

T.C.
MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AĞAÇIŞLERİ ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI

**BAKIR ESASLI EMPRENYE MADDELERİ İLE
MUAMELE EDİLEN ODUNUN DOĞAL KOŞULLARDA
FİZİKSEL PERFORMANS ÖZELLİKLERİ VE
VERNİKLEME ÖNCESİ BAKIR ESASLI EMPRENYE
MADDELERİ İLE EMPRENYE İŞLEMİNİN FİZİKSEL
PERFORMANS ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SÜLEYMAN ÜSTÜN

MAYIS 2019

MUĞLA

**T.C.
MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**AĞAÇIŞLERİ ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI**

**BAKIR ESASLI EMPRENYE MADDELERİ İLE
MUAMELE EDİLEN ODUNUN DOĞAL KOŞULLARDA
FİZİKSEL PERFORMANS ÖZELLİKLERİ VE
VERNİKLEME ÖNCESİ BAKIR ESASLI EMPRENYE
MADDELERİ İLE EMPRENYE İŞLEMİNİN FİZİKSEL
PERFORMANS ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SÜLEYMAN ÜSTÜN

MAYIS 2019

MUĞLA

MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEZ ONAYI

SÜLEYMAN ÜSTÜN tarafından hazırlanan “BAKIR ESASLI EMPRENYE MADDELERİ İLE MUAMELE EDİLEN ODUNUN DOĞAL KOŞULLARDA FİZİKSEL PERFORMANS ÖZELLİKLERİ VE VERNİKLEME ÖNCESİ BAKIR ESASLI EMPRENYE MADDELERİ İLE EMPRENYE İŞLEMİNİN FİZİKSEL PERFORMANS ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ” başlıklı tezinin, 03/05/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı’nda yüksek lisans derecesi için gerekli şartları sağladığı oybirliği/oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

TEZ SINAV JURİSİ

Prof. Dr. Hilmi Toker (Jüri Başkanı)

Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı,
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla

İmza:



Prof. Dr. Ergün BAYSAL (Danışman)

Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı,
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla

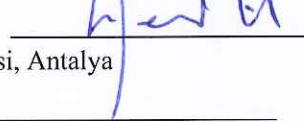
İmza:



Dr. Öğr. Üyesi Harun DİLER (Üye)

Malzeme ve Malzeme İşleme Teknolojileri Bölümü,
Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Akdeniz Üniversitesi, Antalya

İmza:



ANA BİLİM DALI BAŞKANLIĞI ONAYI

Prof.Dr. Mehmet ÇOLAK

Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı Başkanı,
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla

İmza:



Prof. Dr. Ergün BAYSAL

Danışman, Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı,
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla

İmza:

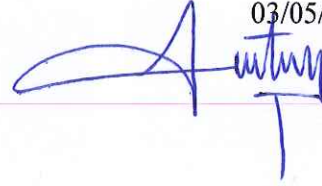


Savunma Tarihi: 03/05/2019

Tez çalışmalarım sırasında elde ettiğim ve sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgelerin tarafımdan bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde edildiğini; akademik ve bilimsel etik kurallarına uygun olduğunu beyan ederim. Ayrıca, akademik ve bilimsel etik kuralları gereği bu tez çalışması sırasında elde edilmemiş başkalarına ait tüm orijinal bilgi ve sonuçlara atıf yapıldığını da beyan ederim.

Süleyman ÜSTÜN

03/05/2019



ÖZET

BAKIR ESASLI EMPRENYE MADDELERİ İLE MUAMELE EDİLEN ODUNUN DOĞAL KOŞULLARDA FİZİKSEL PERFORMANS ÖZELLİKLERİ VE VERNİKLEME ÖNCESİ BAKIR ESASLI EMPRENYE MADDELERİ İLE EMPRENYE İŞLEMİNİN FİZİKSEL PERFORMANS ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Süleyman ÜSTÜN

Yüksek Lisans Tezi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ergün BAYSAL

Mayıs 2019, 78 Sayfa

Bu çalışma; bakır esaslı emprenye maddeleri ve vernikleme öncesi bakır esaslı emprenye maddeleri ile muamele edilen sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odunu deney örneklerinin Muğla yöresi doğal iklim koşullarında altı ay süresince fiziksel özelliklerinde meydana gelen değişimlerin belirlenmesi amacıyla yönelik olarak yapılmıştır.

Çalışmanın 1. bölümünde, sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odunu deney örnekleri, bakır esaslı emprenye maddelerinden Celcure AC-500, Wolmanit CX-8 ve Adolit KD-5'in %2'lik sulu çözeltisi ile muamele edilmiştir. Daha sonra, 6 ay süre ile açık hava koşullarına maruz bırakılarak deney örneklerinin renk, parlaklık, yüzey sertliği özellikleri incelenmiştir. Çalışmanın 2. bölümünde, bakır esaslı emprenye maddelerinden Celcure AC-500 ve Adolit KD-5'in %2'lik sulu çözeltisi ile emprenye edilen deney örnekleri daha sonra poliüretan vernik (PV) ve selülozik vernik (SV) ile vernikleme işlemine tabi tutulmuştur. İşleme tabi tutulan deney örnekleri, 6 ay doğal hava koşullarına maruz bırakılmıştır. Bu süreç sonunda deney örneklerinin renk, parlaklık, yüzey sertliği ve yapışma değerleri ölçülerek performans değerleri analiz edilmiştir.

Çalışma sonuçlarına göre; 6 aylık doğal hava koşulları sonrası emprenye işlemi uygulanan sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odunda, deney grubu örneklerinin sertlik, renk ve parlaklık değerleri, kontrol deney örneklerine göre daha iyi sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. En iyi sonucu sağlayan emprenye maddesinin Celcure AC-500 olduğu gözlenmiştir.

Emprenye ve vernik işlemi uygulanan sarıçam odunu deney örneklerinin sadece verniklenen deney örneklerine kıyasla yapışma direnci dışında, daha iyi fiziksel özellikler gösterdiği tespit edilmiştir. Çalışmada poliüretan vernikle kaplanan sarıçam odunu, selülozik vernikle kaplanan deney örneklerine göre fiziksel özellikler açısından daha olumlu sonuçlar vermiştir.

