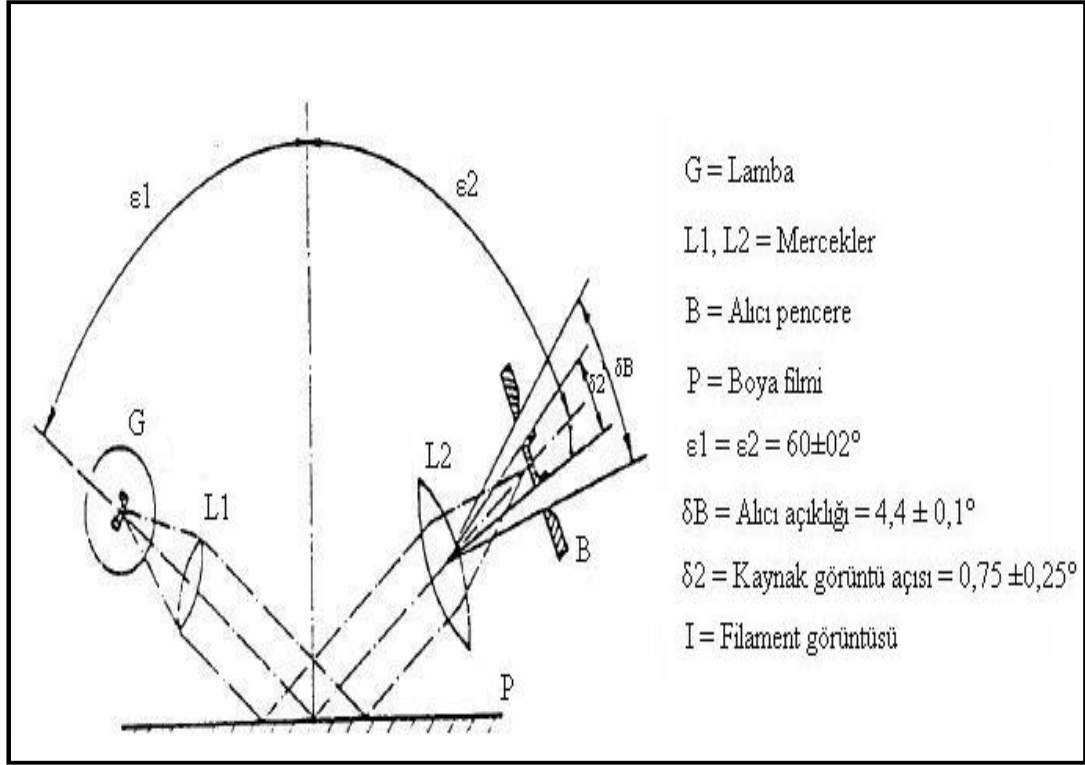
Cross-cut yapışma testinin sonunda örneklerin yapışma dirençlerinin değerlendirilmesi Çizelge 2.7 de gösterilmiştir.

Çizelge 2.7. Cross-cut testinin sonunda örneklerin değerlendirme kriterleri.

| | Boyası dökülmüş alanın toplam alana oranı ve yaklaşık görünüşü | |
|----------|---|----------------------|
| 5 | | Hiç yok |
| 4 | %5 | |
| 3 | %15 | |
| 2 | %35 | |
| 1 | %65 | |
| 0 | | %65 ten büyük |

2.3.5. Parlaklık Tayini

Parlaklık ölçümleri, TS 4318 ve EN ISO 2813'de belirtilen esaslara göre ölçüm yapan parlaklık ölçme cihazı ile yapılmıştır [30]. Bu maksatla kullanılan Gloss-Metre ölçme prensibi Şekil 2.21'de gösterilmiştir.



Şekil 2.21. Gloss-metre ölçme prensibi [64].

Parlaklık ölçüm cihazı; bir ışık kaynağı ile paralel veya birbirine yaklaşan ışık demetini deney alanına yönelten mercekten, mercek ise fotosel alıcı penceresinden oluşan alıcıdan ibarettir. Işık kaynağı fotosel ve ilgili renk filtreleri kombinasyonu C/E standart aydınlatıcıları C veya D65 için ağırlık verilmiş olan fotokopik ışık verimi fonksiyonuna yaklaşan spektral hassasiyeti verir. Boya ve vernik katmanlarının parlaklık ölçümü 20° , 60° ve 85° de olmak üzere üç şekilde yapılır [37]].

Hazırlanan örneklerin parlaklık ölçümü için yapılan deneylerde 60°C 'de ölçümler yapılmıştır. Örneklerin her deney öncesi ve sonrası parlaklıkları TS EN 4318 ve ISO

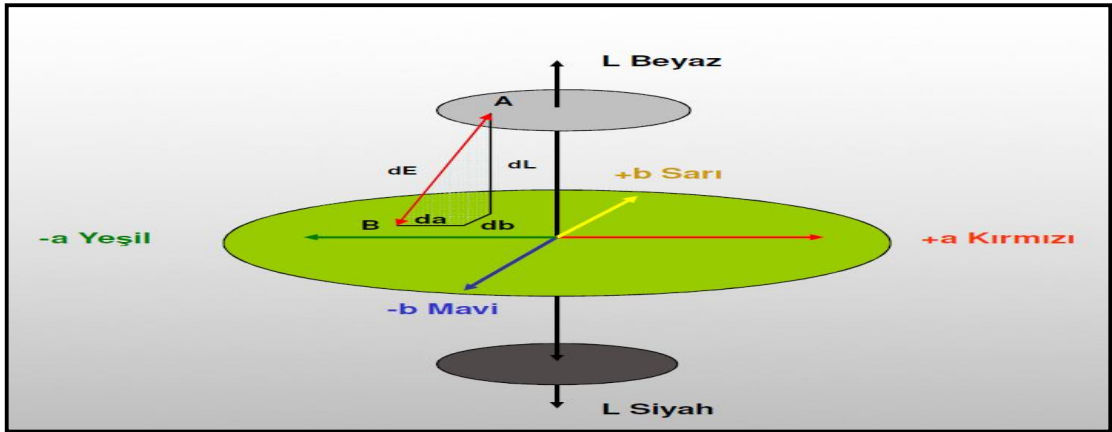
2813 (47)'de belirtilen esaslara göre ölçüm yapan parlaklık ölçme cihazı ile ölçülmüştür. Numune yüzeylerinde meydana gelen parlaklık değişimi (ΔP) deney öncesi ve sonrası parlaklık değerleri arasındaki fark hesaplanarak tespit edilmiştir. Parlaklık ölçüm cihazı (gloss-metre şekil 2.22'da gösterilmiştir.



Şekil 2.22. Gloss-metre parlaklık ölçüm cihazı.

2.3.6. Renk Değişimi

Numunelerin renk ölçümleri ISO 7724-2 [31] standardına göre Braive Instrument renk ölçme cihazı (Şekil 2.20) ile 20'şer örnek üzerinden ölçülmüştür. (Şekil 2.23) de renk ölçme aletinin renk değişimini ölçme prensibi görülmektedir.



Şekil 2.23. Üç boyutlu CIE L*a*b* renk bölgeleri[37]].

L* koordinatı ışık açısını, a* kırmızı ve b* sarı koordinatlarıdır. Şekil ayrıca C* ve h kutup bölgelerinde renklerin nasıl oluştuğunu göstermektedir. CIEL*a*b* renk sisteminde renklerdeki farklılıklar ve bunların yerleri L*, a*, b* renk koordinatlarına göre tespit edilmektedir. Burada, L* siyah-beyaz (siyah için L*=0, beyaz için L*=100) ekseninde, a*kırmızı-yeşil (pozitif değeri kırmızı, negatif değeri yeşil) ekseninde, b* ise sarı-mavi (pozitif değeri sarı, negatif değeri mavi) ekseninde yer almaktadır.



Şekil 2.24. Renk ölçüm cihazı Braive Instrument.

Deneylerden önce ve sonra numunelerin renk değerleri ölçülerek, numunelerde meydana gelen toplam renk değişimi (ΔE^*) aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır.

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (2.1)$$

Bu eşitlikte;

ΔE^* : Deneyler sonrasında numunelerde meydana gelen toplam renk değişimini

ΔL : Siyah-beyaz renk değişimini

Δa : Kırmızı-yeşil renk değişimini

Δb : Sarı-mavi renk değişimini

ifade etmektedir.

2.3.7. Kuru Sıcaklığa Karşı Yüzey Dayanıklılığı Tayini

Kuru sıcaklığa karşı dayanıklılığın tayininde TS 4981 EN 12722 [32] standardından faydalanılmıştır. Buna göre, numuneler tam olarak kurutulduktan sonra, 23 ± 2 °C sıcaklık ve $\% 50 \pm 5$ bağıl nemli ortamda 7 gün süre ile klimatize edilerek deney şartlarına hazırlanmıştır.

Deney sıcaklıkları 100 °C, 120 °C, 140 °C ve 160 °C olarak belirlenmiştir. Deney alanına yerleştirilecek olan ısı kaynağının (Şekil 2.22 belirlenmiş sıcaklığa (100 °C, 120 °C, 140 °C, 160 °C) ulaştırılması için etüv kullanılmıştır. Isı kaynağı belirlenmiş deney sıcaklığına ulaştığında hemen numune yüzeyindeki elyaf kumaşın üzerine yerleştirilmiştir. Bu konumda 20 dakika bekletildikten sonra alüminyum blok yüzeyden alınıp, numune değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Deney numunelerinin değerlendirilmesi 24 saat sonra gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2.25. Deney alanına yerleştirilecek olan ısı kaynağı (alüminyum blok).

Deney alanları, aşağıdaki tanımlayıcı nümerik sınıflandırma koduna uygun olarak, her sıcaklık için referans alan ile karşılaştırılarak sınıflandırılmıştır. Çizelge 2.8 de nümerik sınıflandırma ve buna göre yapılan yorumlar görülmektedir.

Çizelge 2.8. Deney alanına yerleştirilen ısı kaynağının nümerik sınıflandırma kodları ve yorumları.

| Nümerik Sınıflandırma Kodu | Yorum |
|----------------------------|---|
| 5 | Görülen değişiklik yok (kusursuz). |
| 4 | Işık kaynağı deney yüzeyi üzerine aksettirildiğinde veya iz oldukça yaklaştırıldığında ve gözlemleyicinin bakış yönüne doğru yansıtıldığında yalnızca önemsiz bir renk değişikliği ve parlaklık görülür veya sadece yalıtılmış izler görülür. |
| 3 | Hafif iz muayene yönlerinin bir kaçında görülen önemsiz izlerdir. Örneğin tamamına yakını yalnızca halka veya daire şeklinde görülür. |
| 2 | Belirgin iz, yüzeyin yapısında belirgin iz oluşmakla birlikte ekseriyetle yüzeyde değişikliğin olmaması durumudur. |
| 1 | Belirgin iz, yüzeye yapıştırılan filtre kâğıdında veya yüzey malzemesinin tamamında ve kısmen veya yüzeyin yapısında değişiklik olur. |

Bu değerlendirme tipinde her deney alanında üç gözlemleyicinin yardımıyla sınıflandırma yapılmıştır. Deney alanı için gözlemcilerin çoğunluğunun yardımıyla eşitlenen veya aşıl en büyük sınıflama değeri rapor edilmiştir.

2.3.8. Su Buharına Karşı Yüzey Dayanıklılığı Tayini

Su buharına karşı dayanıklılığın tayininde TS 438-2 [33]]standartından faydalanılmıştır. Yüzeyi temizlenen, kenar uzunluğu 100 mm olan kare şeklinde numune 23 ± 2 °C sıcaklık ve $\% 50 \pm 5$ bağıl nemli ortamda 7 gün süre ile klimatize edilerek deney şartlarına hazırlanmıştır. Ağız çapı 50 mm olan ve 250 ml kapasiteye

sahip erlen içine yaklaşık 200 ml su konduktan sonra elektrikli ısıtıcı plaka üzerine yerleştirilerek kaynatılmıştır. Deney numunesinin mürekkepli yüzeyi alta gelecek şekilde, erlenin ağzı üzerine merkezlenerek yerleştirilmiştir. Deney numunesin yüzeyi kaynayan su buharına 1 saat maruz kaldıktan sonra deney numunesinin yüzeyindeki su bir yumuşak bezle silinmiştir. Örnekler 24 saat sonra değerlendirmeye tabi tutulur. Deney alanları, Çizelge 2.9'datanımlayıcı nümerik sınıflandırma koduna uygun olarak yapılan değerlendirilmiştir.

Çizelge 2.9. Su buharına karşı yapılan deneyin nümerik sınıflandırma koduna göre değerlendirilmesi

| Nümerik Sınıflandırma Kodu | Yorum |
|----------------------------|--|
| 5 | Değişiklik görülmez. |
| 4 | Yalnızca belirli bir açıdan bakıldığında parlaklık ve/veya rengindeki hafif değişiklik olur. |
| 3 | Parlaklık ve/veya renginde orta derecede değişiklik olur. |
| 2 | Parlaklığında ve/veya renginde göze çarparak kadar fark edilebilen değişiklik görülür. |
| 1 | Kabarcıklar ve/veya kabuk ayrılması olur. |

2.3.9. İklimsel Değişikliğe Karşı Direnç (Yaşlandırma)

Örneklere BS EN 438-2-19 [33]] ve ASTM D 1211-97 [34] standardına göre iki farklı yöntemle yaşlandırma yapılmıştır[26]. 1.yöntem olarak örnekler kısa süreli yaşlandırmaya tabi tutulurken 2.yöntemde örnekler uzun süreli yaşlandırmaya tabi tutulmuştur. Örnekler kısa süreli döngüde $48,9 \pm 3$ °C sıcaklıkta 1 saat bekletildikten sonra, soğutulmadan -21 °C de 30 dakika bekletilerek döngü sonunda örneklerde oluşacak çatlaklar gözle izlenmiştir. Uzun süreli döngüde örnekler Çizelge 2.9 da gösterilen koşullarda bekletilerek tamamlanan döngü sonunda oluşacak muhtemel çatlaklar gözle izlenmiştir.

Çizelge 2.10. Uzun süreli döngünün deney koşulları[26].

| Günler | İklim Şartları | | | Koşul |
|--------|----------------|-------------|---------------|-------------|
| | Süre (Saat) | Sıcaklık °C | Bağıl Nem (%) | |
| 1 | 8 | 80 | 90 | Sıcak-Nemli |
| 1 | 16 | 80 | | Sıcak-Kuru |
| 2 | 8 | 80 | 90 | Sıcak-Nemli |
| 2 | 16 | -20 | | Sıcak-Kuru |
| 3 | 8 | 80 | 90 | Sıcak-Nemli |
| 3 | 16 | 80 | | Sıcak-Kuru |
| 4 | 8 | -20 | | Sıcak-Kuru |
| 4 | 16 | 80 | | Sıcak-Kuru |
| 5 | 8 | 80 | 90 | Sıcak-Nemli |
| 5 | 16 | -20 | | Sıcak-Kuru |

Örneklerde çatlama oluşuncaya kadar her iki döngüde tekrarlanmıştır. Ayrıca her döngü sonunda örnekler Çizelge 2.10 da verilen değerlendirme tablosuna göre değerlendirilmiştir.

Çizelge 2.11. Kısa ve uzun süreli döngünün değerlendirme kriterleri[26].

| Puanlama | Örneklerde meydana gelen değişim |
|----------|--|
| 5 | Herhangi bir değişim Yok |
| 4 | Sadece Parlaklıkta değişim var |
| 3 | Sadece İnce Çatlaklar ve/veya yüzey aşınması var |
| 2 | Yüzeyde belirgin çatlama var |
| 1 | Yüzeyde kabarma ve/veya açılma var. |

BÖLÜM 3

BULGULAR

3.1. KATMAN KALINLIĞI TAYİNİ

Örneklere uygulanan örtücü materyalin katman kalınlığı, 500 kata kadar ölçüm yapabilen digital mikroskop yardımıyla, örneklerden kesilen kenarlardan yapılmıştır. Hazırlanan örneklerin astar katlarında belirlenen katman kalınlığına ait ortalama değerler Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Katman kalınlığı ölçümü.

| Örtücü (astar) türü | Polyester astar | Polyester astar ve Kortel+polyester | Poliüretan astar | Non-crack astar |
|-----------------------|-----------------|-------------------------------------|------------------|-----------------|
| Katman Kalınlığı (mm) | 0.21 | 0.52 | 0.15 | 0.16 |

Polyester astar katının kalınlığı 0.21 mm olarak ölçülmüştür. Bu durum, astar türü atımı yapıldıktan sonra yüzeyi daha sert ve zımpara edilmesi daha zor bir tabaka oluşturmaktadır.

Kortel+polyester tülü denilen malzeme polyester astar yüzeye sürüldükten sonra üzerine düzgünce bırakılarak uygulanmaktadır. Polyester kortel+polyesteri eriterek yüzeyin şeklini almaktadır. Bu yüzden polyester ve kortel+polyester bir arada kalın bir tabaka (0.52 mm) oluşturmaktadır. Kortel+polyester, çalışmamızda söz konusu olan kenar çatlaklarını engelleyebilirse de yüzeyde delikli ve pürüzlü bir yüzey oluşturmaktadır. Bunu engellemek amacıyla daha dikkatli ve uzun bir zımpara yapmak gerekmektedir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Polyester astar üzerine kortel+polyester uygulanmış parça yüzeyindeki delikli görüntü.

Şekil 3.1’de polyester astar ve kortel+polyester uygulaması yapıldıktan sonra zımparası yapılarak sonkat uygulanmış parça görülmektedir. Dikkat edilirse çok iyi zımpara edilmediğinden (tüm deney örnekleri, ayırım yapmadan aynı miktarda zımpara edilmiştir) yüzey delikli bir görüntüdedir. Poliüretan ve non-crack astar uygulandıktan sonra yapılan zımpara işlemiyle astar kalınlığının bir bölümü alınmakta ve son kat boya atılarak işlem tamamlanmaktadır. Poliüretan ya da non-crack astar ve son kat boya sonrası kalınlık değerleri ortalama olarak 0.15 mm olarak ölçülmüştür. Eğer poliüretan ya da non-crack astar zımpara olmadan sonkat atılsaydı bu değer daha kalın olacağı söylenebilir.

3.2. EĞİLME DİRENCİ

Eğilme direnci değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri çizelge 3.2 ‘de verilmiştir. Eğilme direnci değerleri 42,06 N/mm² ile 43.98 N/mm² arasındadeğişmektedir. Poliüretan astar uygulanmış örneklerde belirlenen eğilme

direnci en fazla iken, non-crack uygulanmış astarlı örneklerde ise eğilme direnci değeri ona yakın bir değerdedir. Eğilme direnci değeri en az olan astar türü kortel+polyester uygulanan örnekler olup , polyester ise kortel+polyestere yakın bir değerdedir.

Çizelge 3.2. Ortalama eğilme direnci ve standart sapma değerleri.

| Astar türü | Ortalama (N/mm ²) | Standart Sapma |
|------------------|-------------------------------|----------------|
| Polyester | 42,99 | 1,32 |
| Poliüretan | 43,98 | 1,82 |
| Non-crack | 43,68 | 1,09 |
| Kortel+polyester | 42,06 | 1,38 |

Çizelge 3.3’de Uygulanan astar türlerinin eğilme direncine etkisini belirlemek için yapılan çoklu varyans analizi sonuçları verilmiştir.

Çizelge 3.3. Değişik astar türlerine göre varyans analizi sonuçları.

| Kaynak | Kareler toplamı | Serbestlik Derecesi | Ortalama Kareler | F-Değeri | Önem düzeyi (p<0,05) |
|------------|-----------------|---------------------|------------------|----------|----------------------|
| Astar türü | 21,81 | 3,00 | 7,27 | 3,56 | 0,02 |
| Error | 73,52 | 36,00 | 2,04 | | |
| Total | 74.665,46 | 40,00 | | | |

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre astar türüne bağlı olarak eğilme direncindeki değişimin %95 güven aralığında anlamlı olmadığı görülmüştür. Parametreler arasındaki farklılığın sınıflandırılması için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 3.4’de verilmiştir. Buna göre polyester astar, non-crack astar ve poliüretan astar aynı homojenlik grubunda, polyester astar aynı zamanda kortel+polyester ile aynı homojenlik grubunda yer almıştır. Kortel+polyester uygulamalı örneklerin polyester astar üzerine uygulanmış olması kortel+polyesterli örnekleri ayrı bir kategoride tutarken, polyester non-crack ve poliüretan ile aynı grupta yer almıştır. Ancak, astar türlerinin eğilme direncine etkisi istatistiksel açıdan hemen hemen yok denecek kadar azdır.

Çizelge 3.4. Duncan testi sonuçları.

| Astar türü | Ortalama (N/mm ²) | HG |
|------------------|-------------------------------|----|
| Kortel+polyester | 42,06 | A |
| Polyester | 42,99 | AB |
| Non-crack | 43,68 | B |
| Poliüretan | 43,98 | B |

*HG Homojenlik grubu.

3.3. EĞİLMEDE ELASTİKİYET MODÜLÜ

Eğilmede elastikiyet modülü değişimi değişik astar türlerine göre 3103.94N/mm² ile 3388.46N/mm² arasında değişmektedir. Çizelge 3.5’de eğilmede elastikiyet modülüne ait ortalama ve standart sapma değerleri verilmiştir.

Çizelge 3.5. Değişik astar türlerine göre eğilmede elastikiyet modülü değerleri.

| Astar türü | Ortalama (N/mm ²) | Standart Sapma |
|------------------|-------------------------------|----------------|
| Polyester | 3388,46 | 78,46 |
| Poliüretan | 3275,27 | 56,57 |
| Non-crack | 3226,82 | 49,40 |
| Kortel+polyester | 3103,94 | 75,65 |

Çalışmada, kullanılan değişik astar türlerinin eğilmede elastikiyet modülü değişimine etkisini belirlemek için yapılan çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 3.6’ verilmiştir.

Çizelge 3.6. Astar türlerine göre eğilmede elastikiyet modülüne ait varyans analizi sonuçları.

| Kaynak | Kareler toplamı | Serbestlik Derecesi | Ortalama Kareler | F-Değeri | Önem düzeyi (p<0,05) |
|------------|-----------------|---------------------|------------------|----------|----------------------|
| Astar türü | 416748,58 | 3,00 | 138.916,19 | 31,72 | 0,00 |
| Error | 157676,70 | 36,00 | 4.379,91 | | |
| Total | 422716805,98 | 40,00 | | | |

Çoklu varyans analizi sonuçlarına göre, uygulanan astar türlerinin eğilmede elastikiyet modülü değerlerine etkisinin %95 güven aralığında anlamlı olduğu

belirlenmiştir. Bulunan farklılığın sıralamasını belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 3.7’de verilmiştir.

Çizelge 3.7. Değişik astar türlerine göre elastikiyet modülü değişimi.

| Astar türü | Ortalama (N/mm ²) | *HG |
|------------------|-------------------------------|-----|
| Kortel+polyester | 3103,94 | A |
| Non-crack | 3226,82 | B |
| Poliüretan | 3275,27 | B |
| Polyester | 3388,46 | C |

*Homojenlik grubu

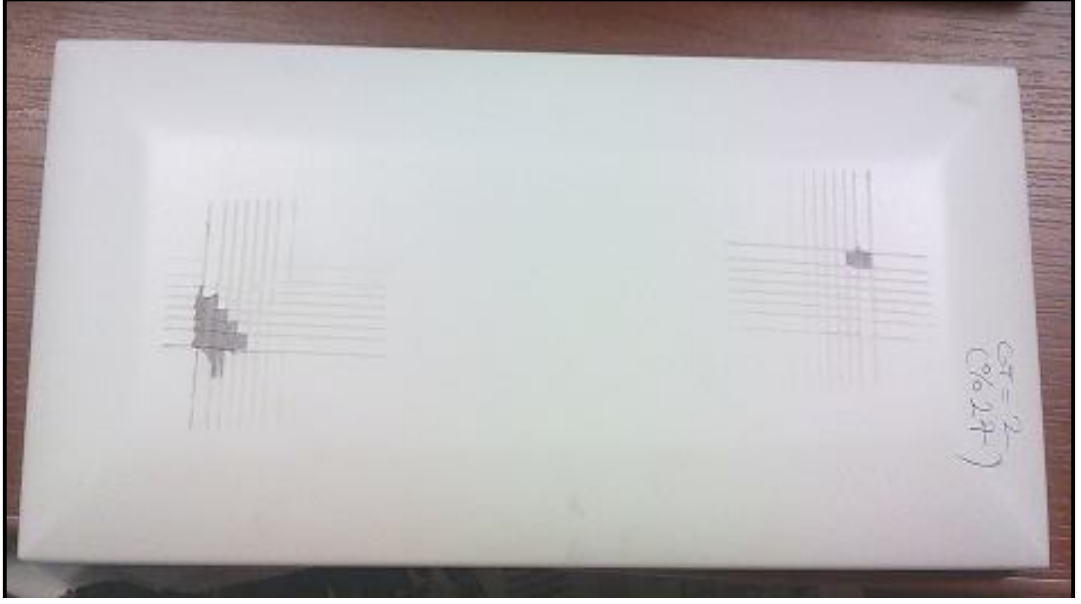
Yapılan Duncan testi sonuçlarına göre non-crack astar ve poliüretan astar aynı homojenlik grubunda iken kortel+polyester ve polyester ayrı gruplarda yer almıştır. Kortel+polyester uygulaması, örneklerin eğilmede elastikiyet modülünde de aynen eğilme direncinde yapmış olduğu etkiyi yaptığı görülmektedir. Bunda, ara katmanda oluşan kortel+polyesterli tabakanın daha kırılğan olması neden olabilir.

3.4. CROSS-CUT

Boya gibi örtücülerin yüzeyde yapmış olduğu adhezyon kuvvetinin tespitinde çok yaygın ve pratik olarak cross-cut testi yapılmaktadır. Cross-cut testi ASTM D 3359-97 standardına göre astar türünün yüzeyde yapışmaya etkisini tespit etmek için hazırlanan örneklere uygulanmıştır. Cross-cut testine ait sonuçlar astar türüne göre ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

3.4.1. Poliüretan Astarlı Örnek

Poliüretan astarlı örnekte cros-cut testi sonrası bandın kaldırdığı boya miktarı yaklaşık olarak %35 civarındadır ve değerlendirme kriterleri tablosuna göre 2. Gruptadır. Şekil 3.2’de görüleceği gibi yapılan iki denemede de bölgesel boya kalkması meydana gelmiştir.



Şekil 3.2. Poliüretan astarlı örneğe yapılan cross-cut testinin görseli.

3.4.2. Polyester Astarlı Örnek

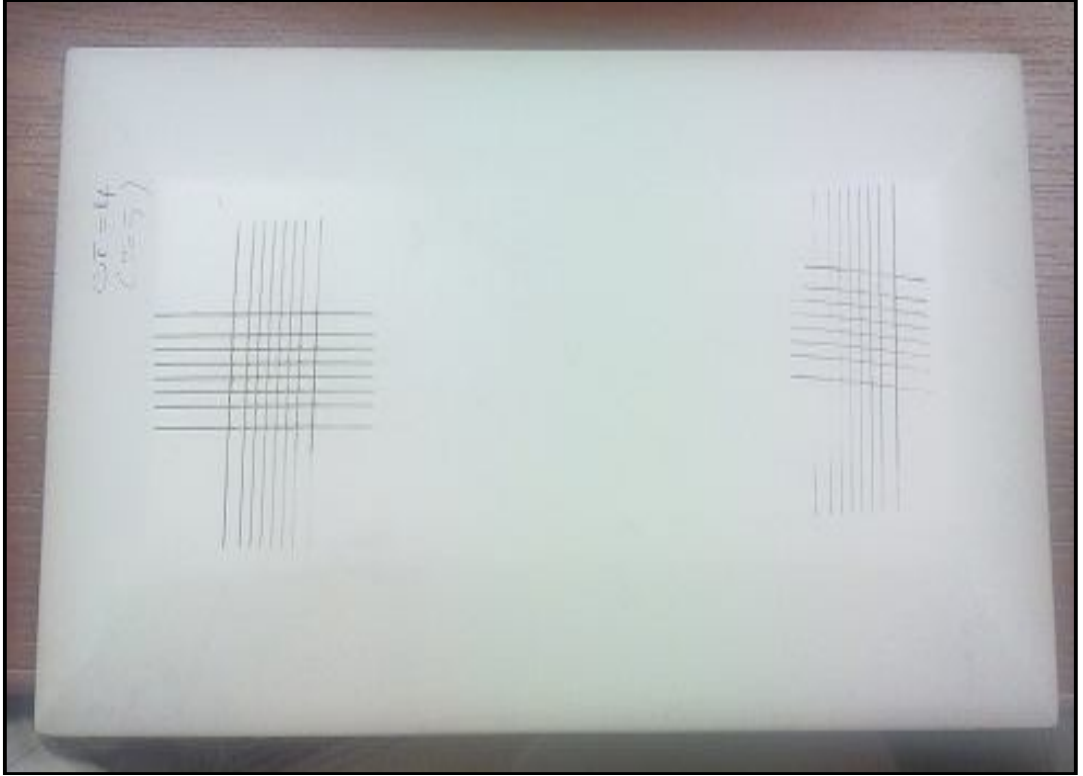
Polyesterastarlı örnekte cros-cut testi sonrası bandın kaldırdığı boya miktarı yaklaşık % 5 kadar olup değerlendirme kriterleri tablosuna göre 4. Gruptadır. Şekil 3.3'de görüleceği gibi yapılan iki denemede de sadece kesiklerin kesiştiği köşelerde boya kalkması meydana gelmiştir.



Şekil 3.3. Polyester astarlı örneğe yapılan cross-cut testinin görseli.

3.4.3. Non-crack Astarlı Örnek

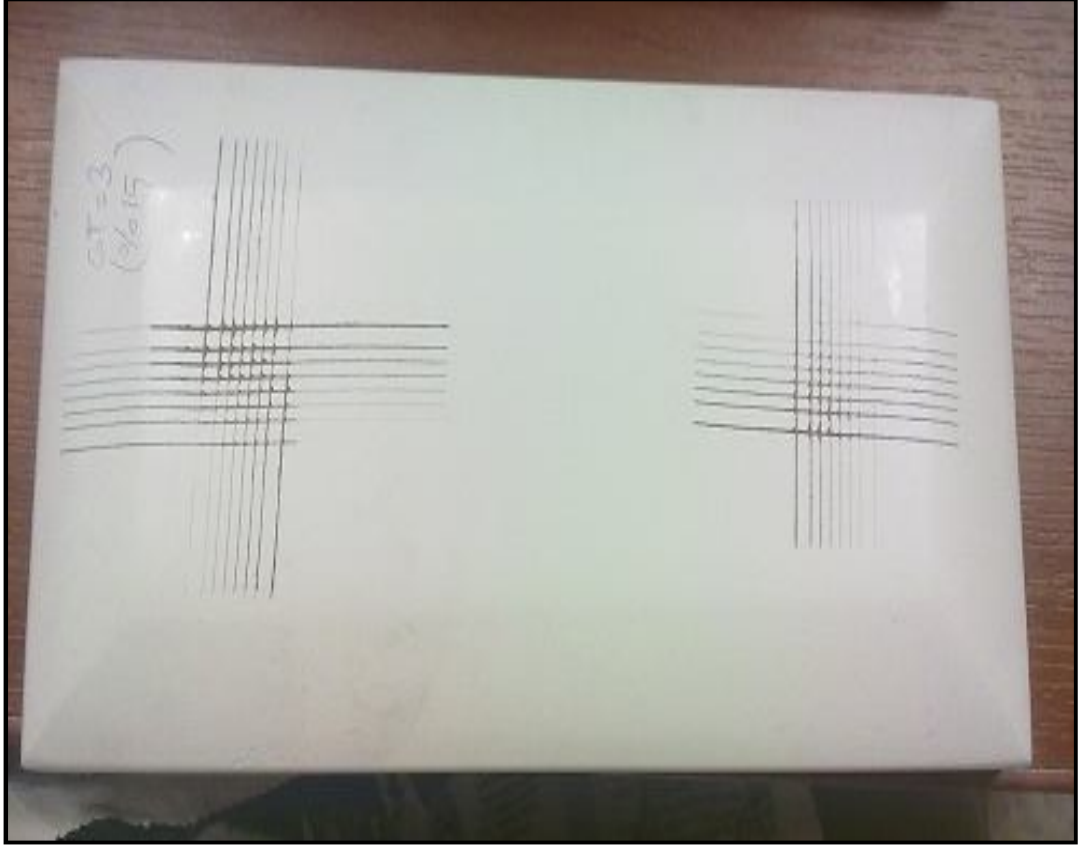
Non-crackastarlı örnekte cros-cut testi sonrası bandın kaldırdığı boya miktarı % 5 kadar olup değerlendirme kriterleri tablosuna göre 4. Gruptadır. Şekil 3.3'de görüleceği gibi yapılan iki denemede de sadece kesiklerin kesiştiği köşelerde boya kalkması meydana gelmiştir.



Şekil 3.4. Non-crack astarlı örneğe yapılan cross-cut testinin görseli.

3.4.4. Kortel+polyester Uygulamalı Örnek

Kortel+polyester uygulamalı örnekte cros-cut testi sonrası bandın kaldırdığı boya miktarı % 15 kadar olup değerlendirme kriterleri tablosuna göre 3. Gruptadır. Şekil 3.4'de görüleceği gibi yapılan iki denemede, çizgilerin kesişme yerlerinde ve yer yer aralarında boya kalkması meydana gelmiştir.



Şekil 3.5. Kortel+polyester uygulamalı örneğe yapılan cross-cut testinin görseli.

Cross-cut deneyinin sonuçlarına göre, yüzeye en iyi yapışma meydana getiren astar ve sonkat boyadan oluşan yüzeyler non-crack ve polyester astarlı örneklerdir. Bu örneklerde cross-cut deneyi sonucu yok denecek kadar az boya kalkması meydana gelmiştir. Boya kalkmaları sadece çizgilerin kesiştiği köşelerdedir. Bu sonuç, iyi bir yapışma meydana geldiğini ve üretilecek mobilyaların aşınma ve dış etkilere karşı yeterli direnci göstereceğini göstermektedir. Polyester astar ve kortel+polyester uygulamasının yapıldığı örnek %15 boya kalkması meydana getirmiştir. Sadece polyester astar uygulamasında, %5'lik sonuç ile başarı sağlanmasına rağmen polyester astarın üzerine kortel uygulandığında yapışma olumsuz etkilenmektedir. Kortel materyali, polyester astarın içerisine nüfuz ederek erimekte ve uygulandığı yüzeyin şeklini almaktadır. Bu esnada polyesterin yoğunluğu artmakta ve yüzeye nüfuz ederek emilmesi azalmaktadır. Poliüretan astar yaklaşık %35'lik bir boya kalması meydana getirmiştir. Diğer astar türlerine göre daha olumsuz sonuç veren bu durum poliüretan astarın fiziksel dış etkilere karşı fazlaca dirençli olmadığını göstermektedir.

3.5. KURU SICAKLIĞIN RENK VE PARLAKLIK DEĞERLERİNE ETKİSİ

3.5.1. Kuru Sıcaklık Uygulamasının Renk Değerlerine Etkisi

Yapılan çalışmada hazırlanan deney örneklerinde kuru sıcaklık testine bağlı olarak belirlenen renk değerlerine ilişkin ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 3.8 de gösterilmiştir.

Çizelge 3.8. Renk değerleri (L-a-b).

| Deney koşulları | | L- değeri | | a-değeri | | b-değeri | |
|-----------------|------------------|-----------|----------------|----------|----------------|----------|----------------|
| Sıcaklık (°C) | Astar Türü | Ortalama | Standart sapma | Ortalama | Standart sapma | Ortalama | Standart sapma |
| 0 | Polyester | 98,38 | 0,55 | -1,30 | 0,30 | 2,05 | 0,15 |
| | Poliüretan | 98,36 | 0,28 | -1,56 | 0,28 | 2,70 | 0,09 |
| | Non-crack | 98,39 | 0,48 | -1,38 | 0,29 | 2,64 | 0,23 |
| | Kortel+polyester | 97,99 | 0,20 | -1,18 | 0,10 | 2,41 | 0,07 |
| 100 | Polyester | 97,78 | 0,16 | -0,95 | 0,07 | 1,83 | 0,46 |
| | Poliüretan | 97,95 | 0,26 | -1,54 | 0,27 | 2,70 | 0,22 |
| | Non-crack | 97,31 | 0,24 | -1,10 | 0,10 | 3,61 | 0,35 |
| | Kortel+polyester | 98,02 | 0,26 | -1,15 | 0,04 | 2,41 | 0,15 |
| 120 | Polyester | 97,91 | 0,07 | -1,08 | 0,05 | 2,26 | 0,06 |
| | Poliüretan | 97,80 | 0,35 | -1,57 | 0,23 | 2,80 | 0,11 |
| | Non-crack | 97,84 | 0,12 | -1,07 | 0,07 | 2,50 | 0,04 |
| | Kortel+polyester | 97,67 | 0,26 | -0,95 | 0,13 | 2,77 | 0,05 |
| 140 | Polyester | 98,25 | 0,16 | -1,26 | 0,20 | 2,00 | 0,23 |
| | Poliüretan | 98,34 | 0,12 | -1,61 | 0,09 | 3,07 | 0,24 |
| | Non-crack | 98,15 | 0,15 | -1,21 | 0,08 | 2,71 | 0,05 |
| | Kortel+polyester | 97,63 | 0,23 | -1,17 | 0,17 | 3,32 | 0,24 |
| 160 | Polyester | 97,94 | 0,25 | -1,12 | 0,29 | 2,24 | 0,14 |
| | Poliüretan | 98,52 | 0,09 | -1,56 | 0,10 | 3,45 | 0,04 |
| | Non-crack | 98,09 | 0,10 | -1,30 | 0,07 | 2,98 | 0,24 |
| | Kortel+polyester | 98,06 | 0,29 | -1,22 | 0,11 | 3,02 | 0,06 |

Çizelge 3.8 incelendiğinde örneklerde belirlenen L değerinin 98,52 ile 97,31 arasında değiştiği görülmektedir. Çalışmada kullanılan astar türü ve sıcaklık değişiminin renk L, a ve b değerleri üzerine etkili olduğu görülmektedir. Örneğin kontrol gruplarında L değeri 98,38 iken bu değer artan sıcaklık ile düştüğü, ancak sıcaklığın 120 °C ve bunun üzerindeki sıcaklık değerlerinde ise düşüşün nispeten daha az olduğu görülmüştür. 100 °C sıcaklık değerinde renk L (siyah – beyaz) değeri için en az

değişim kortel+polyester uygulanmış örneklerde %0,03 iken, en fazla değişim ise %1,1 ile non-crack astar uygulanmış deney örneklerinde meydana geldiği görülmüştür. Buna göre, uygulanan kortel+polyester tabakası, yüzeyde sıcaklığa bağlı olarak oluşacak renk değerlerindeki değişimi azaltıcı yönde etki yaptığı söylenebilir. Aynı şekilde 100 0C de renk a-b değerleri için en fazla değişim non crack astarda meydana gelmiştir. Genel olarak renk açısından değişimin 100 °C sıcaklıklarda tamamladığı söylenebilir. Daha sonra sıcaklık değerlerinin özellikle 160 °C sıcaklık uygulanmasında değişimin daha yüksek bir değerde olması astar uygulamasının olası kimyasal tepkimeden kaynaklandığı söylenebilir.

Yapılan çalışmada kullanılan deney koşullarının örneklerin renk -L değerine etkisi belirlemek için yapılan çoklu varyans analizi sonucuna ilişkin değerler Çizelge 3.9 de verilmiştir.

Çizelge 3.9. Renk L değerine ilişkin varyans analizi sonuçları.

| Kaynak | Kareler toplamı | Serbestlik Derecesi | Ortalama Kareler | F-Değeri | Önem düzeyi (p<0,05) |
|--|-----------------|---------------------|------------------|----------|----------------------|
| A | 16,30 | 4 | 4,08 | 60,03 | 0,00 |
| B | 5,68 | 3 | 1,89 | 27,88 | 0,00 |
| A* B | 13,19 | 12 | 1,10 | 16,19 | 0,00 |
| Hata | 25,80 | 380 | 0,07 | | |
| Toplam | 3843164,43 | 400 | | | |
| A: Sıcaklık (0-100- 120-140-160 °C) | | | | | |
| B: Astar boya türü (Polyester, Poliüretan, Non-crack, Kortel+polyester uygulama) | | | | | |

Çoklu varyans analizi sonuçlarına göre testte kullanılan sıcaklık değişimi, astar türü ve bunların karşılıklı etkileşimlerinin renk L değerine etkisi % 95 güven aralığında istatistiki açıdan anlamlı bulunmuştur. Bulunan farklılığın parametreler arasındaki sıralamasını belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 3.10'de verilmiştir.

Çizelge 3.10. Renk-L değerine ait Duncan testi sonuçları.

| Deney koşulları | | Ortalama renk L | *HG |
|------------------|------------------------------|-----------------|-----|
| Sıcaklık (°C) | 100 | 97,76 | A |
| | 120 | 97,80 | A |
| | 140 | 98,09 | B |
| | 160 | 98,15 | B |
| | 0 | 98,27 | C |
| Astar türü | Polyester + Kortel+polyester | 97,87 | A |
| | Non-crack | 97,95 | B |
| | Polyester | 98,05 | C |
| | Poliüretan | 98,19 | D |

*Homojenlik grubu

Deney koşullarında uygulanan sıcaklık değerlerinden 100 ve 120 °C aynı homojenlik grubunda iken 140 ve 160 °C sıcaklık değerleri ise aynı homojenlik gruplarında yer almıştır. Örneklere 100 ve 120 °C sıcaklık uygulaması genel olarak renk-L değerini (beyazlık) düşürmüştür ancak sıcaklık değerinin 140 ve 160 °C sıcaklık uygulanmasında ise renk L değerinin tekrardan yükseldiği görülmüştür ki bunda, yüzeyde sıcaklığa bağlı olarak yüzeyde gerçekleşen kimyasal tepkimelerin neden olduğu söylenebilir.

Yapılan çalışmada kullanılan deney koşullarının örneklerin renk-a (kırmızı-yeşil) değerine etkisi belirlemek için yapılan çoklu varyans analizi sonucuna ilişkin değerler Çizelge 3.11’de verilmiştir.

Çizelge 3.11. Renk-a değerine ilişkin varyans analizi sonuçları.

| Kaynak | Kareler toplamı | Serbestlik Derecesi | Ortalama Kareler | F-Değeri | Önem düzeyi (p<0,05) |
|--|-----------------|---------------------|------------------|----------|----------------------|
| A | 2,23 | 4,00 | 0,56 | 17,78 | 0,00 |
| B | 12,83 | 3,00 | 4,28 | 136,42 | 0,00 |
| A* B | 1,76 | 12,00 | 0,15 | 4,69 | 0,00 |
| Hata | 11,92 | 380,00 | 0,03 | | |
| Toplam | 666,97 | 400,00 | | | |
| A: Sıcaklık (0-100- 120-140-160°C) | | | | | |
| B: Vernik türü (Polyester, Poliüretan, Non-crack, Kortel+polyester uygulama) | | | | | |

Çoklu varyans analizi sonuçlarına göre sıcaklık değişimi, astar türü ve bunların karşılıklı etkileşiminin renk -a değerine etkisi istatistiksel olarak % 95 güven aralığında anlamlı bulunmuştur. Farklılığın parametreler arasındaki sıralamasını belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 3.12’de verilmiştir.

Çizelge 3.12. Renk-a değerine ait Duncan testi sonuçları.

| Deney koşulları | | Ortalama renk-a | *HG |
|-----------------|------------------------------|-----------------|-----|
| Sıcaklık (°C) | 0 | -1,35 | A |
| | 140 | -1,31 | A |
| | 160 | -1,30 | A |
| | 100 | -1,18 | B |
| | 120 | -1,16 | B |
| Astar türü | Poliüretan | -1,56 | A |
| | Non-crack | -1,21 | B |
| | Polyester | -1,14 | C |
| | Polyester + Kortel+polyester | -1,13 | C |

*Homojenlik grubu

100 ve 120 °C’de kuru sıcaklıklara tabi tutulan deney örneklerinde belirlen renk a (-a:yeşil) aynı homojenlik grubunda iken, kontrol grubu, 140 ve 160 °C sıcaklık değerlerinde belirlenen renk -a değerleri aynı homojenlik gruplarında yer almışlardır. Genel olarak sıcaklık uygulaması genel olarak renk-a değerini arttırdığı görülmüştür.

Kullanılan deney koşullarının örneklerin renk-b değerine etkisi belirlemek için yapılan çoklu varyans analizi sonucuna ilişkin değerler Çizelge 3.13’de verilmiştir.