Anahtar Kelimeler: Emprenye, Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Celcure AC-500, Wolmanit CX-8, Adolit KD-5, Poliüretan Vernik, Selülozik Vernik, Yüzey Sertliği, Parlaklık, Renk, Yapışma

ABSTRACT

PHYSICAL PROPERTIES OF SCOTS PINE IMPREGNATED WITH COPPER BASED CHEMICALS IN WEATHERING CONDITIONS AND EFFECTS OF IMPREGNATION WITH COPPER BASED CHEMICALS BEFORE VARNISH COATING ON PHYSICAL PROPERTIES OF SCOTS PINE AFTER NATURAL WEATHERING

Süleyman ÜSTÜN

Master Thesis

Institute of Science and Technology

Woodwork Industry Industrial Engineering Dept.

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Ergün BAYSAL

May 2019, 78 pages

The purpose of this study was to determine the changes in the physical properties of the Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) wood samples treated with copper based chemicals and copper based chemicals before the varnish coating after 6 months of natural weathering in Mugla Region.

In the 1st part of the study, Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) wood test samples were treated with 2% aqueous solution of some copper based chemicals such as Celcure AC-500, Wolmanit CX-8, and Adolit KD-5. Afterwards, the color, gloss, and surface hardness properties of the test samples were determined after 6 months of weathering. In the second part of the study, the test specimens impregnated with 2% aqueous solution of Celcure AC-500 and Wolmanit CX-8 from copper based impregnation materials were then varnished with polyurethane varnish (PV) and cellulosic varnish (SV). The test samples were subjected to natural weather conditions for 6 months. At the end of this process, color, gloss, surface hardness and adhesion values of the test samples were measured and performance values were determined.

According to the results of the study; It was determined that the hardness, color and gloss values of the copper based chemicals treated Scots pine yielded better results than the untreated (control) group after natural weathering conditions for 6 months. Celcure AC-500 was found to be the best possible impregnation chemical in terms of physical properties. It has been determined that except for adhesion strength, the test specimens of impregnated and varnished wood are better physical properties than the only varnished samples. In this study, the Scots pine wood coated with polyurethane varnish gave more positive results than CV coated Scots pine after weathering.

Keywords: Impregnation, Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), Celcure AC-500, Wolmanit CX-8, Adolit KD-5, Polyurethane Varnish, Cellulosic Varnish, Surface Hardness, Gloss, Color, Adhesion

ÖNSÖZ

Ülkemizin milli kaynağı olan ormanlarımızı korumak ve bununla birlikte orman ürünlerini daha uzun ömürlü kullanılabilir hale getirmek amacıyla yaptığım bu araştırmada emeği geçenlere teşekkürü bir borç bilirim.

Tez çalışmamın her aşamasında bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, her konuda desteğini ve ilgisini esirgemeyen sayın hocam Prof. Dr. Ergün BAYSAL'a teşekkürü bir borç bilirim. Çalışmalarında desteğini esirgemeyen sayın hocam Prof. Dr. Hilmi TOKER'e teşekkür ederim. Tezimin ölçümler aşamasında yardımcı olan arkadaşım Şaban KART'a, yazım ve dil bilgisi konularında maddi ve manevi yardımlarını gördüğüm kayınbabam Dr. Hüseyin ÖZDEMİR'e, eşim Vildan ÜSTÜN'e ve bütün aileme teşekkür ederim.

Tez çalışması, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	iv
ABSTRACT	v
ÖNSÖZ.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xiii
1. GİRİŞ	1
1.1. Ağaç Malzemenin Yapısı	2
1.2. Ağaç Malzemenin Abiyotik ve Biyotik Faktörler Tarafından Deformasyonu	3
1.2.1. Biyotik faktörler	3
1.2.1.1. Mantarlar	4
1.2.1.1.1. Ahşabı renklendiren mantarlar.....	5
1.2.1.1.1.1. Mavi renklenme	5
1.2.1.1.1.2. Diğer renk mantarları	6
1.2.1.1.2. Ahşap malzemedeki çürüklük yapan mantarlar	6
1.2.1.1.2.1. Beyaz çürüklük	7
1.2.1.1.2.2. Kahverengi (Esmer) çürüklük	7
1.2.1.1.2.3. Yumuşak çürüklük	7
1.2.1.2. Bakteriler.....	8
1.2.1.3. Böcekler.....	8
1.2.1.3.1. Ev teke böceği	8
1.2.1.3.2. Ölüm saati böceği	9
1.2.1.3.3. Mobilya böceği	9
1.2.1.3.4. Kahverengi diri odun böceği	9
1.2.1.3.5. Ahşap malzemeyi oyan bitler	10
1.2.1.4. Termitler.....	10
1.2.2. Abiyotik faktörler	11
1.2.2.1. Kimyasal faktörler	11
1.2.2.2. Mekanik faktörler.....	12
1.2.2.3. Termal faktörler.....	12
1.2.2.4. Dış ortam faktörleri	12
1.2.2.4.1. Rutubet	13

1.2.2.4.2. Asit depolama	13
1.2.2.4.3. Işık etkisi.....	13
1.3. Ağaç Malzemelerin Abiyotik Faktörlere Karşı Korunması	14
1.3.1. Üst yüzey işlemleri.....	15
1.3.1.1. Vernik uygulaması ve vernik çeşitleri	15
1.3.1.1.1. Poliüretan vernikler	15
1.3.1.1.2. Asit sertleştiricili vernik	16
1.3.1.1.3. Sentetik vernik.....	16
1.3.1.1.4. Su bazlı vernikler	17
1.3.1.1.5. Selülozik vernik.....	18
1.3.1.2. Gamlak cilası.....	19
1.3.1.3. Lake Boyalar	19
1.3.2. Emprenye	20
2. LİTERATÜR ÖZETİ	21
3. MATERYAL VE YÖNTEM	25
3.1. Materyal.....	25
3.1.2. Sarıçam (<i>Pinus Sylvestris</i> L.)	25
3.1.3. Emprenye maddeleri.....	26
3.1.4. Yapıştırıcı.....	27
3.2. Yöntem	27
3.2.1. Sarıçam odunu deney örneklerinin hazırlanması	27
3.2.2. Emprenye çözeltisi hazırlanması ve emprenye işlemleri.....	29
3.2.3. Verniklerin hazırlanması ve deney örneklerinin verniklenmesi	31
3.2.4. Deney örneklerinin fiziksel testleri	32
3.2.4.1. Pandüllü sertlik testi	32
3.2.4.2. Parlaklık testi.....	33
3.2.4.3. Renk Testi	35
3.2.4.4. Yapışma testi.....	37
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	41
4.1. Bakır İçerikli Emprenye Maddeleri İle Muamele Edilen Sarıçam Odunu Deney Örneklerine İlişkin Bulgular.....	41
4.1.1. Sarıçam (<i>Pinus sylvestris</i> L.) odunu deney örneklerinin retensiyon değerlerine ilişkin bulgular.....	41
4.1.2. Sarıçam (<i>Pinus sylvestris</i> L.) odunu deney örneklerinin sertlik değerlerine ilişkin elde edilen bulgular	42
4.1.3. Sarıçam (<i>Pinus sylvestris</i> L.) odunu deney örneklerinin parlaklık değerlerine ilişkin elde edilen bulgular	45
4.1.4. Sarıçam (<i>Pinus sylvestris</i> L.) odunu deney örneklerinin renk değerlerine ilişkin elde edilen bulgular	47