Çizelge 3.13. Renk-b değerine ilişkin varyans analizi sonuçları.

| Kaynak | Kareler toplamı | Serbestlik Derecesi | Ortalama Kareler | F-Değeri | Önem düzeyi (p<0,05) |
|---|-----------------|---------------------|------------------|----------|----------------------|
| A | 10,51 | 4 | 2,63 | 68,75 | 0,00 |
| B | 49,05 | 3 | 16,35 | 427,97 | 0,00 |
| A* B | 27,89 | 12 | 2,32 | 60,83 | 0,00 |
| Hata | 14,52 | 380 | 0,04 | | |
| Toplam | 2959,82 | 400 | | | |
| A: Sıcaklık (0-100- 120-140-160 °C) | | | | | |
| B: Vernik türü (Polyester, Poliüretan, Non-crack, Kortel+polyester uygulama | | | | | |

Çoklu varyans analizi sonuçlarına göre uygulanan kuru sıcaklık değişimi, astar türü ve bunların karşılıklı etkileşiminin renk –b değerine etkisi %5 hata payı ile anlamlı bulunmuştur. Bulunan farklılığın sıralamasını yapmak için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 3.14’de verilmiştir.

Çizelge 3.14. Renk-b değerine ait Duncan testi sonuçları.

| Deney koşulları | | Ortalama renk-b | HG |
|------------------|------------------------------|-----------------|----|
| Sıcaklık (°C) | 0 | 2,45 | A |
| | 120 | 2,58 | B |
| | 100 | 2,63 | B |
| | 140 | 2,77 | C |
| | 160 | 2,92 | D |
| Astar türü | Polyester | 2,07 | A |
| | Polyester + Kortel+polyester | 2,78 | B |
| | Non-crack | 2,88 | C |
| | Poliüretan | 2,94 | D |

Çalışmada kullanılan sıcaklık değerlerinden 100 ve 120 °C uygulanan deney örneklerinde belirlen renk b (+b:sarı) değeri aynı homojenlik grubunda iken, kontrol grubu, 140 ve 160 °C sıcaklık değerlerinin uygulandığı örnekler ise ayrı ayrı homojenlik gruplarında yer almışlardır. Örneklerin uygulanan sıcaklık değerlerinin artması ile sararmanın olduğu belirlenmiştir. Uygulanan sıcaklık değerlerine göre sararma etkisi ez az polyester astar uygulanmış örneklerde, en fazla ise poliüretan astar uygulanmış örneklerde tespit edilmiştir. Kortel+polyester polyester astarın sararmazlık direncini nispeten düşürmüştür. Çatlama problemine karşı iddialı olarak üretilen non-crack astar ise poliüretana göre sararmazlık yönünden daha dayanıklı olduğu söylenebilir.

3.5.2. Kuru Sıcaklığın Parlaklık Değerine Etkisi

Yapılan çalışmada hazırlanan deney örneklerine kuru sıcaklık uygulanmasına bağlı olarak elde edilen parlaklığa ait ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 3.15’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.15. Kuru sıcaklık uygulamasına bağlı olarak elde edilen parlaklık değerleri

| Deney koşulları | | Parlaklık (%) | |
|-----------------|----------------------------|-------------------|----------------|
| Sıcaklık (°C) | Vernik Türü | Ortalama | Standart sapma |
| 0 (kontrol) | Polyester | 92,60 | 0,75 |
| | Poliüretan | 90,75 | 1,25 |
| | Non-crack | 92,50 | 0,51 |
| | Kortel+polyester+Polyester | 92,55 | 0,51 |
| 100 | Polyester | 93,1 ⁰ | 0,31 |
| | Poliüretan | 91,20 | 0,52 |
| | Non-crack | 88,75 | 0,97 |
| | Kortel+polyester+Polyester | 92,20 | 0,41 |
| 120 | Polyester | 92,15 | 0,37 |
| | Poliüretan | 90,35 | 1,81 |
| | Non-crack | 91,65 | 0,67 |
| | Kortel+polyester+Polyester | 90,65 | 0,67 |
| 140 | Polyester | 92,25 | 1,07 |
| | Poliüretan | 91,30 | 0,86 |
| | Non-crack | 91,25 | 0,44 |
| | Kortel+polyester+Polyester | 89,35 | 1,14 |
| 160 | Polyester | 92,65 | 0,49 |
| | Poliüretan | 90,00 | 1,69 |
| | Non-crack | 90,75 | 0,64 |
| | Kortel+polyester+Polyester | 89,85 | 0,99 |

Çalışmada kullanılan astar ve sonkat uygulanmasının parlaklık değerine etkisinin olduğu görülmektedir. Polyester ve poliüretan astar uygulanan kontrol örneklerinde elde edilen parlaklık değerleri sıcaklık uygulaması ile bir miktar artmış, ancak daha sonra tekrar parlaklık değerinin düştüğü görülmüştür. Kortel+polyester uygulanmış örneklerde ise 100⁰C ve 120⁰C'nin çok etkili olmadığı, ancak, 140-160⁰C sıcaklık değerlerinin etkili olduğu görülmüştür. Ayrıca 140-160⁰C sıcaklık uygulanmış örneklerin parlaklık değerleri kontrol gruplarına göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmada kullanılan astar türü ve test için uygulanan sıcaklık değerlerinin parlaklık değerine etkisi belirlemek için yapılan çoklu varyans analizi sonucuna ilişkin değerler Çizelge3.16 de verilmiştir.

Çizelge 3.16. Kuru sıcaklık uygulamasının parlaklık değerine ilişkin varyans analizi sonuçları.

| Kaynak | Kareler toplamı | Serbestlik Derecesi | Ortalama Kareler | F-Değeri | Önem düzeyi (p<0,05) |
|---|-----------------|---------------------|------------------|----------|----------------------|
| A | 76,51 | 4,00 | 19,13 | 23,47 | 0,00 |
| B | 214,55 | 3,00 | 71,52 | 87,74 | 0,00 |
| A* B | 275,97 | 12,00 | 23,00 | 28,21 | 0,00 |
| Hata | 309,75 | 380,00 | 0,82 | | |
| Toplam | 3334605,00 | 400,00 | | | |
| A: Sıcaklık (0-100- 120-140-160 °C) | | | | | |
| B: Astar türü (Polyester, Poliüretan, Non-crack, Kortel+polyester uygulama) | | | | | |

Yapılan çoklu varyans analizi sonuçlarına göre sıcaklık değişimi, astar türü ve bunların karşılıklı etkileşiminin parlaklık değerine etkisi %5 hata payı ile istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bulunan farklılığın sıralamasını belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 3.17’de verilmiştir.

Çizelge 3.17. Kuru sıcaklık uygulamasının parlaklık değerine ilişkin Duncan testi sonuçları.

| Deney koşulları | | Parlaklık Ortalama (%) | *HG |
|-----------------|------------------------------|------------------------|-----|
| Sıcaklık (°C) | 160 | 90,81 | A |
| | 140 | 91,03 | AB |
| | 120 | 91,20 | B |
| | 100 | 91,31 | B |
| | 0 | 92,10 | C |
| Astar türü | Poliüretan | 90,72 | A |
| | Polyester + Kortel+polyester | 90,92 | A |
| | Non-crack | 90,98 | A |
| | Polyester | 92,55 | B |

*Homojenlik grubu

Çalışmada kullanılan sıcaklık değerleri artıka örneklerin parlaklık değeri düşmektedir. 100 ve 120 °C sıcaklık uygulanan deney örneklerinin parlaklık değerlerini aynı oranda etkilediği söylenebilir ki zaten her ikisi de aynı homojenlik gruplarında verilmiştir.

3.6. SU BUHARI UYGULAMASININ ÖRNEKLERİN RENK VE PARLAKLIK DEĞERLERİNE ETKİSİ

3.6.1. Su Buharı Uygulamasının Örneklerin Renk Değerlerine Etkisi

Hazırlanan deney örneklerinin su buharına maruz bırakılması ile örneklerde meydana gelen renk (L-a-b) değerlerine ilişkin ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 3.18’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.18. Renk değerleri (L-a-b)

| Deney koşulları | | Renk L değeri | | Renk a değeri | | Renk b değeri | |
|----------------------|----------------------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|
| Sıcaklık değeri (°C) | Astar türü | Ortalama | Standart Sapma | Ortalama | Standart Sapma | Ortalama | Standart Sapma |
| 0 | Polyester | 98,38 | 0,55 | -1,30 | 0,30 | 2,05 | 0,15 |
| | Poliüretan | 98,36 | 0,28 | -1,56 | 0,28 | 2,70 | 0,09 |
| | Non-crack | 98,39 | 0,48 | -1,38 | 0,29 | 2,64 | 0,23 |
| | Kortel+polyester+polyester | 97,99 | 0,20 | -1,18 | 0,10 | 2,41 | 0,07 |
| 100 | Polyester | 98,23 | 0,14 | -0,97 | 0,08 | 2,02 | 0,06 |
| | Poliüretan | 97,70 | 0,10 | -1,26 | 0,04 | 3,39 | 0,04 |
| | Non-crack | 97,76 | 0,16 | -1,15 | 0,07 | 3,71 | 0,11 |
| | Kortel+polyester+polyester | 97,92 | 0,10 | -1,30 | 0,06 | 3,32 | 0,13 |

Çizelge 3.18 incelendiğinde renk L değerinin 98,38 ile 97,70 arasında değiştiği görülmektedir. Deney örneklerine su buharı uygulamasının renk L ve a ve b değerlerini etkilediği görülmektedir. Örneklere su buharı uygulaması tüm astar gruplarında da renk L değerini düşürücü etki yapmıştır. Örneklerde oluşan bu renk değişimi, çıplak gözle fark edilemeyecek kadar azdır. Renk L açısından en fazla değişim poliüretan ve non-crack uygulanmış örneklerde görülmüştür. Ayrıca uygulanan su buharı etkisi ile örneklerin büyük bir çoğunluğunda renk a ve b değerlerini arttıracak yönde etki yaptığı görülmüştür. Kortel+polyester uygulanmış örneklerde ise kayda değer bir düşüş olmamıştır. Bu durumda kortel+polyester uygulanmış örnekler L değerini (yani beyazlığını) en iyi koruyan astar türüdür. Renk a değerleri ise -1,56 ile -0,97 arasında değişmektedir. Kortel+polyester bu sonuçlara göre renk a değerini en iyi koruyan astar türüdür. Renk b değeri dikkate alındığında

ise polyester astar türünün değerini en fazla koruyan astar olduğu görülmektedir. Diğer astar türleri kontrol ölçümlerine göre değerlerini pozitif yönde arttırarak sararmaya karşı daha dayanıksız olduklarını göstermiştir.Yapılan çalışmada kullanılan astar türü ve su buharı uygulamasının örneklerin renk L değerine etkisi belirlemek için yapılan çoklu varyans analizi sonucuna ilişkin değerler Çizelge 3.19’da verilmiştir

Çizelge 3.19. Su buharına maruz bırakılmış örneklerin renk-L değerine ilişkin varyans analizi sonuçları.

| Kaynak | Kareler toplamı | Serbestlik Derecesi | Ortalama Kareler | F-Değeri | Önem düzeyi (p<0,05) |
|---|-----------------|---------------------|------------------|----------|----------------------|
| A | 5,75 | 1 | 5,75 | 63,92 | 0,00 |
| B | 2,66 | 3 | 0,89 | 9,86 | 0,00 |
| A * B | 2,90 | 3 | 0,97 | 10,75 | 0,00 |
| Hata | 13,68 | 152 | 0,09 | | |
| Toplam | 1539496,54 | 160 | | | |
| A: İşlem (kontrol, 100 °C su buharı) | | | | | |
| B: Astar türü (Polyester, Poliüretan, Non-crack, Kortel+polyester uygulama) | | | | | |

Yapılan çoklu varyans analizi sonuçlarına göre su buharı, astar türü ve bunların karşılıklı etkileşiminin renk L değerine etkisi %5 hata payı ile istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bulunan farklılığın sıralamasını belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 3.20’de verilmiştir.

Çizelge 3.20. Su buharı uygulanmış örneklerin Renk-L değerine ait Duncan testi sonuçları.

| Deney Koşulu (°C) | Ortalama L değeri | *HG |
|-----------------------|-------------------|-----|
| Poliüretan -100 | 97,70 | A |
| Non-crack -100 | 97,75 | AB |
| Kortel+polyester -100 | 97,91 | BC |
| Kortel+polyester -0 | 97,99 | C |
| Polyester -100 | 98,22 | D |
| Poliüretan -0 | 98,36 | D |
| Polyester -0 | 98,37 | D |
| Non-crack -0 | 98,38 | D |

*Homojenlik grubu.

Deney sonuçlarında poliüretan-100 °C ve non-crack-100 °C aynı homojenlik grubunda, non-crack-100 °C ve kortel+polyester-100 °C aynı homojenlik gruplarında, kortel+polyester-100 °C ve kortel+polyester-0 °C aynı homojenlik gruplarında ve son olarak da polyester-100°C poliüretan-0 °C polyester-0 °C non-crack-0 °C aynı homojenlik gruplarındadır.

Su buharı uygulaması sonucunda beyazlık (L) değeri olarak en az etkilenen kortel+polyester uygulanmış örneklerde olmuştur. Daha sonra sırası ile polyester, poliüretan ve non-crack gelmektedir. Buna göre kortel+polyester uygulaması yapılmış örnekler sararmaya karşı daha dirençli olduğu görülmüştür. Kortel+polyester, polyester astarla birlikte uygulanarak hazırlandığı için polyesterin sararma direncini daha da arttırmıştır. Dikkat edilirse kortel+polyesterden sonra dayanıklı olarak polyester gelmektedir. Poliüretan ve non-crack astar ise polyesterle kıyasla daha az dayanıklı olduğu görülmüştür.

Çalışmada kullanılan astar türü ve uygulanan su buharının örneklerin renk a değerine etkisi belirlemek için yapılan çoklu varyans analizi sonucuna ilişkin değerler Çizelge 3.21’de verilmiştir.

Çizelge 3.21. Su buharı uygulamasının renk-a değerine ilişkin varyans analizi sonuçları.

| Kaynak | Kareler toplamı | Serbestlik Derecesi | Ortalama Kareler | F-Değeri | Önem düzeyi (p<0,05) |
|---|-----------------|---------------------|------------------|----------|----------------------|
| A | 1,380122 | 1 | 1,38 | 39,11 | 0,00 |
| B | 1,575035 | 3 | 0,53 | 14,88 | 0,00 |
| A * B | 1,329163 | 3 | 0,44 | 12,55 | 0,00 |
| Hata | 5,36439 | 152 | 0,04 | | |
| Toplam | 264,3708 | 160 | | | |
| A: İşlem (kontrol, 100 °C su buharı) | | | | | |
| B: Astar türü (Polyester, Poliüretan, Non-crack, Kortel+polyester uygulama) | | | | | |

Yapılan çoklu varyans analizi sonuçlarına göre su buharı uygulaması, astar türü ve bunların karşılıklı etkileşiminin renk-a değerine etkisi %95 güven

aralığında istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bulunan farklılığın sıralamasını belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 3.22’de verilmiştir.

Çizelge 3.22. Su buharı uygulamasının Renk-a değerine ait Duncan testi sonuçları

| Deney Koşulu (°C) | Ortalama Renk a değeri | *HG |
|-----------------------|------------------------|-----|
| Poliüretan -0 | -1,56 | A |
| Non-crack -0 | -1,38 | B |
| Kortel+polyester -100 | -1,30 | BC |
| Polyester -0 | -1,30 | BC |
| Poliüretan -100 | -1,26 | CD |
| Kortel+polyester -0 | -1,18 | CD |
| Non-crack -100 | -1,15 | D |
| Polyester -100 | -0,97 | E |

*Homojenlik grubu

Dikkat edilirse polyester astar uygulanmış örneklerin su buharına maruz bırakılması ile renk a değeri, kontrol değerine göre en fazla değişim göstermiştir. Yani kırmızıya yaklaşmıştır. Renk a’nın Kontrol değeri non-crack ve su buharı uygulanmış kortel+polyester aynı homojenlik gruplarında olduklarından onlarda renk a değeri olarak fazla değişim göstermiştir.

Çalışmada kullanılan astar türü ve uygulanan su buharının örneklerin renk b değerine etkisi belirlemek için yapılan çoklu varyans analizi sonucuna ilişkin değerler Çizelge 3.23’de verilmiştir.

Çizelge 3.23 Renk-b değerine ilişkin varyans analizi sonuçları

| Kaynak | Kareler toplamı | Serbestlik Derecesi | Ortalama Kareler | F-Değeri | Önem düzeyi (p<0,05) |
|---|-----------------|---------------------|------------------|----------|----------------------|
| A | 17,32 | 1 | 17,32 | 1126,01 | 0,00 |
| B | 31,80 | 3 | 10,60 | 689,13 | 0,00 |
| A*B | 7,06 | 3 | 2,35 | 153,08 | 0,00 |
| Hata | 2,34 | 152 | 0,02 | | |
| Toplam | 1294,73 | 160 | | | |
| A: İşlem (kontrol, 100 °C su buharı) | | | | | |
| B: Astar türü (Polyester, Poliüretan, Non-crack, Kortel+polyester uygulama) | | | | | |

Yapılan çoklu varyans analizi sonuçlarına göre su buharı uygulaması, astar türü ve bunların karşılıklı etkileşiminin renk-b değerine etkisi %95 güven aralığında istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bulunan farklılığın sıralamasını belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 3.24’de verilmiştir.

Çizelge 3.24. Su buharı uygulamasının renk-b değerine ait Duncan testi sonuçları

| Deney Koşulu °C | Ortalama Renk b değeri | *HG |
|-----------------------|------------------------|-----|
| Polyester -100 | 2,02 | A |
| Polyester -0 | 2,05 | A |
| Kortel+polyester -0 | 2,41 | B |
| Non-crack -0 | 2,64 | C |
| Poliüretan -0 | 2,70 | C |
| Kortel+polyester -100 | 3,32 | D |
| Poliüretan -100 | 3,39 | D |
| Non-crack -100 | 3,71 | E |

*Homojenlik grubu.

Dikkat edilirse renk-b değeri bakımından polyester astar uygulanmış örnekler fazla değişim göstermemiştir. Değişimin en fazla olduğu astar türü ise yaklaşık %40’lık bir değişim ile non-crack astar uygulanan örneklerde olmuştur.

3.6.2. Su Buhari Uygulamasının Örneklerin Parlaklık Değerine Etkisi

Su buharı uygulamasının örneklerin parlaklık değerine etkisi Çizelge 3.25 de verilmiştir.

Çizelge 3.25. Su buharı uygulamasının örneklerin parlaklık değerine etkisi

| Deney Koşulları | | Parlaklık | |
|---------------------------|----------------------------|--------------|----------------|
| Sıcaklık (°C) (Su buharı) | Astar Türü | Ortalama (%) | Standart Sapma |
| 0 (Kontrol) | Polyester | 92,6 | 0,75 |
| | Poliüretan | 90,75 | 1,25 |
| | Non-crack | 92,5 | 0,51 |
| | Kortel+polyester+polyester | 92,55 | 0,51 |
| 100 °C (Su buharı) | Polyester | 92,05 | 0,69 |
| | Poliüretan | 89,75 | 0,79 |
| | Non-crack | 89,75 | 0,79 |
| | Kortel+polyester+polyester | 90,65 | 0,67 |

Su buharı uygulaması yapılan non-crack astar uygulanmış örnekler parlaklık değerini en fazla kaybeden örneklerdir. Polyester astarlı örnekler ise parlaklık değerini diğerlerine göre daha az kaybetmiştir. Yapılan çalışmada kullanılan deney koşullarının örneklerin parlaklık değerine etkisi belirlemek için yapılan çoklu varyans analizi sonucuna ilişkin değerler Çizelge 3.26’da verilmiştir.

Çizelge 3.26. Su buharı uygulanmış örneklerin parlaklık değerine ilişkin varyans analizi sonuçları.

| Kaynak | Kareler toplamı | Serbestlik Derecesi | Ortalama Kareler | F-Değeri | Önem düzeyi (p<0,05) |
|---|-----------------|---------------------|------------------|----------|----------------------|
| A | 96,10 | 1 | 96,10 | 159,64 | 0,00 |
| B | 90,85 | 3 | 30,28 | 50,31 | 0,00 |
| A* B | 28,65 | 3 | 9,55 | 15,86 | 0,00 |
| Hata | 91,50 | 152 | 0,60 | | |
| Toplam | 1334748,00 | 160 | | | |
| A: İşlem (kontrol, 100 °C su buharı) | | | | | |
| B: Astar türü (Polyester, Poliüretan, Non-crack, Kortel+polyester uygulama) | | | | | |

Çoklu varyans analizi sonuçlarına göre su buharı uygulamasının, astar türünün ve bunların karşılıklı etkileşimlerinin parlaklık değerine etkisi % 95 güven aralığında anlamlı bulunmuştur. Bulunan farklılığın parametreler arasındaki önem sıralamasını belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 3.27’de verilmiştir.

Çizelge 3.27. Su buharı uygulamasının parlaklık değerine ait Duncan testi sonuçları.

| Deney Koşulu (astar türü-sıcaklık) °C | Ortalama (%) | HG |
|---------------------------------------|--------------|----|
| Poliüretan -100 | 89,75 | A |
| Non-crack -100 | 89,75 | A |
| Kortel+polyester+polyester -100 | 90,65 | B |
| Poliüretan -0 | 90,75 | B |
| Polyester -100 | 92,05 | C |
| Non-crack -0 | 92,5 | CD |
| Kortel+polyester+polyester -0 | 92,55 | CD |
| Polyester -0 | 92,6 | D |

Farklılık bulnan gruplar, farklı homojenlik gruplarında gösterilmiştir. Su buharı uygulaması poliüretan ve non-crack astar uygulamalarında aynı etkiyi yapmış ve dolayısıyla da aynı homojenlik grubunda yer almıştır.

3.7. İKLİMSEL DEĞİŞİKLİĞE KARŞI DİRENÇ (KISA SÜRELİ-YORMA DENEYİ)

Değişik astar türlerinin iklimsel değişikliğe (yaşlandırma) karşı direncini belirlemek için, kısa ve uzun süreli döngüler uygulanarak sonuçlar her aşama için ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Kısa süreli yorma döngüsünde, üç adet deney örneği (reward, slim, kristal) kullanılmıştır. Seçilen örnek tipleri sanayide kullanılan ve çatlamalardan en çok etkilenen detaylar olmasına dikkat edilmiştir. Bu yaşlandırma testinde örnekler, $48,9\pm 3$ °C sıcaklıkta bir saat bekletildikten sonra örnekler daha henüz sıcakken -21 °C'de 30 dakika bekletilerek örenkelerde oluşan fiziksel değişim hem çıplak gözle hem de kuvvetli ışık altında gözlemlenerek ayrı ayrı yorumlanmıştır.

Kısa süreli yaşlandırma işleminde, tüm örneklerin çatladığı 24.döngüde yaşlandırma işlemine son verilmiştir. Ayrıca, örenkelerde yaşlandırma işlemi sonucunda yapılan gözlemler çizelge 3.28-3.29-3.30'da ayrıntılı bir şekilde gösterilmiştir.

Çizelge 3.28. Kısa süreli iklimsel değişim sonuçları (1.-9.) döngüler.

| Kısa Süreli Döngüde Deney Sonuçları | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|------------------|-----------|-----------|-------------------------------|----------|
| Döngü No | Parça Adı | Astar Türü | | | | Şekil No |
| | | Kortel+polyester | Non-Crack | Polyester | Poliüretan | |
| Döngü 1 | Reward | Normal | Normal | Normal | Normal | |
| | Slim 18+18 Kalınlaştırma | Normal | Normal | Normal | Normal | |
| | Kristal Tipi Kapak | Normal | Normal | Normal | Normal | |
| Döngü 2 | Reward | Normal | Normal | Normal | Normal | |
| | Slim 18+18 Kalınlaştırma | Normal | Normal | Normal | Normal | |
| | Kristal Tipi Kapak | Normal | Normal | Normal | Normal | |
| Döngü 3 | Reward | Normal | Normal | Normal | Arka düz kenarda hafif çatlak | 3.6 |
| | Slim 18+18 Kalınlaştırma | Normal | Normal | Normal | Normal | |
| | Kristal Tipi Kapak | Normal | Normal | Normal | Normal | |
| Döngü 4 | Reward | Normal | Normal | Normal | Arka düz kenarda hafif çatlak | |
| | Slim 18+18 Kalınlaştırma | Normal | Normal | Normal | Normal | |
| | Kristal Tipi Kapak | Normal | Normal | Normal | Normal | |
| Döngü 5 | Reward | Normal | Normal | Normal | Arka düz kenarda hafif çatlak | |
| | Slim 18+18 Kalınlaştırma | Normal | Normal | Normal | Normal | |
| | Kristal Tipi Kapak | Normal | Normal | Normal | Normal | |
| Döngü 6 | Reward | Normal | Normal | Normal | Arka düz kenarda hafif çatlak | |
| | Slim 18+18 Kalınlaştırma | Normal | Normal | Normal | Normal | |
| | Kristal Tipi Kapak | Normal | Normal | Normal | Normal | |
| Döngü 7 | Reward | Normal | Normal | Normal | Arka düz kenarda hafif çatlak | |
| | Slim 18+18 Kalınlaştırma | Normal | Normal | Normal | Normal | |
| | Kristal Tipi Kapak | Normal | Normal | Normal | Normal | |
| Döngü 8 | Reward | Normal | Normal | Normal | Arka düz kenarda hafif çatlak | |
| | Slim 18+18 Kalınlaştırma | Normal | Normal | Normal | Normal | |
| | Kristal Tipi Kapak | Normal | Normal | Normal | Normal | |
| Döngü 9 | Reward | Normal | Normal | Normal | Arka düz kenarda hafif çatlak | |
| | Slim 18+18 Kalınlaştırma | Normal | Normal | Normal | Normal | |
| | Kristal Tipi Kapak | Normal | Normal | Normal | Normal | |

Çizelge 3.29. Kısa süreli iklimsel değişim sonuçları (10.-17.) döngüler.

| Kısa Süreli Döngüde Deney Sonuçları | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|------------------|--------------------------|---------------------------|--|----------|
| Döngü No | Parça Adı | Astar Türü | | | | Şekil No |
| | | Kortel+polyester | Non-Crack | Polyester | Poliüretan | |
| Döngü 10 | Reward | Normal | Ek yeri izi belli oluyor | Normal | Arka düz kenarda çatlak ve iz belirli | 3.7-,3.8 |
| | Slim 18+18 Kalınlaştırma | Normal | Normal | Normal | Normal | |
| | Kristal Tipi Kapak | Normal | Normal | Normal | Normal | |
| Döngü 11 | Reward | Normal | Ek yeri izi belli oluyor | Normal | Arka düz kenarda çatlak ve iz belirli | |
| | Slim 18+18 Kalınlaştırma | Normal | Normal | Normal | Normal | |
| | Kristal Tipi Kapak | Normal | Normal | Normal | Normal | |
| Döngü 12 | Reward | Normal | Ek yeri izi belli oluyor | Normal | Arka düz kenarda çatlak ve iz belirli | |
| | Slim 18+18 Kalınlaştırma | Normal | Normal | Normal | Normal | |
| | Kristal Tipi Kapak | Normal | Normal | Normal | Normal | |
| Döngü 13 | Reward | Normal | Ek yeri izi belli oluyor | Normal | Arka düz kenarda çatlak ve iz daha belirli | |
| | Slim 18+18 Kalınlaştırma | | | | | |
| | Kristal Tipi Kapak | Normal | Ek yeri izi belli oluyor | Normal | Normal | 3.9 |
| | Reward | Normal | Normal | Normal | Normal | |
| Döngü 14 | Slim 18+18 Kalınlaştırma | Normal | Ek yeri izi belli oluyor | Normal | Arka düz kenarda çatlak ve iz daha belirli | |
| | Kristal Tipi Kapak | Normal | Ek yeri izi belli oluyor | Kısa Kenarda çatlak | Normal | 3.10 |
| | Reward | Normal | Normal | Normal | Normal | |
| Döngü 15 | Slim 18+18 Kalınlaştırma | Normal | Ek yeri izi belli oluyor | Normal | Arka düz kenarda çatlak ve iz daha belirli | |
| | Kristal Tipi Kapak | Normal | Ek yeri izi belli oluyor | Kısa Kenarda çatlak | Normal | |
| | Reward | Normal | Normal | Normal | Normal | |
| Döngü 16 | Slim 18+18 Kalınlaştırma | Normal | Ek yeri izi belli oluyor | Ek yerinde hafif iz | Arka düz kenarda çatlak ve iz daha belirli | 3.11 |
| | Kristal Tipi Kapak | Normal | Ek yeri izi belli oluyor | Kısa Kenarda çatlak | Normal | |
| | Reward | Normal | Normal | Normal | Normal | |
| Döngü 17 | Slim 18+18 Kalınlaştırma | Normal | Ek yeri izi belli oluyor | Ek yerinde hafif iz | Arka düz kenarda çatlak ve iz daha belirli | |
| | Kristal Tipi Kapak | Normal | Hafif çatlak | Kısa Kenarda çatlak arttı | Normal | 3.12 |
| | Reward | Normal | Normal | Normal | Normal | |

Çizelge 3.30. Kısa süreli iklimsel değişim sonuçları (18.-24.) döngüler.

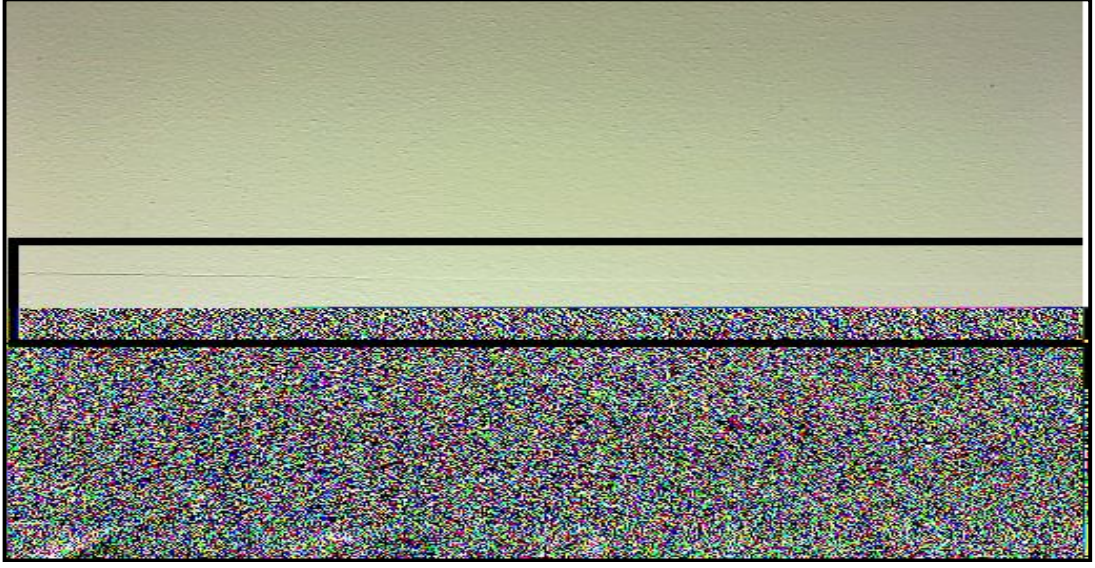
| Kısa Süreli Döngüde Deney Sonuçları | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|---------------------------|--|----------|
| Döngü No | Parça Adı | Astar Türü | | | | Şekil NO |
| | | Kortel+poliüretan | Non-Crack | Polyester | Poliüretan | |
| Döngü 18 | Reward | Normal | Ek yeri izi belli oluyor | Ek yerinde hafif iz | Arka düz kenarda çatlak ve iz daha belirli | |
| | Slim 18+18 Kalınlaştırma | Normal | Hafif çatlak | Kısa Kenarda çatlak arttı | Cumba çatlakları başladı | |
| | Kristal Tipi Kapak | Normal | Normal | Normal | Yüzeyde çatlak başladı | 3.13 |
| Döngü 19 | Reward | Normal | Ek yeri izi belli oluyor | Ek yerinde hafif iz | Arka düz kenarda çatlak ve iz daha belirli | |
| | Slim 18+18 Kalınlaştırma | Normal | Hafif çatlak | Kısa Kenarda çatlak arttı | Cumba çatlakları başladı | |
| | Kristal Tipi Kapak | Normal | Normal | Normal | Yüzeyde çatlak başladı | |
| Döngü 20 | Reward | Normal | Ek yeri izi belli oluyor | Ek yerinde hafif iz | Arka düz kenarda çatlak ve iz daha belirli | |
| | Slim 18+18 Kalınlaştırma | Normal | Hafif çatlak | Kısa Kenarda çatlak arttı | Cumba çatlakları başladı | |
| | Kristal Tipi Kapak | Normal | Normal | Normal | Yüzeyde çatlak başladı | |
| Döngü 21 | Reward | Normal | Ek yeri izi belli oluyor | Ek yerinde hafif iz | Arka düz kenarda çatlak ve iz daha belirli | |
| | Slim 18+18 Kalınlaştırma | Normal | Hafif çatlak | Kısa Kenarda çatlak arttı | Uzun cumba çatlağı var | |
| | Kristal Tipi Kapak | Normal | Normal | Normal | Yüzeyde çatlak başladı | |
| Döngü 22 | Reward | Normal | Ek yeri izi belli oluyor | Ek yerinde hafif iz | Arka düz kenarda çatlak ve iz daha belirli | |
| | Slim 18+18 Kalınlaştırma | Normal | Hafif çatlak | Kısa Kenarda çatlak arttı | Cumba çatlakları başladı | |
| | Kristal Tipi Kapak | Normal | Normal | Normal | Yüzeyde çatlak başladı | |
| Döngü 23 | Reward | Normal | Ek yeri izi belli oluyor | Ek yerinde hafif iz | Arka düz kenarda çatlak ve iz daha belirli | |
| | Slim 18+18 Kalınlaştırma | Normal | Hafif çatlak | Kısa Kenarda çatlak arttı | Cumba çatlakları başladı | |
| | Kristal Tipi Kapak | Normal | Normal | Normal | Yüzeyde çatlak başladı | |
| Döngü 24 | Reward | Normal | Ek yeri izi belli oluyor | Ek yerinde hafif iz | Arka düz kenarda çatlak ve iz daha belirli | |
| | Slim 18+18 Kalınlaştırma | Normal | Hafif çatlak | Kısa Kenarda çatlak arttı | Cumba çatlakları başladı | |
| | Kristal Tipi Kapak | Normal | Normal | Normal | Yüzeyde çatlak başladı | |

Poliüretan astar uygulaması yapılmış reward parça detayı deney örneği, uzun düz kenarından üçüncü döngünün sonunda çatlama başlamıştır. Şekil 3.6'de hafif kılcak iz halinde görülen çatlak verilmiştir.



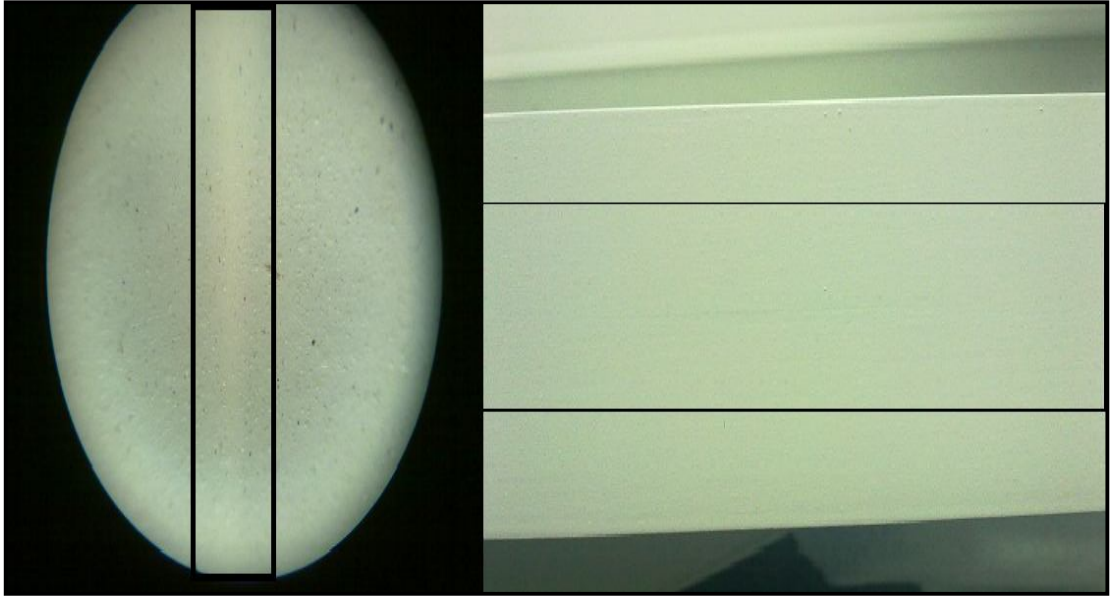
Şekil 3.6. Poliüretan astarlı reward tipi parçada hafif çatlak başlaması (Döngü 3).

Poliüretan astar uygulanmış reward tipi test örneklerinin üçüncü döngünün sonuna gelindiğinde çatlak çatlak görüntüsü daha da artmış ve uygulanan yaşlandırma periyoduna devam edilmesi ile oluşan çatlak yüzeyde iz halinde yayılmaya devam etmiştir. Şekil 3.7'de aynı örnekte oluşan çatlağın onuncu döngü sonundaki hali gösterilmiştir.



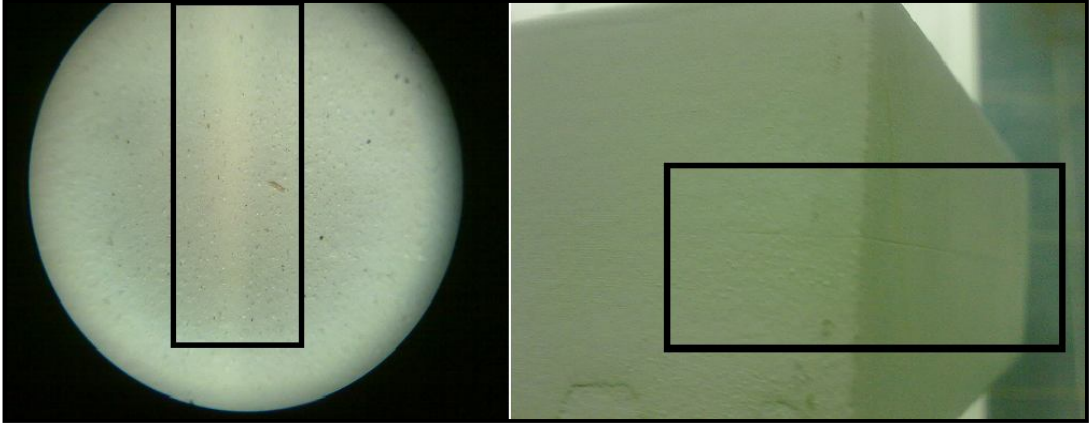
Şekil 3.7. Poliüretan astarlı reward tipi parçada oluşan çatlak görünümü (Döngü 10).

Non-crack astar uygulanmış reward örneği, onuncu döngünün sonuna gelindiğinde ek yerindeki iz belli olmaya başlamıştır. Astar uygulandığı malzemedeki, kalınlaştırma ek yerindeki çalışmayı göstermemek adına astarın esnediği katman kalınlığının incelendiği görülmektedir. Şekil 3.8’de non-crack astar uygulanmış reward tipi parçanın çatlamaya karşı esneyerek gösterdiği direnç görülmektedir.



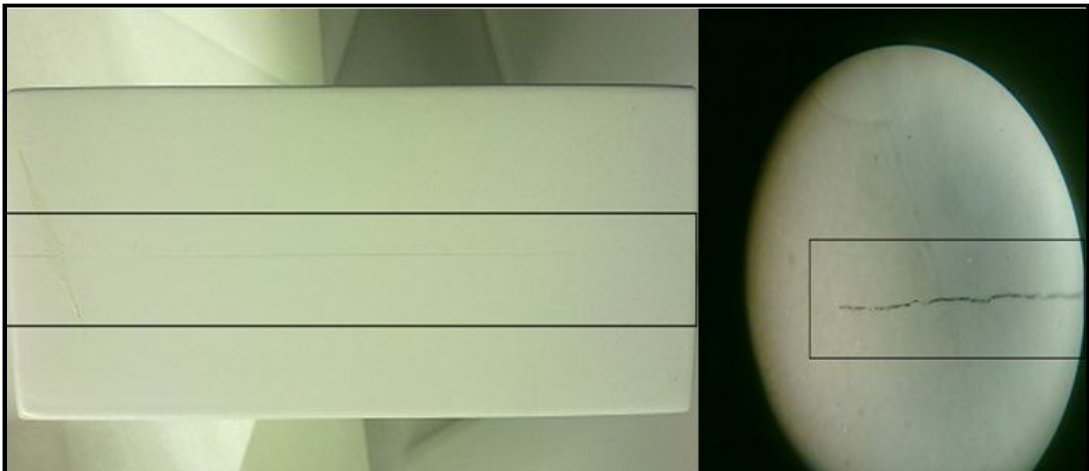
Şekil 3.8. Non-crack astarlı reward tipi parçada ek yeri izinin belli olmaya başlaması(Döngü10).

13. döngü sonunda 18+18 düz kalınlaştırmalı (slim) non-crack astarlı parçalarda çalışma nedeniyle iç gerilmeler meydana gelmiştir. Ancak non-crack astar esneyerek olası çatlamların dışarıdan görülmesini engellemiştir. Şekil 3.9’de Non-crack astar uygulanmış parçadaki gerilmeler sonucu katman katında oluşan genişleme görülmektedir.



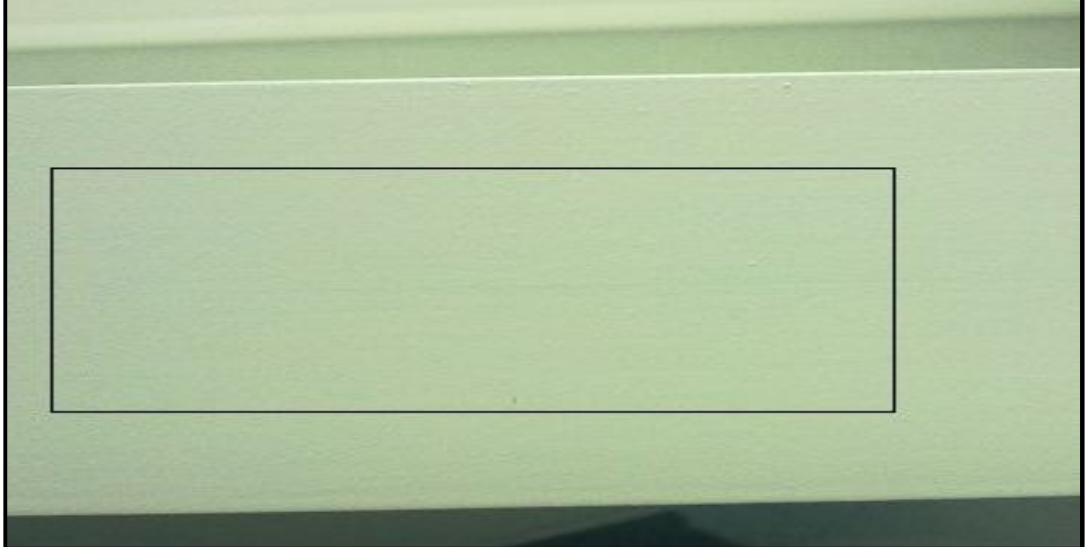
Şekil 3.9. Non-crack astarlı 18+18 düz kalınlaştırmalı parçada ek yeri, astarın esnemesi ile meydana gelen açık renkli bölge (Döngü 13).

18+18 mm (slim) kalınlaştırma yapılmış parçada polyester astar 14. Döngünün sonunda kısa kenarından çatlamış olup bu durum Şekil 3.10’da genel olarak ve ışıklı lümen altında görüntüsü verilmiştir.



Şekil 3.10. Polyester astarlı 18+18 kısa kenar tamamen çatladı. Çatlağın genel ve ışıklı lümen altındaki görüntüsü (Döngü 14).

Onaltıncı döngünün sonunda, reward tipi polyester astarlı kalınlaştırmalı parçada ek yerleri komple iz şeklinde belli olmaya başlamıştır (Şekil 3.11).



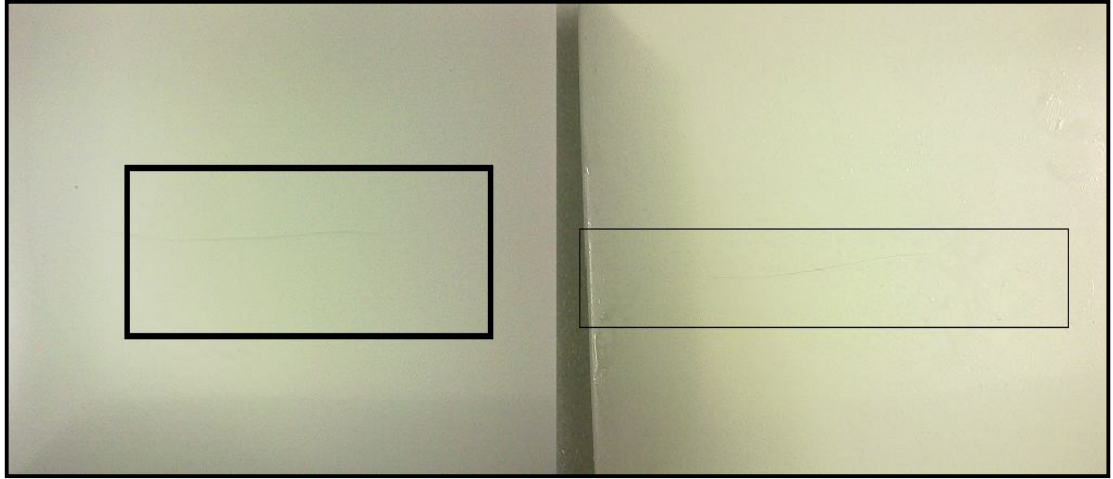
Şekil 3.11. Polyester astarlı reward modeli parçada ek yerlerinin komple iz halinde belli olmaya başlaması (Döngü 16).