4.2. Bakır İçerikli Emprenye Maddeleri ve Vernik Uygulanan Sarıçam (<i>Pinus sylvestris</i> L.) Odunu Deney Örneklerine İlişkin Bulgular	52
4.2.1. Sarıçam (<i>Pinus sylvestris</i> L.) odunu deney örneklerinin sertlik değerlerine ilişkin elde edilen bulgular	52
4.2.2. Sarıçam (<i>Pinus sylvestris</i> L.) odunu deney örneklerinin parlaklık değerlerine ilişkin elde edilen bulgular	55
4.2.3. Sarıçam (<i>Pinus sylvestris</i> L.) odunu deney örneklerinin yapışma direnci değerlerine ilişkin elde edilen bulgular	58
4.2.4. Sarıçam (<i>Pinus sylvestris</i> L.) odunu deney örneklerinin renk değişim değerlerine ilişkin elde edilen bulgular	61
5. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER	66
5.1. Tartışma ve Sonuçlar	66
5.1.1. Sertlik	66
5.1.2. Parlaklık	66
5.1.3. Renk	67
5.1.4. Yapışma	68
5.2. Öneriler	69
KAYNAKLAR	71
ÖZGEÇMİŞ	77

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Sariçam odununun bazı fiziksel ve mekanik özellikleri.....	25
Çizelge 3.2. Deneilerde kullanılan verniklerin özellikleri	31
Çizelge 3.3. Muğla iline ait şubat ve temmuz 2015 tarihleri arasındaki meteorolojik veriler	40
Çizelge 4.1. Sariçam odunu deney örneklerinin empenye sonrası retensiyon değerleri.....	41
Çizelge 4.2. Sariçam odunu deney örneklerinin doğal yaşlandırma öncesi ve doğal yaşlandırma sonrası sertlik değerleri	43
Çizelge 4.3. Sariçam odunu deney örneklerinin sertlik değişim (%) değerlerine ilişkin elde edilen varyans analizi sonuçları.....	44
Çizelge 4.4. Sertlik değişim (%) değerlerine ilişkin elde edilen Duncan testi sonuçları	44
Çizelge 4.5. Sariçam odunu deney örneklerinin doğal yaşlandırma öncesi ve doğal yaşlandırma sonrası parlaklık değerleri	45
Çizelge 4.6. Sariçam odunu örneklerinin parlaklık değişim (%) değerlerine ilişkin elde edilen varyans analizi sonuçları	47
Çizelge 4.7. Parlaklık değişim (%) değerlerine ilişkin elde edilen Duncan testi sonuçları	47
Çizelge 4.8. Sariçam odunu deney örneklerinin doğal yaşlandırma öncesi ve doğal yaşlandırma sonrası renk değişim değerleri	49
Çizelge 4.9. Sariçam odunu deney örneklerinin toplam renk değişimi değerlerine ilişkin elde edilen varyans analizi sonuçları.....	51
Çizelge 4.10. Toplam renk değişimi değerlerine ilişkin elde edilen Duncan testi sonuçları	51
Çizelge 4.11. Sariçam odunu deney örneklerinin doğal yaşlandırma öncesi ve doğal yaşlandırma sonrası sertlik değerleri	52
Çizelge 4.12. Sariçam odunu deney örneklerinin sertlik değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları	54
Çizelge 4.13. Sertlik değişim (%) değerlerine ilişkin Duncan testi sonuçları.....	54
Çizelge 4.14. Sariçam odunu deney örneklerinin doğal yaşlandırma öncesi ve doğal yaşlandırma sonrası parlaklık değerleri	55
Çizelge 4.15. Sariçam odunu deney örneklerinin parlaklık değişim (%) değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları.....	57
Çizelge 4.16. Parlaklık değişim (%) değerlerine ilişkin Duncan testi sonuçları	57
Çizelge 4.17. Sariçam odunu deney örneklerinin doğal yaşlandırma öncesi ve doğal yaşlandırma sonrası yapışma direnci değerleri.....	58
Çizelge 4.18. Sariçam odunu deney örneklerinin yapışma direnci değişim (%) değerlerine ilişkin elde edilen varyans analizi sonuçları.....	60

Çizelge 4.19. Yapışma direnci değişim (%) değerlerine ilişkin elde edilen Duncan testi sonuçları.....	60
Çizelge 4.20. Sarıçam odunu deney örneklerinin doğal yaşlandırma öncesi ve doğal yaşlandırma sonrası renk değerleri	62
Çizelge 4.21. Sarıçam odunu deney örneklerinin toplam renk değişim değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları.....	64
Çizelge 4.22. Toplam renk değişim değerlerine ilişkin Duncan testi sonuçları.....	65