Döngü 17 sonunda non-crack astar uygulaması yapılmış 18+18mm düz kalınlaştırmalı (slim) parçada kılcal çatlak görülmeye başlamıştır. Şekil 3.12’de kılcal çatlak görülmektedir.



Şekil 3.12. Döngü 17 non-crack 18+18 düz kalınlaştırmalı parçada hafif çatlak başlaması.

Döngü 19’da poliüretan astarla kaplanmış kristal tipi parçada yüzeyde çatlak meydana gelmiştir. Şekil 3.13’de parçanın fotoğrafı görülmektedir.



Şekil 3.13. Döngü 18 Kristal tipi poliüretan astarlı parçada yüzeyde çatlakların başlaması.

Kısa süreli döngü 24 tekrar olarak yapılmıştır. Deney sonunda kortel+polyesterlemiş parçalar fiziksel bir çatlama olmadan deneyi tamamlamıştır. Non-crack uygulanmış reward tipi parçalarda oluşan iç gerilmeler tolere edilerek çatlama olmamış, ancak gerilme iz şeklinde belli olmaktadır. 18+18 mm (slim) üzerine non-crack uygulanmış parçalarda hafif çatlak görülmüştür. Non-crack uygulanmış kristal tipi parçalar ise herhangi bir şekilde çatlama olmamıştır. Polyester uygulanmış parçalardan sadece kristal modelinde fiziksel bir çatlak yoktur. Diğer parçalarda iz ve çatlaklar görülmektedir. Poliüretan uygulanmış tüm parçalar deney sonunda çatlama olmuştur. Çizelge 3.29’de icmal tablosu verilmiştir.

Çizelge 3.31. Kısa süreli döngü sonunda sonuç icmal tablosu.

| Kısa Süreli Döngü Sonu İcmal Tablosu | | | | | |
|--------------------------------------|--------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------------|--|
| Döngü No | Parça Adı | Uygulama | | | |
| | | Kortel+ polyesterli | Non-Crack | Polyester | Poliüretan |
| Döngü 24 | Reward | Normal | Ek yeri izi belli oluyor | Ek yerinde hafif iz | Arka düz kenarda çatlak ve iz daha belirli |
| | Slim 18+18 Kalınlaştırma | Normal | Hafif çatlak | Kısa Kenarda çatlak arttı | Cumba çatlakları başladı |
| | Kristal Tipi Kapak | Normal | Normal | Normal | Yüzeyde çatlak başladı |

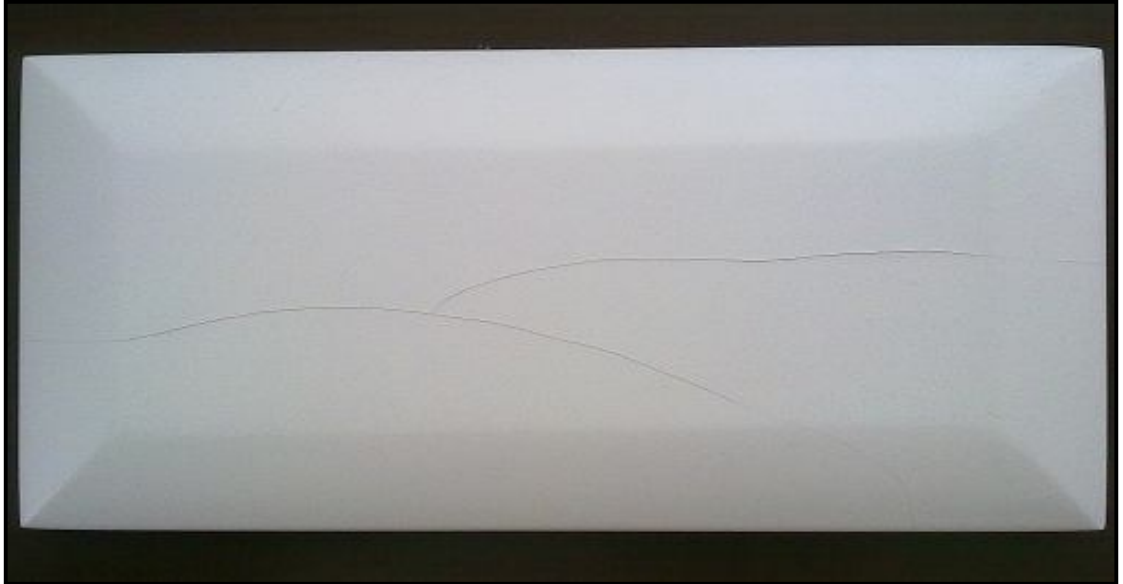
3.8. İKLİMSSEL DEĞİŞİKLİĞE KARŞI DİRENÇ (UZUN SÜRELİ-YORMA DENEYİ)

Değişik astar türlerinin daha zor koşullarda uzun süreli yorma deneyine tabi tutulması sonucunda örneklerde çeşitli fiziksel değişiklikler meydana gelmiştir. Bu değişimler hem astar türü hem de örnek tipine göre ayrı ayrı olarak değerlendirilmiştir.

Örnekler beş gün süre boyunca 8 ve 16 saatlik periyotlar halinde toplam 24 saat deneye tabi tutulmuştur. Deney aşamalarında 80 °C ve -20 °C sıcaklıklar uygulanmıştır. Bazı kademelerde ayrıca %90 bağıl nem uygulanmıştır.

3.8.1. Kalınlığı 18 mm ve Kenarları Kristal Modeli Pah Kırılmış Deney Örneği (Poliüretan Astar)

Örnek, döngünün ikinci gününde yüzeyden çatlamaya başlamıştır. Diğer örneklerle göre daha erken başlayan çatlaklar yüzeyde dallanarak ilerlemiş ve çok belirgin bir hal almıştır. Şekil 3.14'da de örneğin deney sonrası genel bir görüntüsü verilmiştir.



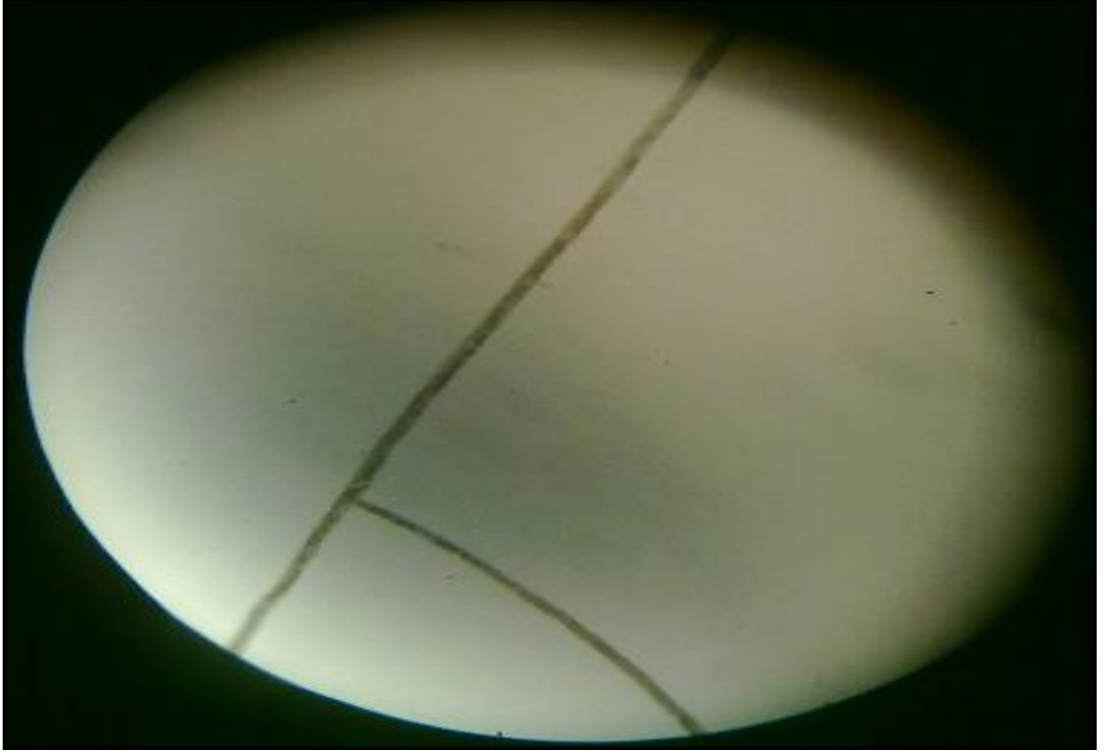
Şekil 3.14. 18 mm kalınlığında kenarları kristal pah kırılmış poliüretan astarlı deney örneği.

Çatlaklar öncelikle kısa kenar cumbasında başlamıştır. Muhtemelen bunun nedeni pah kırılan cumbadaki astar ve sonkat boyanın yüzeyinişlenmesi ile daha hetorejen hale gelmesinden dolayı birim yüzeydeki gerilmelere karşı tepkinin farklı olmasından kaynaklanıyor olabilir. Çünkü pah kırılan yerlerde MDF'nin orta tabakasına kadar inilmekte ve daha geniş ve sıvı emilimi daha yüksek bir alan ortaya çıkmaktadır. Çatlamlar daha sonra tıpkı çatlayan bir camdaki kırığın ilerlemesi gibi ilerlemeye devam etmektedir. İki ayrı noktadan başlayan çatlamlar yüzey ortasında kesişmektedir. Çatlamanın başladığı cumbanın yakın görüntüsü şekil 3.15'de verilmiştir.



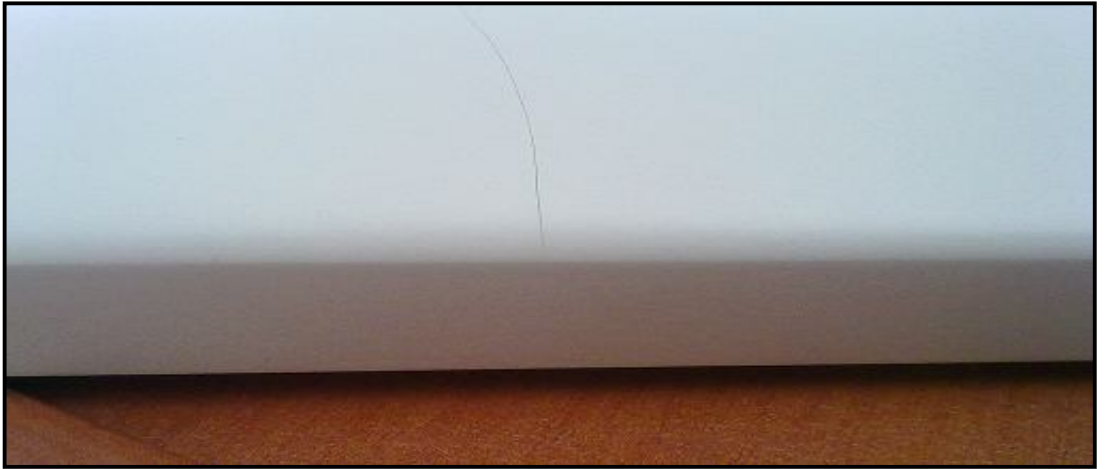
Şekil 3.15. Kristal pah kırılarak hazırlanmış poliüretan astarlı parçada çatlağın yakın görüntüsü.

Şekilden görüleceği gibi çatlaklar oldukça derindir. Oluşan çatlaklar, boya ve astar katmanını geçerek MDF içerisine doğru ilerlemektedir. Muhtemelen çatlayan yerler gerilmenin en fazla olduğu yoğun astar-boya katmanının bulunduğu yerlerdir. Eğer döngü standardın dışında daha uzun süreler devam ettirilse idi muhtemelen çatlaklar daha da artacaktı. Oluşan çatlağın ışıklı lümen altındaki görüntüsü Şekil 3.16'de verilmiştir.



Şekil 3.16. Kristal pah kırılarak hazırlanmış poliüretan astarlı parçada çatlakın ışıklı lümen altındaki görüntüsü.

Pah kırılmış kenardan başlayan çatlak Şekil 3.17'e dikkat edilirse cumbanın düz tarafına ilerlememiştir. Düz olan bu kısımlarda diğer yüzeye yaklaştıkça yoğunluk ve liflerin mekanik kenetlenmesinin oluşturduğu direnç arttığı için çatlama meydana gelmemiştir.



Şekil 3.17. Kristal pah kırılarak hazırlanmış poliüretan astarlı parçada yüzeyden kenara çatlak oluşumu.

3.8.2. Kalınlığı 18 mm ve Kenarları Kristal Modeli Pah Kırılmış Örnek (Polyester Astarlı)

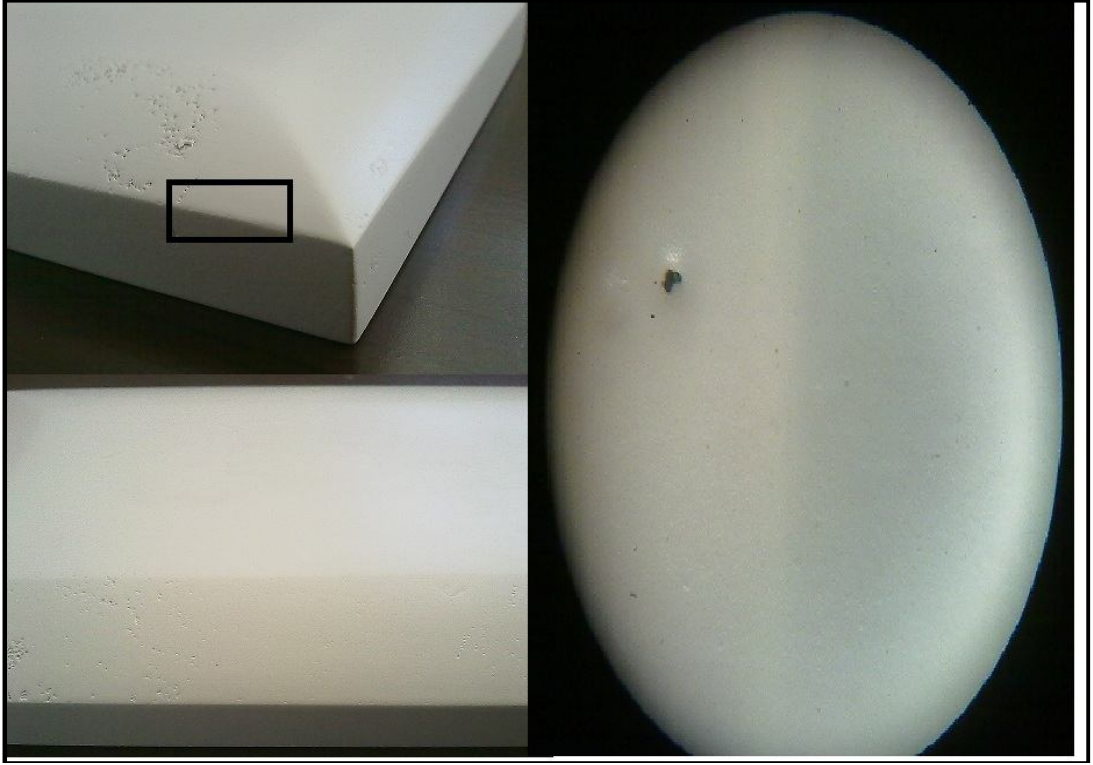
Polyester astarlı örnekler kenarlarında düz ve pah kırılmış yerlerin sınırında uzun bir çizgi boyunca çatlamıştır. Polyester astar daha sert ve esnekliği daha az olduğundan muhtemelen yüzeyde gereken dayanıklılığı göstermiş ancak zayıf cumbada oluşan gerilmeleri tolare etmek yeterli esnekliğe sahip olmadığı çatlama meydana getirmiştir. Şekil 3.18'de görülebileceği gibi örnek üst yüzeyinde herhangi bir çatlak oluşmamıştır.



Şekil 3.18. Polyester astarlı örneklerde görülen çatlaklar.

3.8.3. Kalınlığı 18 mm Kenarları Kristal Modeli Pah Kırılmış Örneğ (Kortel+polyester)

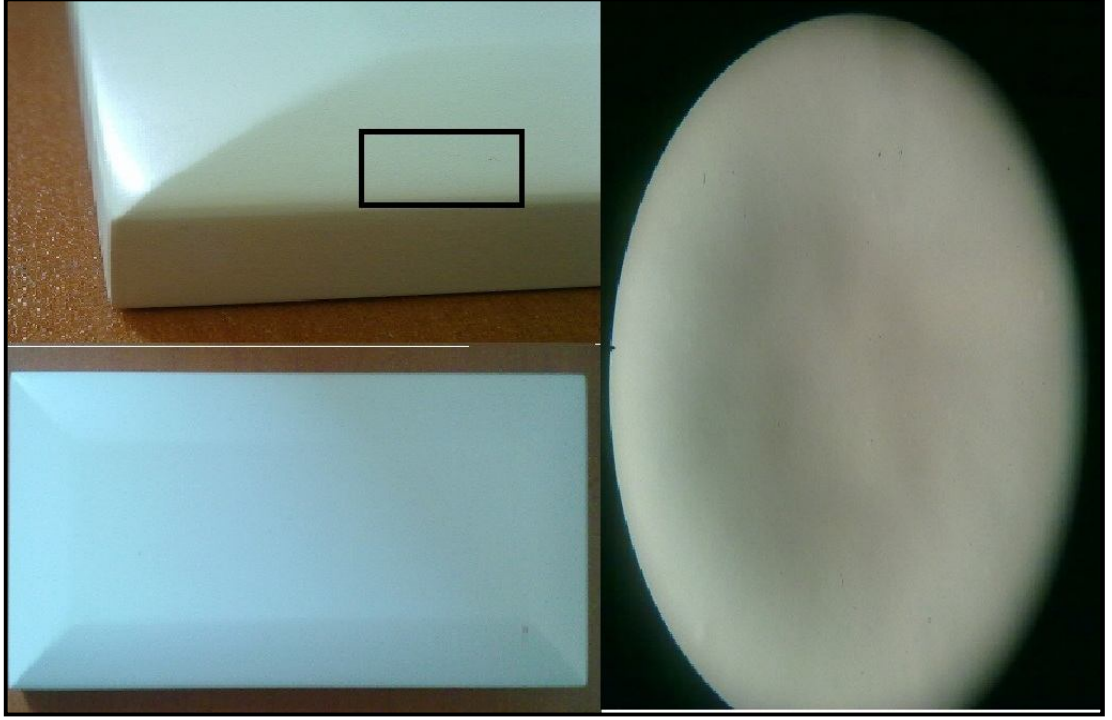
Kortel + polyester uygulaması yapılan örneğler çatlaklara karşı iyi bir dayanım göstermiş ve deney sonucunda gözle görölür herhangi bir çatlğa rastlanmamıştır. şekil 3.19'de ışıklı lümen altında kortel+polyester uygulanmış ve pah kırılmış deney örneğinin test sonrası fiziksel durumu görölmemektedir.



şekil 3.19. Kortel+polyester uygulaması yapılmış kenarları kristal pah kırılmış örneğler.

3.8.4. Kalınlığı 18 mm Kenarları Kristal Modeli Pah Kırılmış Örneğ (Non-crack astarlı)

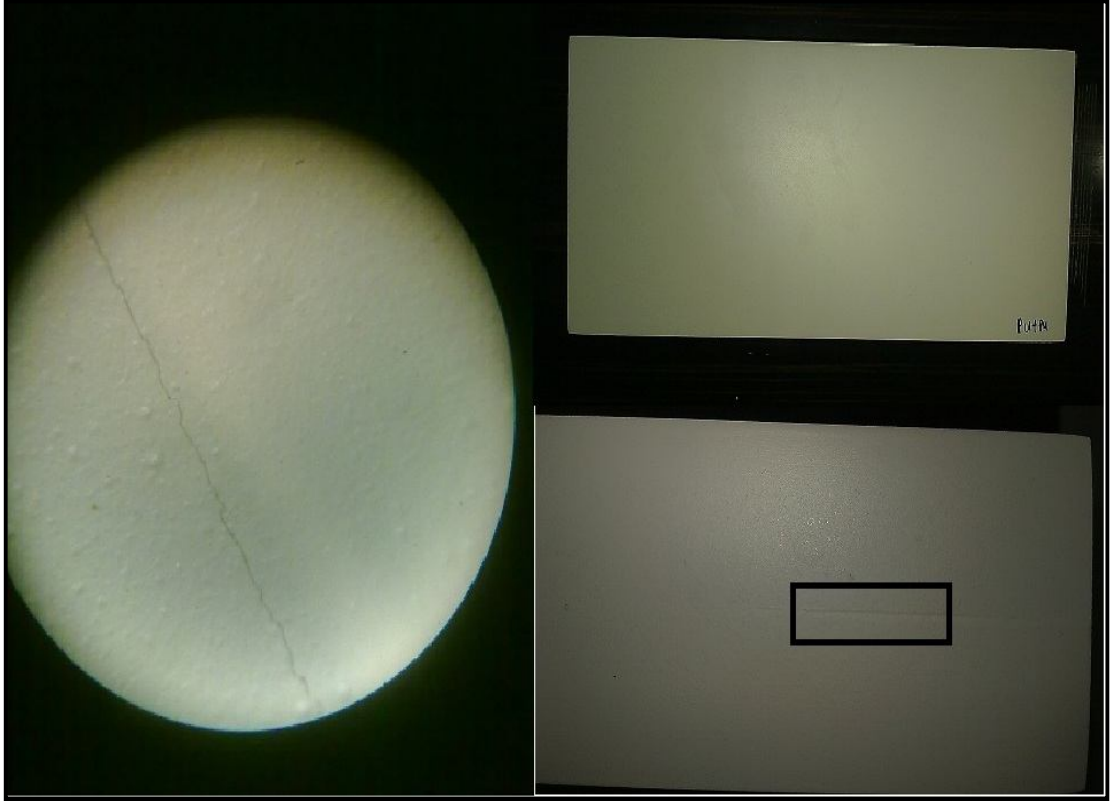
Non-crack astar uygulamalı örneğ deney sonucunda gözle görölür hiçbir çatlama meydana gelmemiştir. şekil 3.20'de non-crack astarlı örneğler görölülebilir.



Şekil 3.20. Non-crack astar uygulaması yapılmış örnek.

3.8.5. Kalınlaştırma Yapılmış (18+18mm) Düz Kenarlı Örnek (Poliüretan Astarlı)

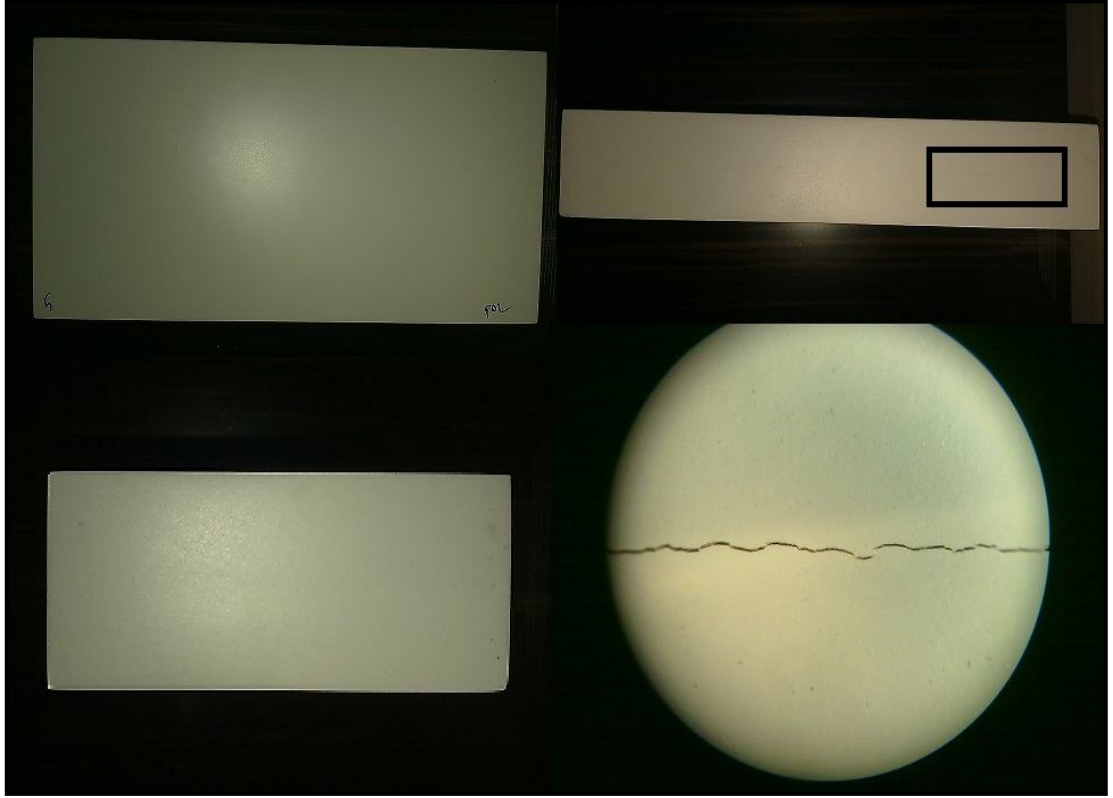
18+18 mm kalınlaştırma işlemi yapılmış ve poliüretan astar uygulanmış yapılmış olan örneklerde yaşlandırma sonucunda kalınlaştırma işleminin yapıldığı ek yerinde ince bir çizgi halinde çatlakların oluştuğu görülmüştür. Şekil 3.21’de 18+18 (slim) kalınlaştırma işlemi yapılmış örneklerdeki çatlaklar görülmektedir. Çatlaklar çok ince bir çizgi halinde olduğundan ışıklı lümen altında ancak belirgin olarak görülmektedir.



Şekil 3.21. 18+18 mm (slim) kalınlaştırma işlemi yapılmış poliüretan astarlı örnekte oluşan çatlağın ışıklı lümen altında görüntüsü.

3.8.6. Kalınlaştırma Yapılmış (18+18mm) Düz Kenarlı Örnek (Polyester Astarlı)

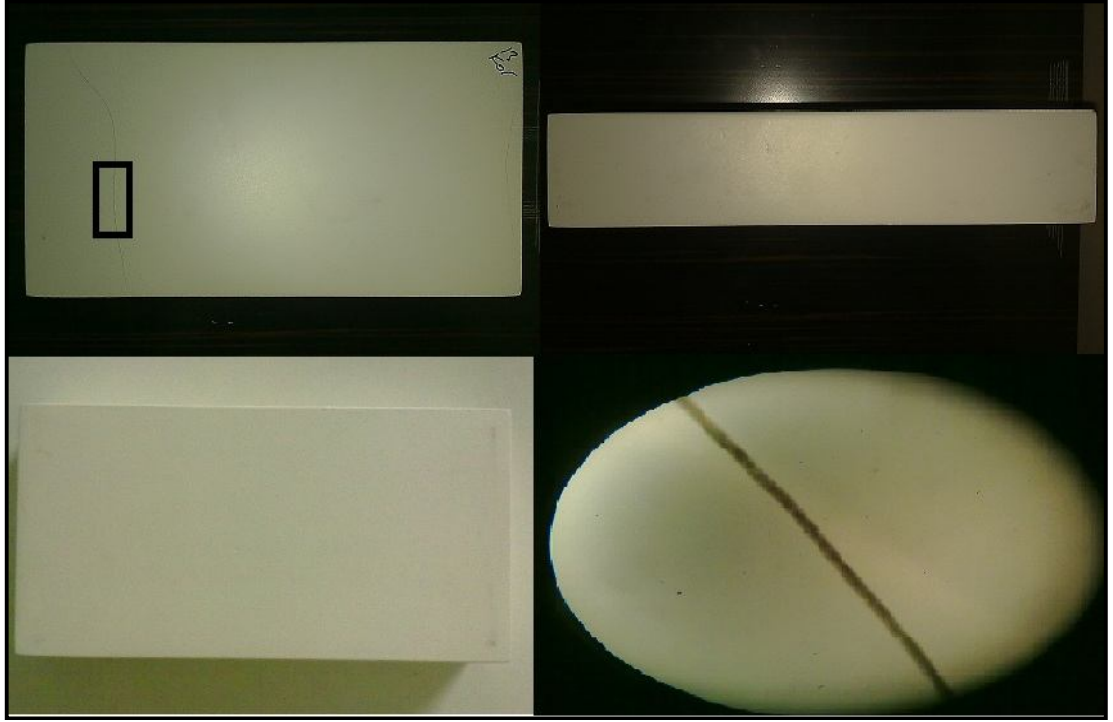
18+18 mm kalınlaştırmalı polyester astar uygulamalı örnekte kalınlaştırma işlemi yapılmış uzun kenar cumbasında çatlak meydana gelmiştir (Şekil 3.22).



Şekil 3.22. 18+18 mm kalınlaştırmalı polyester astarlı örnek

3.8.7. Kalınlaştırma Yapılmış (18+18mm) Düz Kenarlı Örnek (Kortel+polyester)

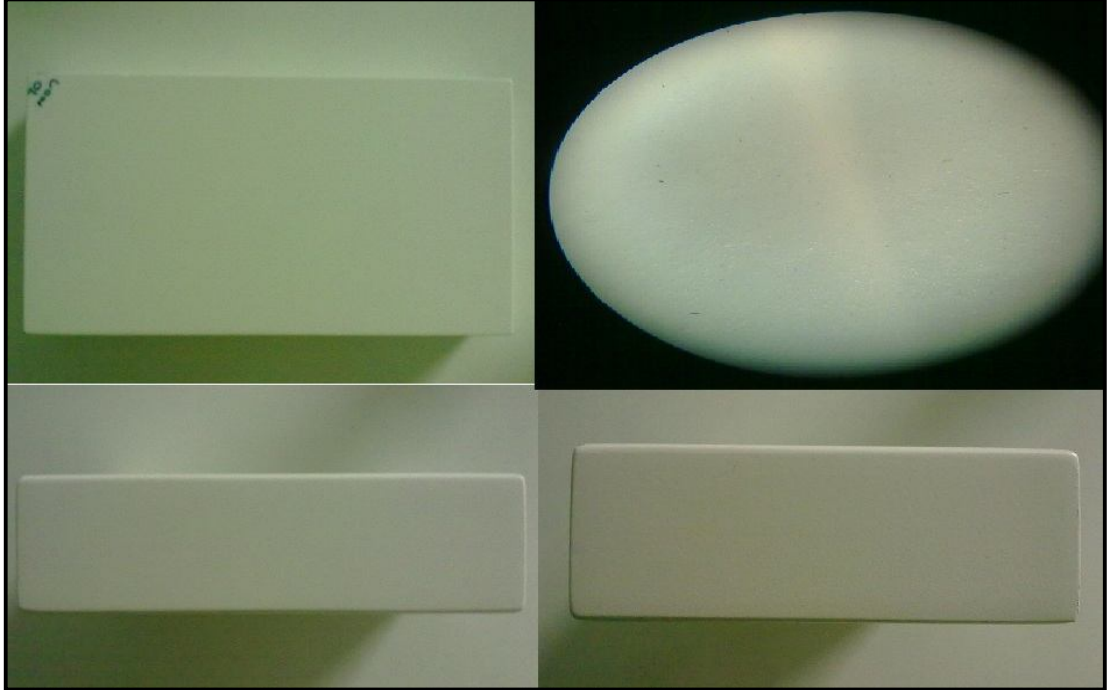
18+18 mm kalınlaştırma işlemi yapıldıktan sonra kortel+polyester ile ekyeri kaplanan örnek, yapılan uzun döngü deneyi sonucunda ek yerinden herhangi gözle görülür bir çatlama meydana gelmemiştir. Ancak yüzeyde lokal olarak bir bölgede (kortel+polyester yüzeye uygulanmamıştır) çatlama gözlemlenmektedir. Şekil 3.23'de çatlamayan kortel+polyesterli ek yerleri ve yüzeydeki çatlak görülmektedir.



Şekil 3.23. Kalınlaştırmalı cumbalarına kortel+polyester uygulanmış örnek.

3.8.8. Kalınlaştırma Yapılmış (18+18mm) Düz Kenarlı Örnek (Non-crack Astarlı)

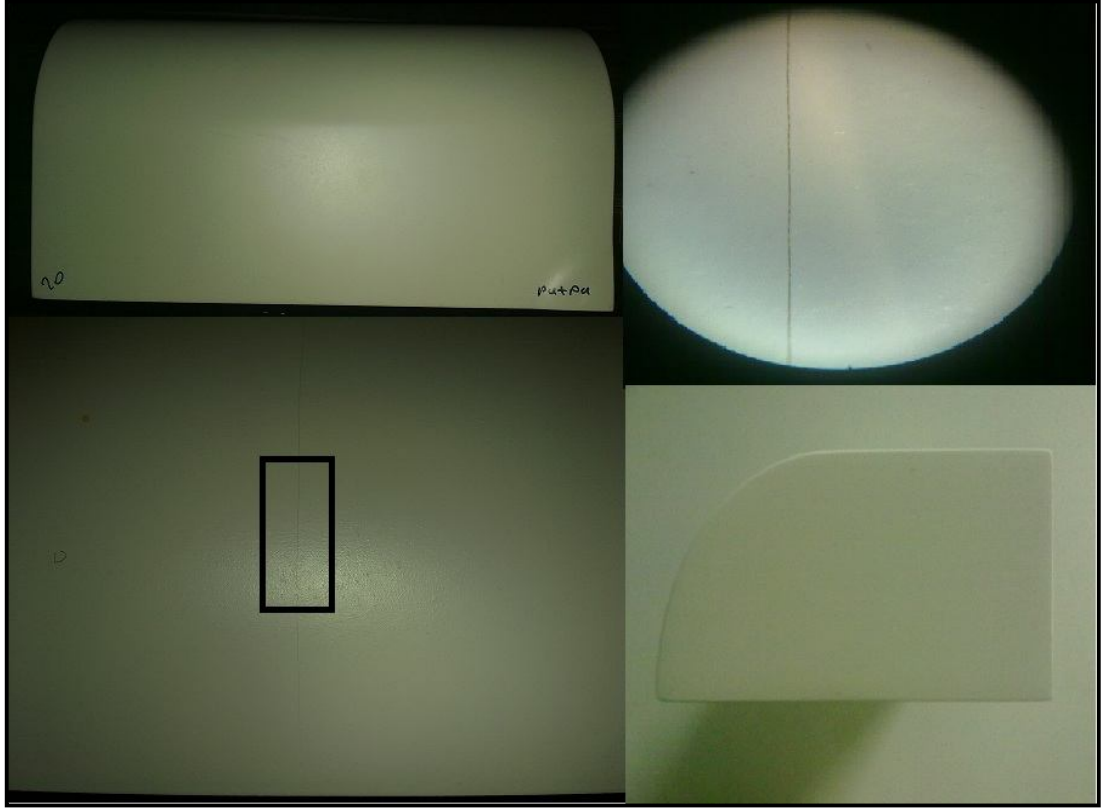
Non-crack astarlı örnek incelendiğinde yüzey ya da cumbada herhangi bir görsel çatlak görülmemektedir. Ancak ışıklı lümen incelendiği zaman kalınlaştırma yerlerinde boyanın iç çalışmadan dolayı özellikle tam ek yerinde son derece çatlamaya zorlandığı ancak astarın esnekliği ile bu olumsuzluk tolere edildiği görülmüştür. Şekil 3.24’de non-crack astarlı örnek ve ışıklı lümen altındaki görüntüsü görülmektedir.



Şekil 3.24. Non-crack astar uygulanmış örnekteki fiziksel değişim.

3.8.9. Kalınlaştırma (30+18 mm) Yapılmış ve Kenarları Pahlı (Reward Tipi) Örnek (Poliüretan Astarlı)

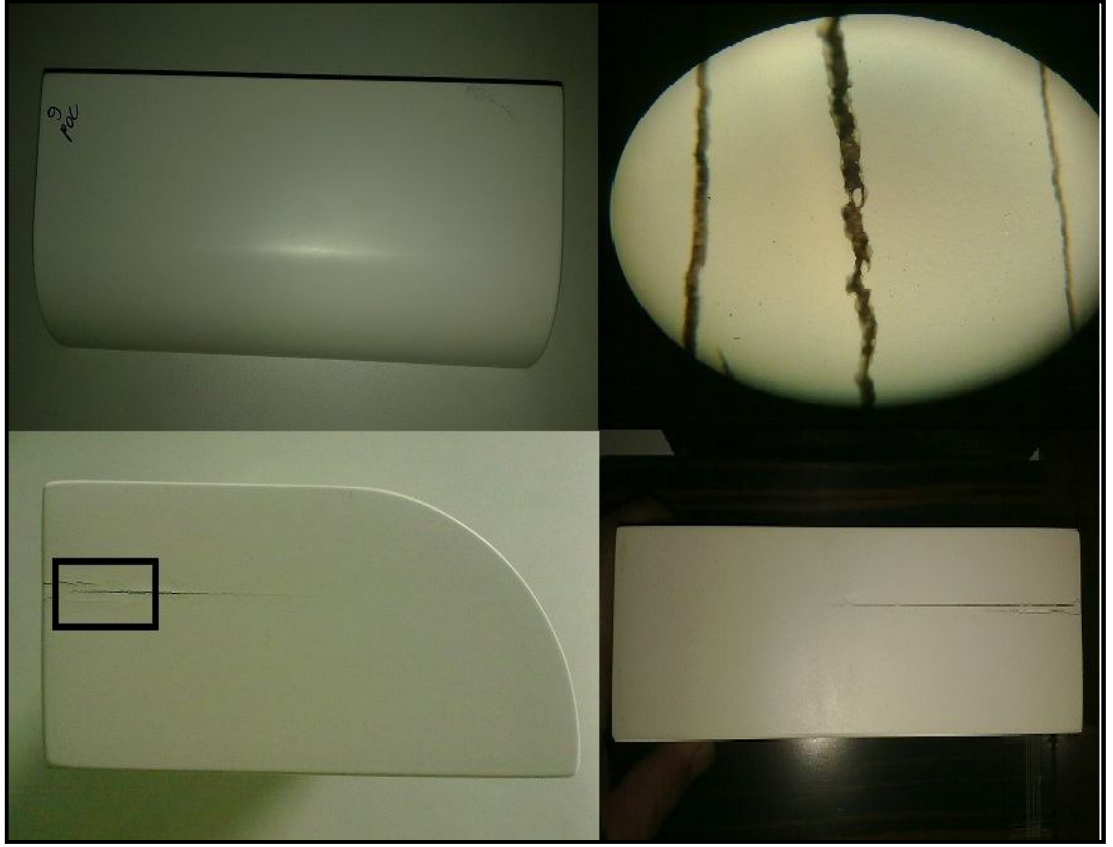
30+18 mm kalınlaştırma işlemi yapılmış ve uzun kenarına pah kırılmış olan poliüretan astarlı örnekte kalınlaştırmanın olduğu hemen her yerde belirgin çatlaklar gözlenmektedir. Önce pah kırılmış kenarda başlayan çatlak düz cumbalara ve yüzeye doğru ilerlemektedir. Şekil 3.25’de 30+18 mm kalınlaştırma yapılmış poliüretan astarlı ve kenarları pahlı (Reward Tipi) örnek görüntüsü verilmiştir.



Şekil 3.25. 30+18 mm kalınlaştırma işlemi yapıldıktan sonra uzun kenarı pah kırılmış (reward) poliüretan astarlı örnekte izlenen çatlaklar.

3.8.10 Kalınlaştırma (30+18 mm) Yapılmış ve Kenarları Pahlı (reward Tipi) Örnek (Polyester Astarlı)

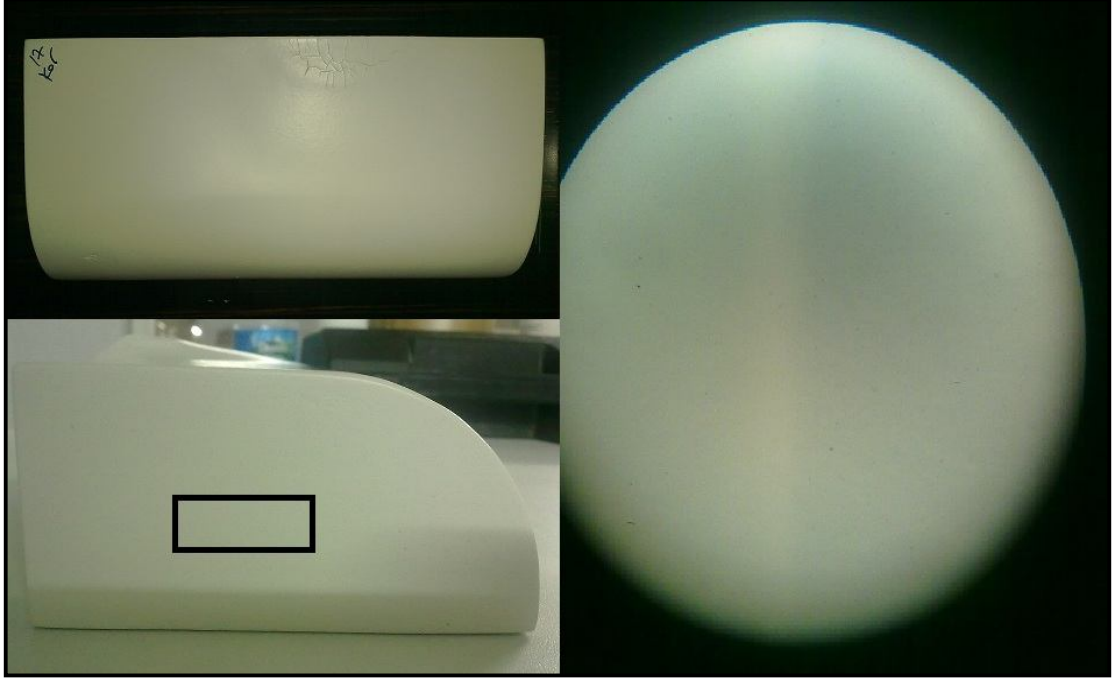
30+18 mm kalınlaştırmalı (Reward tipi) örneklerde arka uzun düz cumbada başlayan ve yan tarafa doğru yayılan çatlaklar meydana gelmiştir. Şekil 3.26'de çatlakların genel ve ışıklı lümen altındaki görüntüsü verilmiştir.



Şekil 3.26. 30+18 mm kalınlaştırmalı (reward tipi) örnek ve meydana gelen çatlaklar.

3.8.11. Kalınlaştırma (30+18 mm) Yapılmış ve Kenarları Pahlı (reward Tipi) Örnek (Kortel+polyester Uygulamalı)

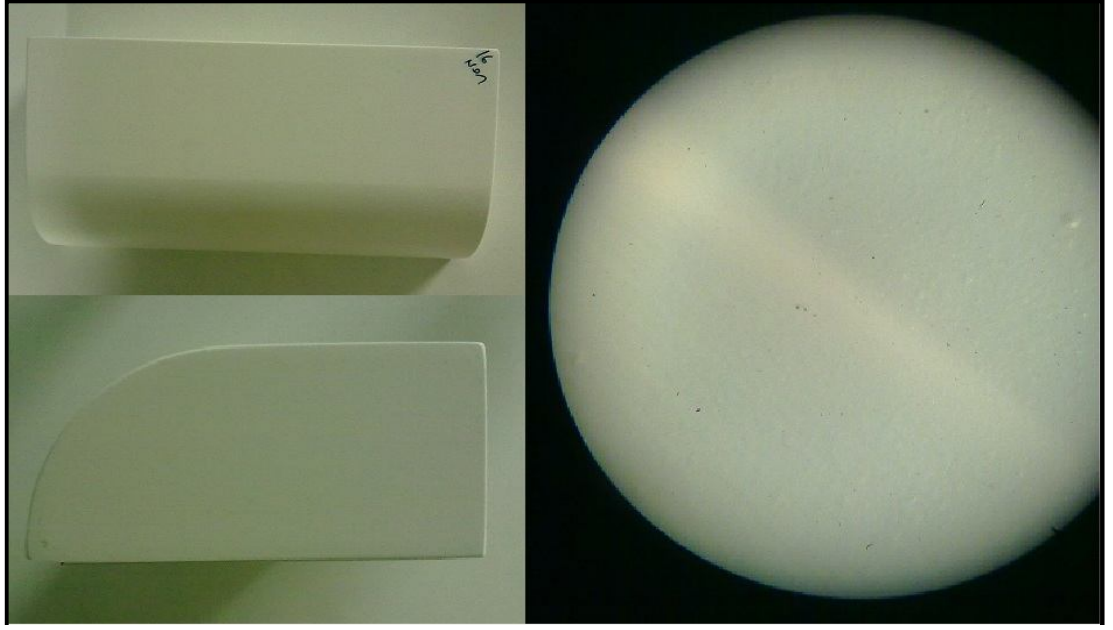
30+18 mm kalınlaştırmalı (reward tipi) kortel+polyester uygulaması yapılmış örnekte üst yüzeyde bölgesel kılcal çatlakların oluştuğu görülmüştür. Kortel+polyester uygulaması yapılan pah kırılmış cumba ve düz cumbalarda herhangi bir çatlak belirtisi yoktur. Şekil 3.27’de örneğin genel resmi ve bölgesel kılcal çatlaklar görülmektedir.