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Emprenye çözeltileri	26
Şekil 3.2. Çift kompenatlı yapıştırıcı	27
Şekil 3.3. Deney örnekleri.....	28
Şekil 3.4. İklimlendirme cihazı	29
Şekil 3.5. Emprenye cihazı ve çalışma prensibi	30
Şekil 3.6. Verniklenmiş deney örnekleri.....	32
Şekil 3.7. Pandüllü sertlik ölçüm cihazı.....	33
Şekil 3.8. Yüzey parlaklığı ölçüm cihazı	34
Şekil 3.9. 60° Gloss-metre ölçüm prensibi.....	34
Şekil 3.10. Renk ölçüm cihazı ve ölçüm kalıbı	35
Şekil 3.11. CIEL* a* b* renk evren modeli ve renk sistemi.....	36
Şekil 3.12. Yapışma test cihazı.....	37
Şekil 3.13. Yapıştırma kalıbı	38
Şekil 3.14. Yapışma işlemi yapılmış deney örnekleri	38
Şekil 3.15. Çekme silindiri çevresindeki fazla yapıştırıcı temizleme aleti	38
Şekil 3.16. Örneklerin deney düzeneğine yerleştirilmesi.....	39
Şekil 3.17. Doğal yaşlandırma deney düzeneği.....	40
Şekil 4.1. Retensiyon değerleri (Kg/m ³)	42
Şekil 4.2. Sarıçam odunu deney örneklerinin doğal yaşlandırma öncesi ve doğal yaşlandırma sonrası sertlik değerleri	43
Şekil 4.3. Sarıçam odunu deney örneklerinin doğal yaşlandırma öncesi ve doğal yaşlandırma sonrası parlaklık değerleri.....	46
Şekil 4.4. Sarıçam odunu deney örneklerinin doğal yaşlandırma sonrası toplam renk değişim değerleri.....	50
Şekil 4.5. Sarıçam odunu deney örneklerinin doğal yaşlandırma öncesi ve doğal yaşlandırma sonrası sertlik değerleri	53
Şekil 4.6. Sarıçam odunu deney örneklerinin doğal yaşlandırma öncesi ve doğal yaşlandırma sonrası parlaklık değerleri.....	56
Şekil 4.7. Sarıçam odunu deney örneklerinin doğal yaşlandırma öncesi ve doğal yaşlandırma sonrası yapışma direnci değerleri	59
Şekil 4.8. Sarıçam odunu deney örneklerinin doğal yaşlandırma sonrası toplam renk değişimleri	63

SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ACQ	Amonyum bakır kuat
AKD-5	Adolit KD-5
ASTM	American society for testing and materials
°C	Sıcaklık ölçęęi
C	Konsantrasyon (%)
CCA	Bakır krom arsenik
CCB	Bakır krom bor
CIELAB-76	CIELAB renk değişimi standardı
CAC-500	Celcure AC-500
CZC	Kromlu çinko klorür
ISO	International standard organization
mm	Milimetre
MPa	Megapaskal
N	Newton
Ort	Ortalama değer
PV	Poliüretan vernik
St. sp.	Standart sapma
SV	Selülozik vernik
T ₁	Emprenye öncesi numune ağırlığı (g)
T ₂	Emprenye sonrası numune ağırlığı (g)
TS	Türk standardı
UV	Ultraviyole
V	Numune hacmi (cm ³)
WMCX-8	Wolmanit CX-8
ΔL^*	CIELAB renk değişim değerleri, ΔL^* (+) kısmi beyaz, ΔL^* (-) siyah
Δa^*	CIELAB renk değişim değeri, Δa^* (+) kısmi kırmızı açılımı, Δa^* (-) kısmi yeşil açılımı
Δb^*	CIELAB renk değişim değeri Δb^* (+) kısmi sarı açılımı, Δb^* (-) kısmi mavi açılımı
ΔE^*	Toplam renk değişimi değeri

1. GİRİŞ

Geçmişten günümüze ahşap malzeme doğal oluşu, organik yapısı ve üstün özelliklere sahip olması nedeniyle birçok alanda (yapı, yat, tekne, ev mobilyaları vb.) tercih edilmektedir. Ahşap malzemenin ekolojik, yenilenebilir ve sürdürülebilir doğal bir kaynak olmasının yanı sıra; sağlıklı, estetik, dayanıklı ve yanmaya karşı dayanımı da onu üstün kılan özelliklerdendir. Fakat ahşap malzeme, dış hava koşullarından ve mevsimsel hava değişimlerinden olumsuz etkilenmekte, değeri ve kullanım ömrü azalmaktadır.

Doğal hava koşulları (güneş ışığı, sıcaklık, nem, rüzgâr, yağmur vb.) ahşap malzemelerin dış yüzeyini bulundurmakta ve degradasyona uğratmaktadır. Açık havadaki olumsuz etkilere (Weathering) maruz kalan ahşap malzeme yüzeyi zamanla yumuşamakta ve ahşap malzeme bozunmaya başlayarak uzun süre işlem görmemiş “yaşlı odun” şeklini almaktadır. Bunun için, açık hava koşullarında oluşan bu gibi olumsuz etkilerin giderilmesi hem ekonomik açıdan hem de doğal görünüm açısından çok önemlidir (Baysal, 2013).

Dış hava koşullarının, mevsimsel hava değişimlerinin ahşap malzeme üzerindeki olumsuz etkilerini ortadan kaldırmak için; ahşap yüzeyine ve içine koruyucu maddeler; emprenye, boya ve vernik uygulamaları yapılmaktadır. Fakat üst yüzey işlemleri yapılan ahşap malzeme yüzeyleri yine de zamanla bozunmakta ve üst yüzey görüntüsü, dayanımı arzu edilen seviyeye ulaşamamaktadır. Çeşitli biyolojik, kimyasal ve fiziksel etkilere maruz kalan odunda, üst yüzey işlem maddelerinin dış ortam koşullarındaki performanslarının ölçülmesi kolay değildir. Bununla birlikte; emprenye ve vernik gibi ahşap üst yüzey uygulama maddelerinin açık hava koşullarında ne derece etkili oldukları ve ağaç türleriyle uyum sağlayıp sağlayamadıklarının araştırılması gerekmektedir.

1.1. Ağaç Malzemenin Yapısı

Ağaç, bilindiği gibi kök, gövde, dal ve yapraklardan oluşan uzun ömürlü bir bitkidir. Diğer canlı varlıklar gibi ağaçlar da hücrelerden meydana gelir ve hiçbir ağaç diğerine benzemediği gibi aynı türün ağaçları dahi yapısı itibariyle birbirine benzemez. Ağaç gövdeleri koruyucu kabuk ile örtülüdür. Kabuk iç ve dış kabuk olmak üzere iki kısımdan oluşur. Koruma görevini ölü hücrelerden oluşan dış kabuk yapar. İç kabuk ise yapraklardaki besin maddelerini yukarıdan aşağıya doğru ağacın kullanacağı yerlere iletir. Ağaçların en kullanışlı kısmı gövdesidir ancak ağaç gövdesi besin maddeleri içermesinden dolayı rutubetlidir.