Şekil 3.27. 30+18 mm kalınlaştırmalı (Reward tipi) örnek ve bölgesel çatlakların görüntüsü.

3.8.12. Kalınlaştırma (30+18 mm) Yapılmış ve Kenarları Pahlı (reward Tipi) Örnek (Non-crack Astarlı)



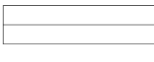
30+18 mm kalınlaştırmalı (reward tipi) örnekte deney sonunda herhangi bir görsel çatlak meydana gelmemiştir. Şekil 3.28’de görüleceği gibi dikdörtgen içerisindeki bölümler ışıklı lümen ile incelendiğinde kalınlaştırma ek yerlerinde astarın esnediğini ve ek yerindeki oluşması muhtemel çatlakları kamufle ettiğini görülmektedir.



Şekil 3.28. Non-crack astarlı 30+18 mm kalınlaştırmalı (reward tipi) örnek.

Uzun süreli döngü sonrası parçaların değerlendirildiği genel durum Çizelge 3.32’de verilmiştir.

Çizelge 3.32. Uzun döngü sonrası parçaların değerlendirilmesi.

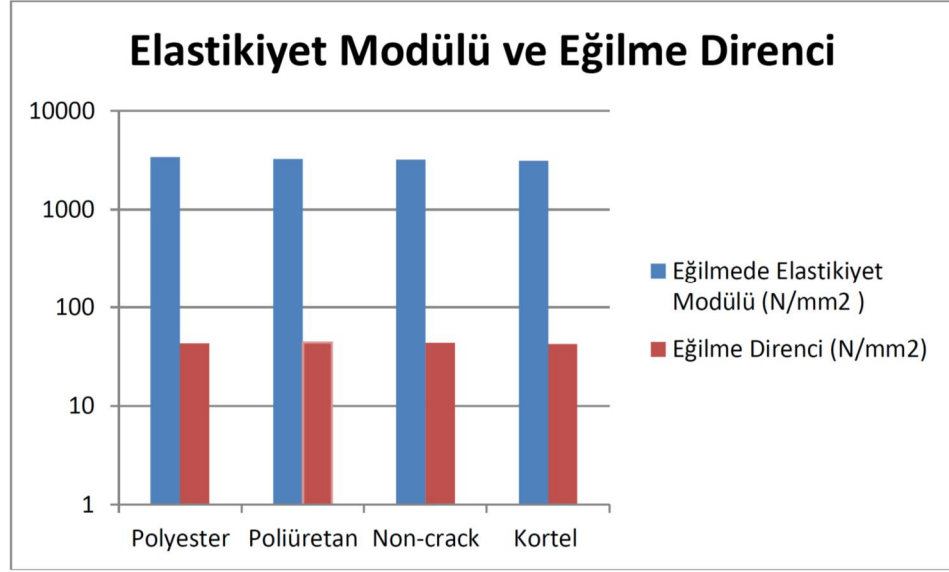
| Örneklerin açıklanması | Detay Çizimi | Pu Astarlı Örnek | Polyester Astarlı Örnek | Kortel + Polyester Uygulamalı Örnek | Non-Crack Astarlı Örnek |
|--|---|------------------|-------------------------|-------------------------------------|-------------------------|
| Kenarları pah kırılmış parçalar (200x100x18 mm) |  | 2 | 3 | 5 | 5 |
| Kalınlaştırma yapıldıktan sonra pah kırılmış parçalar (200x100x48 mm uzun kenar pahlı) |  | 2 | 2 | 4 | 4 |
| Düz kalınlaştırmalı (pah olmadan) parçalar (200x100x36 mm) |  | 3 | 3 | 5 | 5 |

BÖLÜM 4

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Katman kalınlığı; yapılan çalışmada kullanılan 4 farklı astar türünün de, oluşturmuş olduğu katman kalınlığının 0,15 ile 0,52 mm arasında değiştiği görülmüştür. İlk astar (polyester) atımından sonra kortel+polyester uygulanması kalınlığı diğerlerine nispeten daha da arttırmıştır. Bunda, kullanılan kortelin uygulama yerinde polyester üzerinde ilave bir katman oluşturmasından kaynaklandığı söylenebilir. Tüm örneklerde sonkat uygulaması, zımpara sonrasında aynı koşullarda yapıldığı için tüm örneklerde katman kalınlığa etkisinin aynı olduğu söylenebilir.

Deney örneklerinde belirlenen eğilme direnci değerlerinin $42,99 \mu/\text{mm}^2$ ile $43,98 \mu/\text{mm}^2$ arasında, eğilmede elastikiyet modülü değerlerinin ise $3108,92 \mu/\text{mm}^2$ ile $3388,46 \mu/\text{mm}^2$ arasında değiştiği belirlenmiştir. Astar katı uygulaması ile eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü değerlerinin çok az oranda değiştiği tespit edilmiştir. Özellikle de eğilme direnci değerlerinin değişen astar türüne bağlı olarak değişmediği de söylenebilir. Astar katında uygulanan kortel materyalinin hem eğilme direnci hem de eğilmede elastikiyet modülünün değerini düşürdüğü görülmüştür. ED ve EMO değerlerindeki değişimin bu yönde olmasında, uygulanan kortelin daha esnek bir tampon bölgesi oluşturmasından kaynaklandığı söylenebilir. Özellikle polyester astar uygulanmış örneklerde EMO değerlerinin yüksek çıkması ise daha sert bir yüzey vermesinden kaynaklanabilir. Şekil 4.1'de uygulanan astar türlerine göre örneklerde belirlenen eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü değerlerindeki değişim gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Astar türüne göre ED ve EMO değerleri değişimi.

Örneklerin asıl mekanik özellikleri çalışmada kullanılan MDF levhalarının mekanik özelliklerine bağlı olduğu için değişen astar uygulaması örneklerin ed ve eml değerlerinde çok ciddi değişimler yapmadığı söylenebilir.

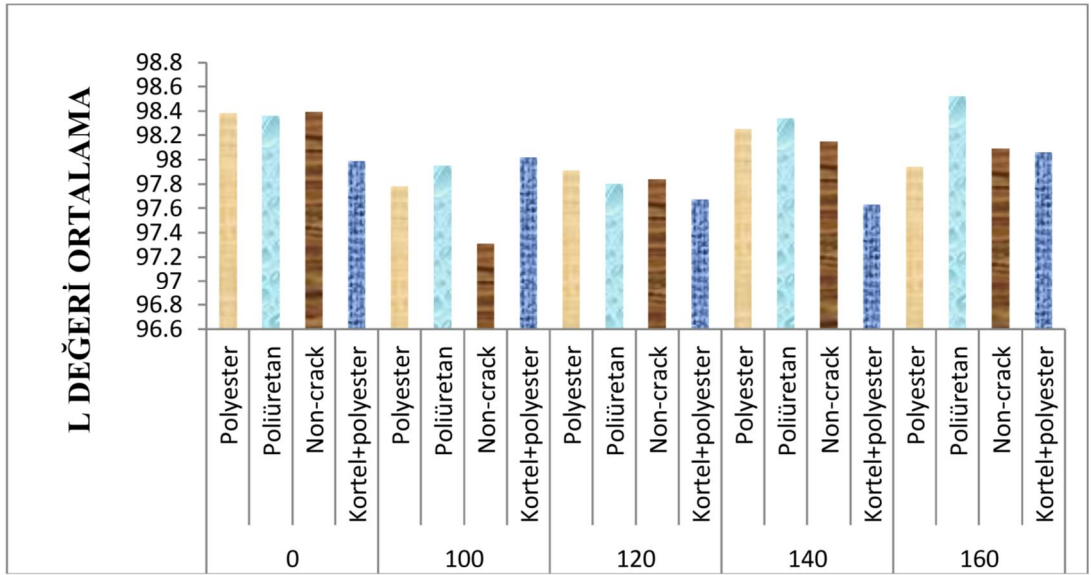
Uygulanan astar türleri dikkate alındığında cross-cut (yapışma) testi sonucunda, en fazla boya kaybı %35 ile poliüretan astarda, en az kayıp ise %5 ile non-crack ve polyester astarda olduğu görülmüştür. Non-crack ve polyester astarda yapışmanın bu derece iyi bir sonuç vermesi endüstriyel uygulamalarda, tercih edilebilecek bir astar türü olduğunu göstermektedir. Ofis takımları ve genel mekan mobilyaları (otel, işyeri vb.) üretiminde mekanik sürtünmeler ve aşınmalar fazlaca olabildiğinden bu astar türlerinin iyi bir sonuç vereceği ve dayanıklı mobilyalar meydana getireceği söylenebilir. Poliüretanda boya kaybının yüksek çıkmasının nedeni olarak kimyasal formülü gösterilebileceği gibi, aynı zamanda cross-cut testi esnasında yüzeyin çizilmesi ile micro düzeyde çatlakların oluşabileceği de düşünülebilir.

Kortel+polyester uygulaması, direkt astar uygulamasına göre daha işçilik gerektiren bir yöntemdir. Kortel+polyester, polyester astarın esnekliğini arttırmakta ve üretimi büyük ölçüde sorunlu olan zor kalınlaştırma detaylarının çatlamasını engelleyebileceği muhakkaktır. Örneğin masa kenarı yada ayağında başarılı bir şekilde kullanılabilir. Bu kısımlar, direkt olarak kolla yada elle sürtünmeye meyilli

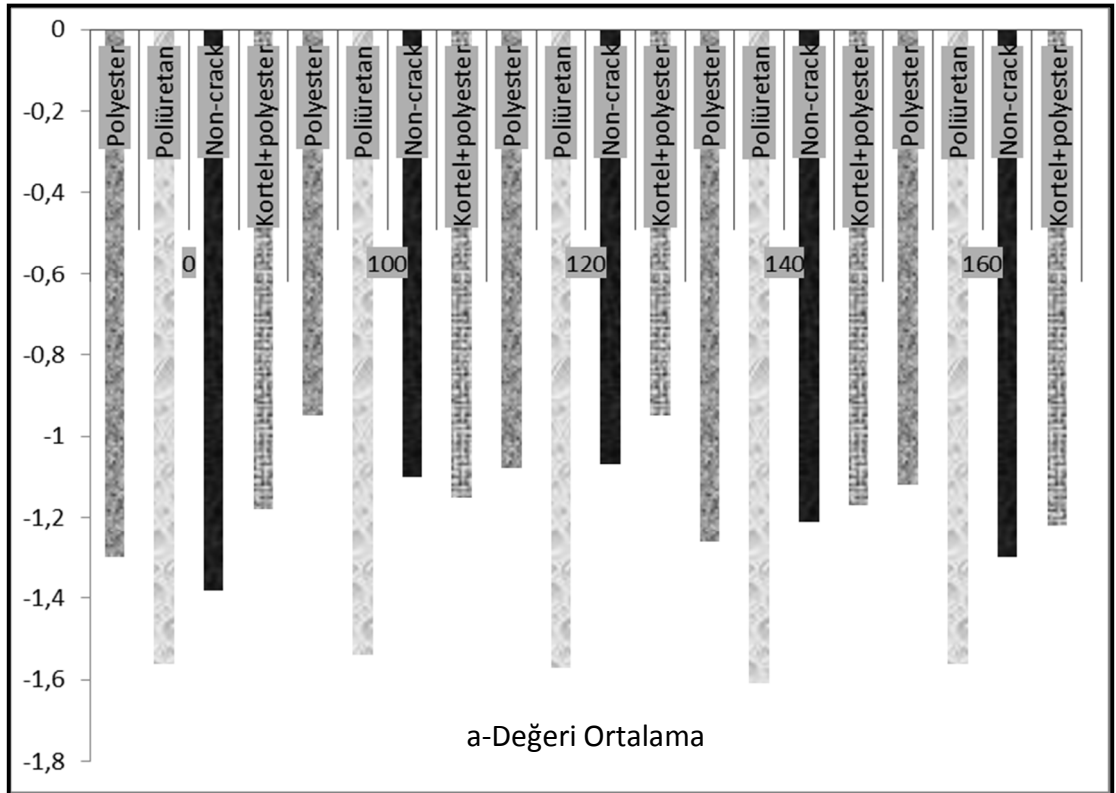
yerler değildir. Bu yüzden bu kısımlarda kortel+polyester kullanılabilir. Kortel+polyester cross-cut testinde 3. grupta geçtiği için masa üst tablası gibi sürtünme riski olan yerler için uygun değildir.

Örneklerde uygulanan astar türünün fiziksel özelliklerine etkisini belirlemek için kuru sıcaklık, su buharı ve yaşlandırma (kısa ve uzun döngülü) testine tabi tutulmuştur. Sonuçta tüm örneklerde son kat olarak aynı boya uygulandığı için kısa süreli etkilerde ilk olarak üst yüzeyde değişiklik meydana gelecektir. Ancak uygulanan test koşullarının şiddetinin artırılması ile alttaki astarında yüzeye olumlu ya da olumsuz etkisinin olacağı kaçınılmazdır.

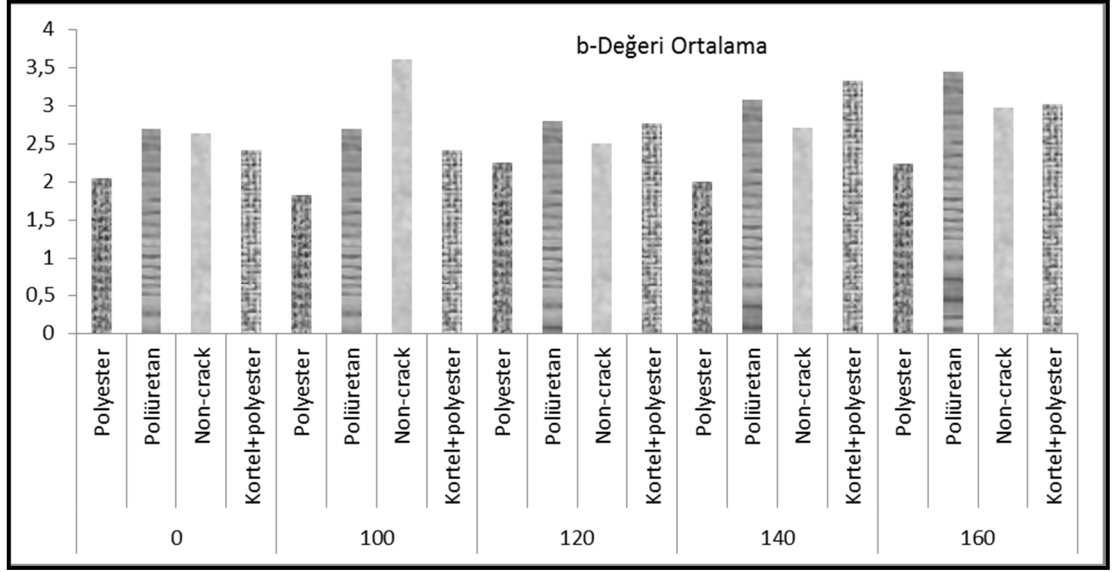
Kuru sıcaklık uygulamasında, sıcaklık değerleri 100-120-140-160 °C olarak uygulanmıştır. Kontrol gruplarına göre 100 ve 120 °C sıcaklık uygulamasında Renk L (beyazlık) değerinde düşüş olmuş ancak sıcaklığın 140 ve 160 °C uygulanması durumunda ise düşüşlerin dikkate alınmayacak kadar küçük olduğu belirlenmiştir. Yani, 140-160 °C'de yüzeydeki sıcak metal parçasının yüzeyi düzeltmesinden ve yüzey örtücülerin kimyasal tepkimesini tamamlamasından kaynaklandığı söylenebilir. Örneğin kontrol örneğinin göre, polyester L değeri olarak 100 °C'de %0.6, 120 °C'de %0.4 değişim göstermiştir. Yani, 100 °C'de beyazlık azalmış 120 °C'de 100 °C'e göre artmış ve 140 °C'de tekrar beyazlığın arttığı ancak yine de kontrol gruplarına kıyasla beyazlığın düştüğü görülmektedir. Örneklerde kortel uygulanması renk L değerinde sadece polyester astar uygulamasına kıyasla 0,18'lik bir azalmaya sebebiyet vermiştir. Aynı etkiyi renk a ve renk b değerleri içinde yaptığı söylenebilir. Yani kortel uygulanması yüzeylerin çok küçük miktarlarda da olsa renk koyulaşmasına sebebiyet verdiği görülmektedir. Örneklerin kuru sıcaklık testi sonucunda renk L, renk a, renk b ve parlaklık değerlerindeki değişim sırası ile Şekil 4.2, 4.3, 4.4, 4.5'da görülmektedir.



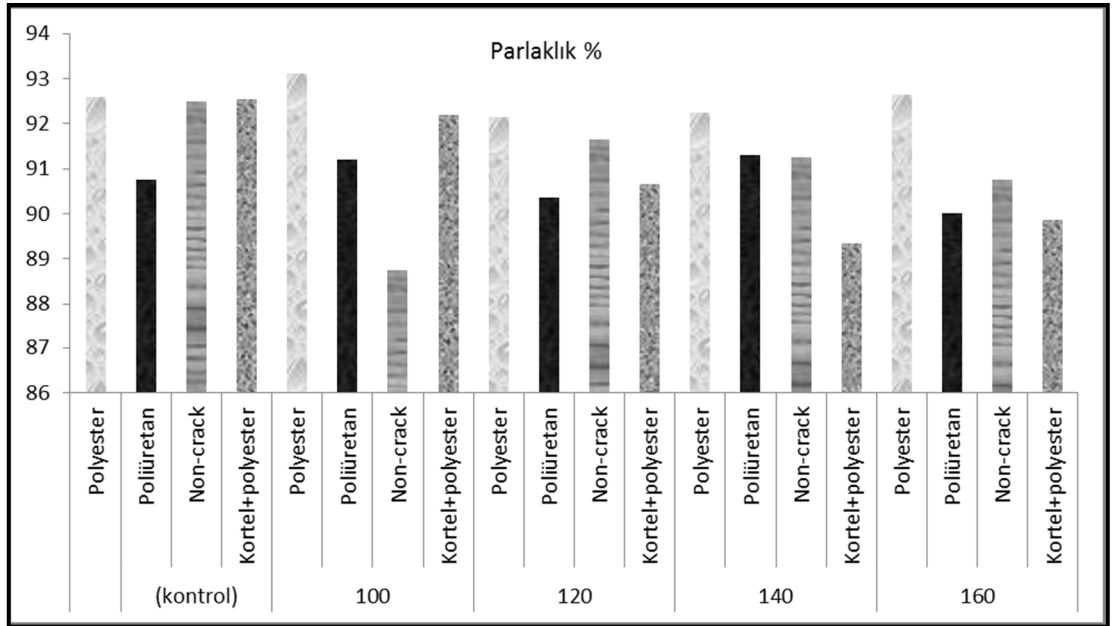
Şekil 4.2. Kuru sıcaklık uygulaması sonucunda astar türü ve uygulanan sıcaklık değerlerine bağlı olarak renk L değerindeki değişim.



Şekil 4.3. Kuru sıcaklık uygulaması sonucunda astar türü ve uygulanan sıcaklık değerlerine bağlı olarak renk a değerindeki değişim



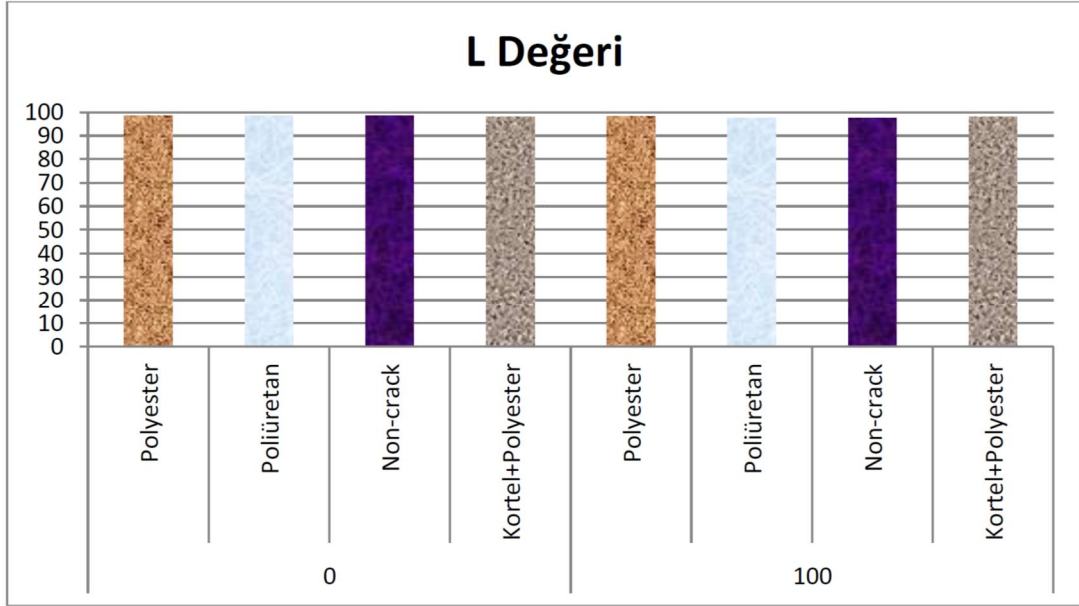
Şekil 4.4. Kuru sıcaklık uygulaması sonucunda astar türü ve uygulanan sıcaklık değerlerine bağlı olarak renk b değerindeki değişim.



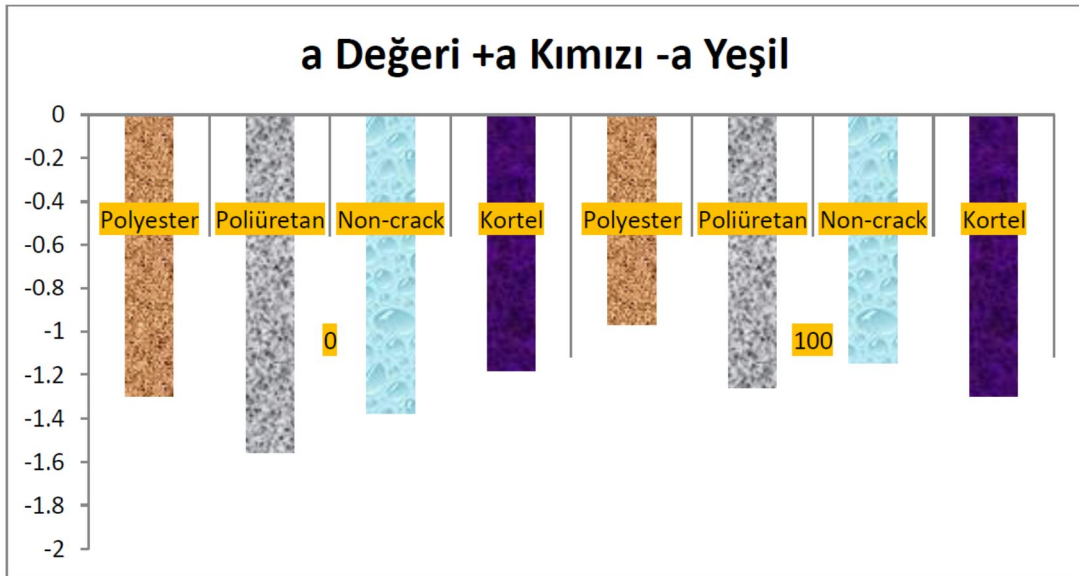
Şekil 4.5. Kuru sıcaklık uygulaması sonucunda astar türü ve uygulanan sıcaklık değerlerine bağlı olarak parlaklık değerindeki değişim.

Hazırlanan deney örneklerinin su buharına maruz bırakılması ile örneklerde meydana gelen renk (L-a-b) değerlerindeki değişim gözlemlenmiştir. Renk L değerinin 98,38 ile 97,70 arasında değiştiği görülmektedir. Deney örneklerine su buharı uygulamasının renk L ve a ve b değerlerini etkilediği görülmektedir. Örneklere su

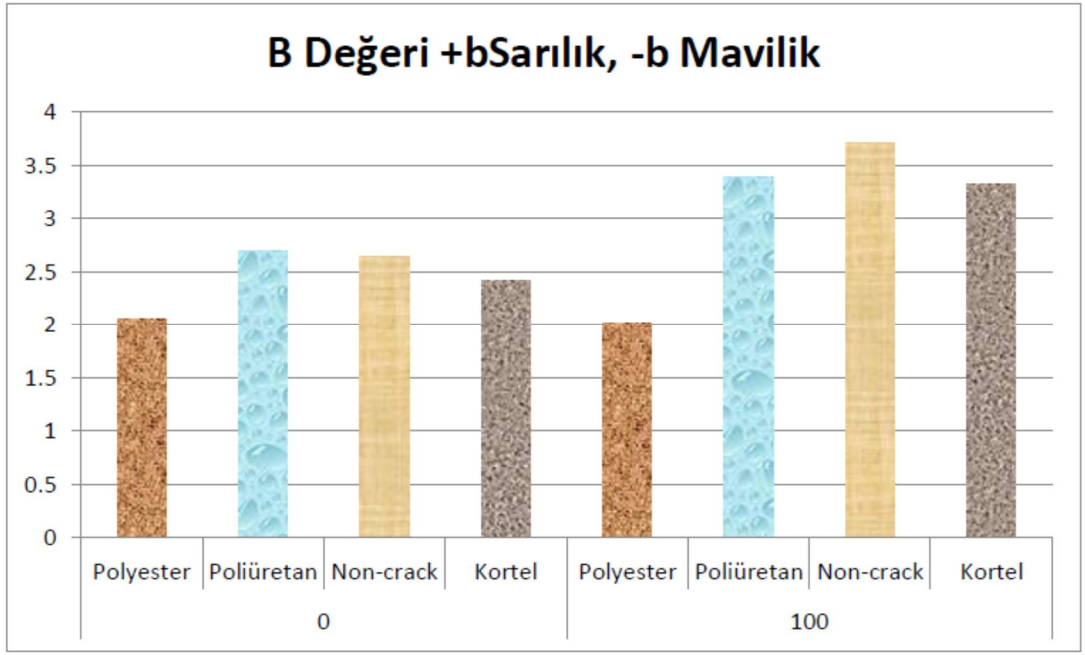
buharı uygulaması tüm astar gruplarında da renk L değerini düşürücü etki yapmıştır. Ayrıca uygulanan su buharı etkisi ile örneklerin büyük bir çoğunluğunda renk a ve b değerlerini arttıracak yönde etki yaptığı görülmüştür. Örneklerin su buharı testi sonucunda renk L, renk a, renk b ve parlaklık değerlerindeki değişim sırası ile Şekil 4.6, 4.7, 4.8, 4.8, 4.9'da görülmektedir.



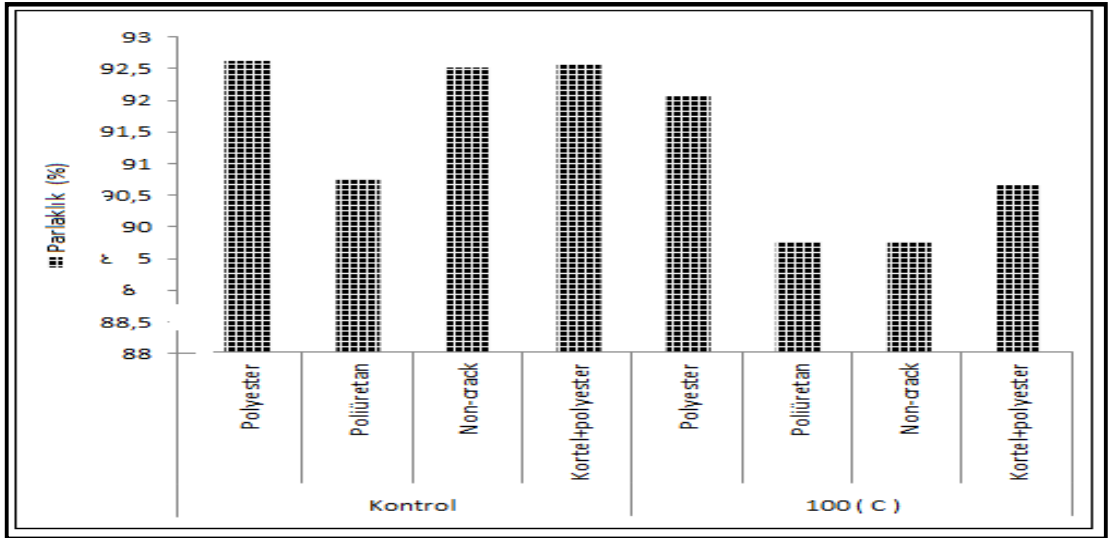
Şekil 4.6. Astar türü ve su buharına bağlı olarak renk L değerindeki değişim.



Şekil 4.7. Astar türü ve su buharına bağlı olarak renk a değerindeki değişim.



Şekil 4.8. Astar türü ve su buharına bağlı olarak renk b değerindeki değişim.



Şekil 4.9. Astar türü ve su buharına bağlı olarak parlaklık değerindeki değişim.

Tez çalışmamıza konu olan lake boyamalarda kenar çatlakları ile ilgili olarak kısa ve uzun süreli yaşlandırma döngüleri uygulanmıştır. Kısa süreli döngüde, 24 kez tekrar yapılmıştır. Tüm poliüretan astarlı örnekler az ya da çok çatlayarak döngüleri tamamlamıştır. Poliüretan astar, diğer astar türlerine göre daha ucuz bir malzemedir. İklimsel olarak mobilya üretim koşullarının uygun olduğu koşullarda poliüretan astar kullanılabilir. Ancak MDF kalitesinin ve iklim koşullarının çok soğuk ya da çok

sıcak olabildiği koşullarda kullanılması çatlama problemlerine neden olabilir. Polyester astarlı örnekler, kalınlaştırmalı detaylarda çatlama meydana getirirken 18 m kalınlıkta kristal kapaklarda döngü sonuna kadar dayanmayı başarmıştır. Polyester astar kalınlaştırma işlemi olmaksızın tüm mobilyalarda kullanılabilir. Ancak, polyester sert ve kırılğan bir malzemedir ve tamiratı oldukça zordur. Polyester astar türleri içerisinde fiyat olarak pahalı bir malzemedir. Zımpara edilmesi de diğer astar türlerine göre zordur. Kortel+polyester, tüm deney örneklerinde çatlama döngüleri tamamlamıştır. Kortel+polyester, gerek polyester astar üzerine uygulanması, gerekse de kendi materyalinin pahalı olması nedeniyle maliyetli bir çözümdür. Çatlama riski olan yerlerin kortel+polyester ile kapatılması işçilik anlamında da maliyetlidir. Non-crack astarlı deney örneklerinde, kalınlaştırma detaylı deney örnekleri hafif çatlak ya da çatlama başlangıcında görsel sonuçlar meydana getirmiştir. Kısa süreli döngüler sonunda, kortel+polyesterin tüm lake uygulamalarda sorunsuzca kullanılabileceği sonucu çıkarılabilir. Non-crack astar, piyasada değişik kalite standartlarında temin edilen MDF'lerden elde edilen kapak vb. parçalar üzerine uygulanabilir. Ancak, kalınlaştırma detaylarında kortel+polyester kadar dayanıklı değildir. Bu durumda, bir mobilyayı oluşturan tüm parçalar gözönüne alınırsa, mobilyanın kalınlaştırmalı detayları (taç gibi) kortel+polyester uygulaması ile kapak ve gövde gibi diğer parçaları ise non-crack astar ile boyanarak çatlamanın engellendiği mobilyalar üretilebilir.

Uzun süreli döngüler sonunda da kısa süreli döngünün sonuçlarına benzer sonuçlar alınmıştır. Parçalar uzun süreli döngü sonrası, kısa süreli döngülere göre çok daha fazla çatlama meydana getirmiştir.

Poliüretan astar, uygulamada en çok tercih edilen astar türü olan bu astar yaptığımız deneyler sonucunda en çabuk çatlama yapan denek olmuştur. Seri üretim koşullarında gerek MDF gerekse hava koşulları nedeniyle standart koşullar sağlanamadığı için astarın ekstrem koşulları tolere etmesi gerekmektedir. Ancak bu astar türü, gerilmeleri yeteri kadar karşılayamadığı için kolayca çatlama yapmaktadır. Ancak, piyasada en yaygın bulunan astar olması ve fiyat olarak da uygun olması nedeniyle tercih edilmektedir. Boya uygulama koşulları normal olarak karşılanabildiği sürece kullanılabilir. Ancak yaptığımız kalınlaştırmalı Detaylarda

(reward, Slim) kullanmak uygun değildir. Ek yeri gerilmelerini karşılayamadığı için çatlama meydana gelmektedir.

Polyester astar, örttüğü malzemede son derece sağlam tabaka oluşturan ancak sert ve kırılabilir bir astar türüdür. Polyester astar uygulanmış parçaların zımparası diğer astarlara göre daha zordur. Bu nedenle de son kullanıcıya ulaşmış bir mobilyada meydana gelen boya hasarını tamir etmek fazlaca işçilik gerektirir.

Yaptığımız deneylere göre, poliüretandan daha sağlam bir yapı meydana getirirse de gerilmeleri tolere etme kabiliyeti düşüktür. Sert ve kırılabilir bir tabaka olduğu için gerilmelere fazla dayanamayıp bir anda çatlak hatta boyunca hasar devam etmektedir. Kalınlaştırmalı parçalarda kullanılabilir ancak bazen çatlama konusunda problem yaşanabilir.

Non-crack astar, piyasadaki farklı kalitede malzemeler ve koşulların olması, seri üretim yapan fabrikaların işini zorlaştırmaktadır. Endüstride modern boyahanelerin sayısı son derece azdır. Klimatik ortamlar meydana getirmek çok soğuk ya da çok sıcak hava koşullarında oldukça zordur. Non-crack astar olağanüstü endüstriyel koşullarda (çok soğuk ya da sıcak) sorunsuz uygulamalar için geliştirilmiştir. Yapısı gereği kapladığı malzemede esnek bir tabaka meydana getirmekte ve çatlakları engellemektedir. Yaptığımız deneylerde malzemenin çalışması sırasında esnek yapısını kullanan astar çatlakları göstermeyerek başarıya ulaşmıştır. Tüm detaylarda rahatlıkla kullanılabilir.

Kortel ya da cam yünü, esasen polyester tekne benzeri malzemelerin üretiminde kullanılmaktadır. Çalışmamızda ise polyester astarla birlikte astarlı yüzeye uygulanarak gerilmeleri engelleme görevinde kullanılmıştır. Özellikle kalınlaştırma detaylarında son derece başarılı sonuçlar vermiştir. Kortel+polyester, uygulandığı malzemeyi örterek tabaka meydana getirmekte, polyester astarın esneme kabiliyetini arttırmaktadır. Dezavantajı ise kapattığı malzemede pürüzlü ve delikli bir yapı meydana getirmesidir. Bu yapıyı zımpara edilmesi zordur ve işçilik gerektirir. Ancak uygulanan malzemenin ekonomik değeri düşünüldüğünde müşteri şikayetleri ve geri dönüşleri engellenmesi anlamında kullanılması faydalı olabilir. Mobilyanın bir

bölümünde örneğin taç kısmında kullanılan kortel+polyester, mobilyanın tamamı düşünüldüğünde ekonomik değer olarak kabul edilebilir bir değerdedir.

Lake mobilya üretimi, günümüz koşullarında oldukça pahalı ve işçiliği zor olan bir üretim şeklidir. Lake uygulaması genel olarak MDF üzerine yapılır. MDF üretimi yapan fabrikalarda ne ithal edilen MDF levhalarda kalite farklılıkları olmaktadır. Piyasada rekabet edebilmek adına bazı firmalar yoğunluk, ağaç türü, tutkal gibi değişkenlerle oynayarak MDF kalitesini düşürmektedirler. MDF levhalarda oluşan bu farklılıklar boya çatlakları riski arttırmaktadır. Astar bu anlamda çok önemlidir.

Endüstriyel uygulamalarda düz kenarlı parçalarda kortel+polyesterleme işlemi hem masraflı hem de zaman alıcı olduğu için tercih edilmesi doğru değildir. Bunun yerine kenar bantlama makinesi yardımıyla boyanabilir ABS uygulaması yapmak daha uygundur. Parçalar, kenarlarına pah kırılmış eğrisel kesitli ve çok kalın ise ABS ile kaplanması zor olduğundan (kenar bantlama makinesi pah kırılmış cumbaları bantlayamaz) kortel+polyester materyali kullanmak daha uygundur.

KAYNAKLAR

1. Sönmez, A. ve Budakçı, M., “Ağaçışlerinde üst yüzey işlemleri (II), koruyucu katman ve vernik sistemleri”, *Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi*, Ankara, 2 (3) : 20-39 (2004).
2. Enis, K.ve Nadir, A., “MDF-profil kalitesi üzerine etki eden temel faktörler”, *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, 51(2):1-4, İstanbul (2001).
3. Muğla, K., “Farklı yüzey kaplama malzemelerinin mdf levhaların yüzey özellikleri üzerine etkileri”, Yüksek Lisans Tezi, *Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Bartın, 32-47 (2010).
4. Sönmez, A. “Ağaçtan yapılmış mobilya üst yüzeylerinde kullanılan verniklerin önemli mekanik, fiziksel ve kimyasal etkilere karşı dayanıklılıkları”, Doktora tezi, *G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 1-50 (1989).
5. Özen, R. ve Sönmez, A., “Dış hava şartlarının verniklerin katman sertliğine etkileri”, *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, Tübitak, 323–328 (1999).
6. Kaygın, B., “Ahşap yüzeylerde kullanılan opak boyaların dayanım özellikleri” Yüksek Mühendislik Tezi, *ZKÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Zonguldak, 50-97 (1997).
7. Çakıcıer, N., “Ağaç yüzeylerde kullanılan verniklerin su ile eritilen ağaç boyalarının renginde yaptığı değişiklikler”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 9-17 (1994).
8. Var, A., A.,“Parafınle emprenye edilen ahşabın makroskopik özellikleri üzerine kuru sıcaklığın etkisi”, *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Isparta, A (2), 61-68 (2003).
9. Sönmez, A.,“Ağaç İşlerinde Üst Yüzey İşlemleri-I, Hazırlık ve Renklendirme” *Cem Web Ofset*, Ankara, 7-66-68-74-75-80-83-84-88 (2005).
10. Bozkurt, A.,Göker, Y., ve Erdin, N., “Emprenye Tekniği”, *İÜ Orman Fak Yayınları*, İstanbul, No: 3779/425 41-72 (1993).
11. Akgün, E.,“Ahşap yüzeylerde kullanılan nanoteknolojik verniklerin dayanım özelliklerinin diğer vernik sistemleriyle karşılaştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, *Z.K.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, Bartın, 10-56 (2008).
12. Budakçı, M., Sönmez A., ve Esen R.,“Investigation the resistance of wooden varnishes to steam and wet heat”, *5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS'09)*, Karabük, Türkiye, 13-15 (2009).

13. Faulkner, R., "Inside Today's Home", *Capital City Press*, Vermont, USA, 7-18 (1975).
14. Wheeler, E.A., "Wood Structure and Properties, Finishing Eastern Hardwoods", *Forest Products Research Society*, Madison 5-14 (1983).
15. Morgans, W. M., "Outlines of Paint Technology", *Charles Griffin and Company Ltd*, London, 159-161 (1969).
16. De Meijer, M., "Comparison between laboratory water permeability tests and wood moisture content of fullscale window frames, Surface Coatings" *International Part B: Coatings Transactions*, 85 (2): 131-137(2002).
17. Debevec, P., Hawkins, T., Tchou, C., Duiker, H., Sarokin, W., and Sagar, M., "Acquiring the reflectance field of a human face", *Siggraph Conference Proceedings*, 21-48 (2000).
18. Elson, J., and Bennett, J., "Relation between the angular dependence of scattering and the statistical properties of optical surfaces", *Journal of the optical society of America*, 69 (1), 31-47 (1979).
19. Kalaycıoğlu, H. ve Nemli, G., "Yonga levhada laminasyon", *Mobilya Dekorasyon Dergisi*, İstanbul, A(3) 4-8 (1995).
20. Talbert, R., "Paint Technology Handbook", *CRC Press*, 12-45(2007).
21. Lambourne, R., and Strivens, T., "Paint and surface coatings theory and practise, Second edition", *Plastics Design Library*, England, 4-36 (1999).
22. Berber, A., "Mobilya Boya, Vernik ve Polyester Sistemleri, Kullanıcı El Kitabı", *Kubilya Boya ve Kimya Sanayi Ticaret Limited Şirketi*, İzmir, 1-73 (2010).
23. Alper, K., "Boya Teknolojisine Genel Bakış" *Agzo Nobel Kemipol A.Ş.*, 1-18 (2004).
24. Marrion, A.R., "The Chemistry and Physics of Coatings" *Athenaeum Press Ltd.*, Gateshead, England 14-46 (2004).
25. Şanıvar, N., "Ağaç İşleri Üstyüzey İşlemleri", *Milli Eğitim Basımevi*, İstanbul, 5-52 (1978).
26. DYO Boya Fabrikaları Sanayi ve Ticaret A.Ş., "Uygulamada karşılaşılan sorunlar, nedenleri ve çözümleri", *DYO*, İzmir, 2-41 (2004).
27. Erol, D., ve Kadeş, A., "Boya Kusurları" *Agzo Nobel Kemipol A.Ş.*, İzmir 1-53 (2000).
28. TS EN 310 - 1999 "Ahşap Esaslı Levhalar-Eğilme Dayanımı ve Eğilme Elastikiyet Modülünün Tayini" *TSE*, Ankara (1999).

29. ASTM D 3359 – 97, “Standard Test Methods for Measuring Adhesion by Tape Test)” *ASTM*, (1997).
30. TS EN 4318,“Boyalar Ve Vernikler - Metalik Olmayan Boya Filmlerinin 20, 60 Ve 85 Açılarda Parlaklık Tayini”, *TSE*, Ankara (2002).
31. ISO 7724-2“Paints and varnishes -- Colorimetry -- Part 2: Colour measurement” *ISO USA* (1984).
32. TS 4981 EN 12722, “Mobilya yüzeyleri-kuru sıcaklığa karşı yüzey dayanıklılığının tayini”, *TSE*, Ankara (2002).
33. TS EN 438-2, “Dekoratif Lamine Levhalar(HPL)- Yüksek Basınçta Sıkıştırılmış Termoset Reçine Esaslı- Özelliklerin Tayini”, *TSE*, Ankara (2007).
34. ASTM D 1211 – 97 “Standard Test Method for Temperature-Change Resistance of Clear Nitrocellulose Lacquer Films Applied to Wood”, *ASTM*, USA (1997).
35. İnternet: Altekma Dış Ticaret Boya Makine Sanayi A.Ş. “Boya tabancası resmi” <http://www.altekma.com.tr/?id=236&m=Urunler&ust=19>, (2012).
36. İnternet: Dersan Makine, “Wagner boya tabancası resmi” <http://wagner-turkiye.com/wagner-1840-boya-makinasi.asp>, (2012).
37. Köse D., UV jet baskı teknolojisi uygulanmış mobilya yüzeylerinin bazı fiziksel özelliklerinin araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, *KBÜ Fen Bilimleri Enstitüsü*, Karabük, 5-50 (2010).

ÖZGEÇMİŞ

Recep AYKAN, 1976 yılında Tokat'ta doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Turhal ilçesinde tamamladı. 1995 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü'nde öğrenimine başlayıp 1999 yılında mezun oldu. Aynı yıl İstanbul Feka Mimarlık İnşaat Taahhüt A.Ş. firmasında mühendis olarak işe başladı. Bir süre çalıştıktan sonra 1999-2001 yıllarında askerlik görevini asteğmen olarak tamamladı. Daha sonra özel sektörde sırası ile D-Kare İnşaat Mobilya Ltd. Şti., Diva Orman Ürünleri A.Ş. ve Erkapsan Kontrplak Sanayi Ltd. Şti. firmalarında çalıştı. 2006 yılında Çanakcılar Yapı Malzemeleri A.Ş. firmasında banyo mobilyaları üretim şefi olarak işe başladı ve halen görevini devam ettirmektedir. Yurtiçi ve yurtdışı birçok fuara iştirakçi olarak katılmıştır. Mobilya endüstrisinde son teknoloji makineler ile ilgili olarak birçok kurs ve seminere katılan Recep AYKAN evli ve bir çocuk babası olup yabancı dili ingilizcedir.

ADRES BİLGİLERİ

Adres : Çanakcılar Yapı Malzemeleri A.Ş.
DSI yanı Çaydeğirmeni Beldesi, Devrek / Zonguldak

Tel : (530) 763 34 22
(536) 839 64 19

E-posta : r.aykan@creavit.com.tr
r.aykan@doxa.com.tr
raykan19@hotmail.com