Ağaç işlenmeye başlandığında kereste veya kaplama levha haline getirildiğinde çevresine rutubet vermeye başlar. Ancak, rutubet tamamen bitmez ve hücre çeperlerinde bir miktar kalır. Ortamın rutubet şartlarına bağlı olarak değişen bu su miktarı zamanla ağaç malzemenin fiziksel ve mekanik özelliklerini etkiler. Orta rutubetteki ağaçlarda %30-40 rutubet vardır (Baysal ve diğ., 2007).

Odun bileşenlerinin oranı, ağaç türüne, yaşına ve çevresel şartlara göre değişiklik göstermekle birlikte, temel olarak %40-50 oranında selüloz, %20-35 oranında lignin, %15-35 oranında hemiselüloz gibi organik bileşiklerden ve %5-20 oranında organik ekstraktiflerden oluşmaktadır. Selüloz hücre çeperinin asıl iskeletini, hemiselüloz, lignin ve pektin bu iskeleti çevreleyen ve boşlukları dolduran ara maddeyi meydana getirir (Bozkurt ve diğ., 1993).

Ahşap malzemede selüloz ve hemiselüloz yoğun ise, odunun fiziksel ve direnç özelliği yüksektir. Ahşap malzemede bulunan lignin ise güneş ışınlarının deformasyonu sonucu renk değişikliklerine sebep olur. Ayrıca lignin; hücreye sertlik verir, basınç direncini artırır ve hidrofobik özellik kazandırır. Odun hücrelerinde daha az oranda bulunan ekstraktif maddeler odunun yapısal bir bileşeni değildir. Bu ekstraktif maddeler genellikle şekerler, terpenler, polifenoller, reçineler, tanenler ve yağ asitleridir. Ekstraktifler çoğunlukla odunun özünde toplanmıştır ve odunun yoğunluğunu, koku, renk, geçirgenlik ve dayanıklılığını etkileyerek oduna bazı özellikler kazandırmıştır (Bozkurt ve Göker, 1996).

Ahşap malzemenin yapısının bilinmesi onun koruyucu maddelerle emprenye edilmesi açısından önemlidir. Ağaç malzeme farklı ve çok çeşitli yapısal özellikleri olan heterojen bir yapıya sahiptir. Bu farklılık bölge, yetişme ortamı ve kalıtsal yapı gibi etkenlerden kaynaklanır (Usta, 1993).

1.2. Ağaç Malzemenin Abiyotik ve Biyotik Faktörler Tarafından Deformasyonu

Ağaç malzemelerinin gerek güneş ışınları, yağmur, kar, dolu, radyasyon, nem, rüzgâr gibi dış hava şartlarından gerekse böcek, mantar gibi canlı organizmalardan olumsuz etkilendiği bilinmektedir. Abiyotik faktörler ve biyotik faktörler ahşabın yapısında renk değişiminden, tamamen kullanışsız hale gelmesine kadar birçok değişikliğe yol açmaktadır.

Ahşap malzemeyi korumak için kimyasal maddeler kullanılmadan önce alınacak bazı tedbirler vardır. Fakat bu tedbirler ahşabı bir dereceye kadar koruyabilmektedir. Abiyotik ve biyotik etkilerin sürekli olması durumunda çeşitli kimyasal maddeler ve metotlarla emprenye edilerek ahşap yüzeyin korunması gerekmektedir (Kartal ve Imamura, 2004).

Ağaç malzemelerin toprak temassız kullanım yerlerinde ve nemli ortamlarda daha çok ve çabuk deforme olma, çürüme riski vardır. Bu nedenle emprenye işlemlerinin tekrar yapılmasına ihtiyaç olabilmektedir. Ahşap malzemelerde oluşan deformasyonların hangi şartlarda ne türde olduğu biyotik ve abiyotik faktörler adı altında araştırılarak ortaya kullanılmaktadır.

1.2.1. Biyotik faktörler

Ahşap malzemenin yapısı çeşitli canlılar için ideal bir besin kaynağı ve barınaktır. Bu canlılar, ahşabın içerisinde bulunan selüloz ve lignini ayrıştırarak besin temin etmekte, ahşapta önemli hasarlar oluşturmakta ve ahşabı zayıflatmaktadır. Biyotik faktörler olarak; ahşap çürütücü böcekler, bakteriler, çürüklük mantarları, küf ve renk mantarları, termitler ve deniz canlıları sayılabilir.

1.2.1.1. Mantarlar

Odun ve diğler selülozik malzemelerde renk değışimine ya da çürümeye neden olan, klorofilsiz canlılardır (Bozkurt, 1997). 5000'den fazla çeşidi vardır. Yapılarında klorofil olmayışı nedeniyle yeşil bitkilerden ayrılırlar. Kendi besin maddelerini üretemediklerinden diğler bitkilere ve hayvanlara arız olarak beslenmektedirler. Buldukları ortamı, hüfleri yardımıyla çürütürler (Bozkurt ve diğ., 1993). Beslenmelerini ve enerjilerini diğler organik maddelerden sağlayarak, gerekli olan enerjiyi ve hücre yapısını oluşturan maddeleri holoselüloz, nişastalar ve şekerlerden oluşan karbonhidrattan sağlarlar. Bazı mantarlar ise bu ihtiyaçlarını ligninden sağladıkları gibi azot ve mineral maddelerine de gerek duyarlar. Mantarlar enzimler salgılayarak, karbonhidratlı maddeleri, bazen de lignini ayrıştırmakta, bunları şeker gibi basit bileşiklere dönüştürüp, enerji sağlamaktadır (Bozkurt, 1997). Canlı ağaçların dokularına zarar verenlere parazit, kesilmiş ölü dokulara zarar vererek çürüklük yapanlara saprofit mantarlar denir (Örs, 2001). Ahşap malzemede çürüme daha çok bodrumlarda, duvara gömülmüş kiriş başlarında, süpürgelik arkalarında ve pencere çerçevelerinde görülür, bu alanlardaki ahşabın görünümünü bozarlar (Günay, 2002).

Mantarlar spor ile üreyen, saprofit veya parazit olarak yaşayan çok hücreli klorofilden yoksun canlılardır. Sporlar rüzgârla çevreye dağılarak geniş bir üreme ve çoğalma kapasitesine sahiptirler. Sporlar düştükleri toprak veya ağaç malzemede uygun şartları bulduklarında kolayca gelişebilmektedir. Olgun bir mantar şapkasından yaklaşık 7-8 milyon spor dökülmektedir (Yıldız, 2010).

Ahşapta mantarların gelişimi için uygun sıcaklık ve pH değeri, bir miktar oksijen, yeterli miktarda nem ve uygun besin kaynağı olmalıdır. Bunlardan herhangi birinin bulunmayışı, mantarların gelişmesini önler veya büyük ölçüde durdurur. Ahşapta çürüklüğün kontrol altına alınması, bu koşulların birinin veya birkaçının ortadan kaldırılmasına bağlıdır (Desch ve Dinwoodie, 1996; Panshin ve diğ., 1964). Tüm mantarların gelişmeleri, 5°C'nin altında çok yavaşlamakta 0°C'nin altındaki sıcaklıklarda durmaktadır (Desch ve Dinwoodie, 1996). Her mantar türünün kendine göre en uygun geliştiği optimum bir sıcaklık derecesi vardır. Ahşabı tahrip eden mantarlar, önemli miktarda asit salgılamaktadırlar. Mantarların ahşabı çürütmesi

esnasındaki asitlerin bir kısmı odundan, bir kısmı ise mantardan meydana gelmektedir. Esmer çürüklük mantarlarının asit üretimi, beyaz çürüklük mantarlarına göre daha fazladır (Berkel, 1970).

Çürüklük ilerledikçe ahşabın renginde, dokusunda ve liflerinde hafif değişiklikler meydana gelmektedir. Çürüklüğün orta aşamasında, ahşabın rengi ve dokusunda değişimler olur fakat ahşap, yapısı bozunmadan korunmaktadır. Son aşamada ise, ahşabın yapısı tamamen bozunmuş ve geriye kalan ahşap; kahverengi, biçimsiz, beyazımsı, kav gibi ya da liflere ayrılmış bir malzemeye dönüşmüştür (Köse, 2000). Çürüyen ahşapta görülen diğer önemli değişimler; ağırlık ve yoğunluk kayıpları, mekanik özelliklerde azalma, higroskopisitede değişiklikler, permeabilitede artış ve boyutlarda azalmadır (Köse, 2000).

1.2.1.1.1. Ahşabı renklendiren mantarlar

Ahşabın renk değişimine neden olan mantarlar, renk ve küf mantarlarıdır. Ahşaba renk veren mantarlar genellikle hücre çeperini deforme etmezler. Paranzim hücrelerinin içeriği olan şeker ve nişasta ile beslenirler. Ahşap malzemenin yüzeyinde veya içerisinde gelişirler.

1.2.1.1.1.1. Mavi renklenme

Mavi renklenme veya diğer adıyla diri odun renklenmesi, maviden gri-siyaha kadar değişen bir renk bozulmasıdır. Genelde mavileşme ve siyahımsı renk bozulmaları daha çok iğne yapraklı ağaçlarda görülmekle birlikte bütün ağaç türlerinde, özellikle de çam türlerinde görülmektedir (Özen, 2005).

Odunda renk değişikliği yapan mantarlar, yaşamları için optimum %45–180 odun rutubetine ve 22-35 °C sıcaklık derecelerine ihtiyaç duyarlar. Eğer ağaç malzeme iyi kurutulmaz ise mavi renklenme mantarları gelişebilmektedir (Bozkurt ve diğ., 1995). Bunlar odun yüzeyinde dağınık lekeler, bazen de tüm odunu kaplayan renklenmelere yol açarak bir güzellik ve görünüm bozukluğu yaparlar. Böylece odunun değerinin düşmesine neden olurlar (Yalınkılıç, 1990). Mavileşme mantarlarının büyüyüp gelişmesi için rutubet başta olmak üzere çok sayıda çevre faktörü gereklidir.

1.2.1.1.1.2. Diğer renk mantarları

Bu tür mantarların en önemlileri *Penicillium*, *Fusarium* ve *Aspergillus* türleridir. Bu mantarların oluşumları renksiz olduğundan ağaç malzemenin sadece yüzeyinde renk değişikliğine neden olurlar. Sporlarının rengine göre, malzeme yüzeyinde beyaz, sarı, kırmızı, mavi-yeşil, oranj ya da siyah renklenmeler meydana gelir. Yüzeydeki renklenme, rendeleme, planyalama ve fırçalama ile uzaklaştırılabilmektedir. Bu mantarları uzun süre %20-25 üzerinde rutubet içeren ya da yüksek rutubetli depolarda bekletilen ağaç malzemedede hızla gelişir.

İğne yapraklı ağaçlar bu türlere karşı, geniş yapraklı ağaçlardan daha hassas olmakta, ancak yapraklı ağaçlar daha koyu renklenmektedir. Mücadele yöntemi olarak kurutma işlemleri uygulandığında, mantarlar ölmekte, fakat malzemenin yüzeyinde lekeler kalmaktadır.

Bu olumsuzluklar sadece estetik kusurdur. Yüzeyler yağlı boya ile örtülebilir, ya da malzeme yüzeyi 0,5 mm derinliğine kadar planyalanarak kaldırılabilir. Sürülen boya ile birlikte bazı fungusitlerin kullanılması malzeme yüzeyine mantarların gelmesini önlemektedir (Bozkurt ve Erdin, 1997).

1.2.1.1.2. Ahşap malzemedede çürüklük yapan mantarlar

Çürüklük yapan mantarlar ahşap malzemeyi tamamen tahrip ederek, ahşabın önemli derecede yumuşamasına ve direncinin azalmasına neden olmaktadır. Çürüklük yapan mantarlar ahşap dokusundaki etkilerine göre; beyaz çürüklük, esmer çürüklük ve yumuşak çürüklük mantarları olarak üçe ayrılmaktadır (Bozkurt, 1997; Erdin, 2009).

Özellikle ılıman iklim bölgelerinde en çok zarar yapan cinsleri *Androdia*, *Coniophora*, *Gloeophyllum*, *Lentinus* ve *Polyporus* olup, malzemedede esmer ya da beyaz çürüklük meydana getirir. Çürütme etkileri; ağaç türü, rutubet miktarı ve sıcaklıkla ilgili olarak geniş çapta değişiklik gösterir. Bu cinslere ait mantar türlerinin bazıları kurutulmamış ahşap malzemedede tahribat yapar. Yaşayan ağaçlarda çürüklük yapan mantarlara nadir hallerde binalarda rastlanmaktadır. Ayrıca, bu mantarlardan bazıları üretimden sonra kurutulmayan ahşap malzemedede yaşamlarına devam eder. Çürüklük yapan mantarlar her çeşit ahşabı tahrip edebilir. Ağaç türlerinin mantarlara

karşı dayanıklılığı farklıdır. Örneğin; ekstraktif maddeler içeren meşe, kestane ve yalancı akasya gibi ağaç türleri, diğerlerinden daha dayanıklıdır (Bozkurt ve Erdin, 1997).

1.2.1.1.2.1. Beyaz çürüklük

Bu mantar türü ahşap renginin açılmasına ya da ağarmasına neden olmaktadır; ancak uzun bir süre genel yapıda değişiklik yapmamaktadır (Erdin, 2009). Beyaz çürüklüğün ileri safhalarında odun yumuşak ve açık renkli olmaktadır. Özellikle yapraklı ağaç türleri bu mantara karşı hassasiyet göstermektedir. Çürümenin sonlarında, esmer çürüklükte olduğu gibi enine çatlaklar, anormal daralma veya çökmeler oluşmaktadır.

1.2.1.1.2.2. Kahverengi (Esmer) çürüklük

Kahverengi çürüklük yapan mantarlar iğne yapraklı ağaçların odunlarını tercih eder. Bu mantar en tehlikeli türdür ve odunsu hücre çeperinin selülozunu tahrip ederek geriye kalan ligninin rengini esmer çürüklüğe dönüştürür. Bu tip çürüklüklerde enine ve boyuna yönde odunda çatlaklar ve küp şeklinde parçalar olur. Odunun bu kısımları parmakla ezilerek ufalanabilir (Örs ve Keskin, 2008).

Esmer çürüklük mantarının arız olduğu ahşap; hacminden, ağırlığından, yoğunluğundan, direncinden ve sertliğinden kayıplara uğrar. Kahverengi çürüklük; odunun kütleli kayıplar vermesine, bu nedenle kolayca kırılmasına ve elimizde çok rahat toz haline dönüşebilmesine neden olmaktadır.

1.2.1.1.2.3. Yumuşak çürüklük

Yumuşak çürüklük, hücre çeperinin orta tabakasında meydana gelir ve odunun yalnızca dış yüzeyindedir. Odun kuruduktan sonra yüzeyde esmer çürüklüğe benzeyen liflere dik yönde çatlaklar görülür (Örs ve Keskin, 2008). Esmer ya da beyaz çürüklük mantarlarından daha geniş bir tahrip alanına sahip olan yumuşak çürüklük mantarları, çoğunlukla geniş yapraklı ağaçlara arız olmaktadır (Bozkurt ve diğ., 1995).

1.2.1.2. Bakteriler

Bakteriler şartlara bağı olarak aerobik ya da anaerobik olarak yaşayabilen en küçük organizmalardır. Anaerobik bakteriler, moleküler oksijene ihtiyaç duymadıklarından uzun süre su içinde kalan veya ıslak toprağa gömülü ahşaplarda üremektedir (Erdir, 2009). Bakterilerin 20- 30 °C sıcaklıkta ve % 80-100 nemde gelişme gösterdiği görülmektedir (Günay, 2007). Bakteriyel etkinlik; diri odunun geçit zarlarında delik şeklinde tahribat yapma, hücre duvarlarında yıpranma ve paransim hücre içeriklerinin tüketimi olarak ifade edilmektedir. Böylelikle, ağacın permabilitesi 7-10 kat artmakta ve mukavemeti azalmaktadır. Bakteriler ahşapta renk değişiklikleri, yüzey katmanlarında yumuşama ve aşırı büzölmeler de oluşturabilmektedir (Tsoumis, 1991).

1.2.1.3. Böcekler

1.2.1.3.1. Ev teke böceği (*Hylotrupes bajulus*)

Teke böcekleri (*Cerambycidae*) familyasının en önemli türüdür. İskandinavya, Rusya, Güney Afrika, ABD ve ölkemizde ahşap malzemede büyük hasarlara neden olmaktadır. Ahşap yapıların yaşı arttıkça ahşabın besin değeri düştüğü için, en fazla 10-30 yıllık binalarda deformasyona neden oldukları bilinmektedir (Bozkurt ve diğ., 1993).

Ev teke böceği (*Hylotrupes bajulus*) ağaç malzemede esas deformasyonu larva döneminde yapmaktadır. Ağacın kabuk altında tahribat yaptıktan sonra oduna girerek enine kesitli oval ve kanca şeklinde, çapı gittikçe artan, düzensiz yenik galeriler yapar. Larva dönemi uzun sürmesi ahşapta yoğun iç deformasyonlara neden olmaktadır. Ev teke böceklerinin yaşam süreleri 3-10 yıldır. Ev teke böceği genellikle diri odunu tahrip eder, fakat öz oduna da zarar verebilmektedir (İlhan, 1997; Örs ve Keskin, 2008). Ahşap malzemeyi ev teke böceklerinden (*Hylotrupes bajulus*) koruma metotları; kimyasal maddeler, gazlama ve sıcak hava metotları şeklinde önerilmektedir (İlhan, 1997).

1.2.1.3.2. Ölüm saati böceği

Anobiidae familyasına ait böceklerin en büyüğü olup, alacalı kemirici böcek (*Xestobium rufovillosum*) de denilen bu böcek, Avrupa'da ve ülkemizde yaygın olarak bulunmaktadır. Çoğunlukla, eski binalarda bulunur (Bozkurt ve diğ., 1993). Nemli alanlarda özellikle duvar kaplamaları, döşeme kirişlerinin uçları, lentolar ve diğer yapısal ahşaplarda görülmektedir. Mantar enfeksiyonu ile birleştiğinde, geniş kirişlerin ortasında çukur açabilmektedir (Erdin, 2009). Döşeme altı boşluklarının havalandırılması sağlanmalı, bu gibi yerlerde nem kesiciler kullanılmalıdır (Potter, 2010).

1.2.1.3.3. Mobilya böceği

Mobilya böceği / Tos vuran böcek (*Anobium punctatum*), ağaç kemirenler cinsinden olan bir böcek türü olup ülkemizde ve özellikle İngiltere'de yaygın olarak görülür. Binalarda döşeme tahtalarının çökmesine neden olabilecek kadar büyük hasar yapabilmektedir (Bozkurt ve diğ., 1993; Kaygın ve diğ., 2004). Daha çok iğne yapraklı ve geniş yapraklı ağaçlara arız olurken, nadiren bazı tropik yapraklı ağaçlarda da görülebilmektedir. Binalarda nemden etkilenen merdiven altlarında, çatılarda, mobilyalarda, döşemelerde ve doğramalarda rastlanmaktadır (Erdin, 2009). Bu böceklere müdahale olarak; genellikle organik çözücüler, emülsiyonlar ya da pastalar (macunlar) uygulanmaktadır. Dumanlama ya da diklorvos çubuklar da etkili olabilmektedir. Çok eski ahşap yapılarda pek aktif olmadığından bu gibi yapılarda emprenye işlemine gerek duyulmamaktadır (Erdin, 2009).

1.2.1.3.4. Kahverengi diri odun böceği

Kahverengi diri odun böceği (*Lyctus brunneus*) Lyctidae familyasına ait böcekler ülkemizde “diri odun böcekleri”, Almanya'da “parke böcekleri” olarak bilinmektedir. Bu böceklerin en çok zarar veren türü *Lyctus*'lardır (Bozkurt ve diğ., 1993). Geniş gözenekli ve nişastasız bol geniş yapraklı ağaç odunlarının diri odununa; genellikle ceviz, meşe, dişbudak, kestane ve karaağaçlara arız olmaktadır. (Erdin, 2009; Scott, 1968). Bu böcekler bir kez bulaştı mı yok edilmesi maliyetli olmakta ve

çoğu kez kesin bir sonuç alınamamaktadır. Bu yüzden, önleyici tedbirlerin alınması çok önemlidir. Ahşap içindeki larvaları öldürmek için, çok miktarlarda böcek öldürücü (insektisit) kullanılmalı ve kimyasalların ahşap içine derin bir şekilde nüfuzu sağlanmalıdır (Panshin ve diğ., 1964).

1.2.1.3.5. Ahşap malzemeyi oyan bitler

Odun oyan bitler olarak bilinmekte olup özellikle ıslak çürüklük mantarlarıyla ilişkilendirilmektedir (Scott, 1968). Çürümüş ağacı tamamen bal peteği haline dönüştürebilir. Bazen çürümüş ağaca bitişik olan sağlam ağaca da yayılabilmektedir. Nemli şartlardaki çürümüş geniş ve iğne yapraklı ağaçlara arız olmaktadır. Az havalandırılan zemin katları, kilerleri, nemli masif döşemeleri, kontrplakları ve duvarlara temas eden ahşapları istila eder. Kemirici böceklerin hasarları, mantar çürüklüğüne göre ikinci sıradadır (Erdin, 2009).

Kemirici böceklerle müdahale olarak bir böcek öldürücü (insektisit) uygulamasına gerek yoktur. Nem kaynağı ortadan kaldırılmalı, sağlam ağaçlar kurutulmalı ve çürümüş ahşap değiştirilmelidir. Sağlam, kuru ahşabın istilaya uğraması pek mümkün olmamaktadır (Erdin, 2009).

1.2.1.4. Termitler

Termitler veya beyaz karıncalar koloniler halinde yaşayan ve odunu toplu halde deforme eden odun zararlısı türlerdendir. Besin maddesi selüloz olduğu için odundan başka, içerisinde selüloz bulunan lif levha, kâğıt, kumaş vb. gibi ürünlere de zarar verir. Döşeme gibi iç mekân malzemelerini öğütürken ahşap içinde yollar açarak hiç durmaksızın ilerler. Ancak ahşap malzeme tamamen zarara uğradığında termitlerin varlığı anlaşılır.

Termitler ışığı sevmeyen toprak altında yaşayan bir türdür. Termit yuvalarının kimi yerlerde 7-8 metre yükseklikte olduğu saptanmıştır. Termitlerden korunmak için yeni ahşap yapılar termit yuvalarından mümkünse uzağa yapılmalıdır. Termitlerin arız olduğu odun malzemeleri kurtarmak imkânsızdır. Çünkü termitler ancak o odunun tükendiği ve bittiği safhada görülebilmektedir. Bununla birlikte kurtarılmak istenen

ahşap malzeme, etilen bromür içeren ve gazlama diye tabir edilen bir yöntem kullanarak kimyasal olarak zehirlenme işlemine tabi tutulur (Yıldız, 2005).

1.2.2. Abiyotik faktörler

1.2.2.1. Kimyasal faktörler

Ahşabın cinsine, niteliğine, süreye ve sıcaklığa bağlı olarak kimyasallar ahşapta direnç kaybına yol açabilirler. Koşulların şiddetli olmadığı ve sıcaklığın düşük olduğu ortamlarda ahşap malzeme birçok kimyasal maddeye önemli ölçüde mukavemet göstermektedir. Yüksek konsantrasyonlar da, artan sıcaklık ve uzun sürede ahşapta aşınma da artmaktadır (Tsoumis, 1991). Geçirgen ahşapların mantar çürüklüğüne, kimyasal saldırılara ve metal bağlantılarla korozyon problemlerine daha meyilli olmaları ömürlerini kısaltmaktadır. Kuvvetli mineral ve asitlerin nüfuz etmesi ahşabı gevrekleştirir. Kuvvetli alkaliler ise, büzülme problemlerine sebep olabilmektedir. Demir bağlantı elemanlarındaki demir tuzları da ahşapta aşınmaya, direnç kaybına ve siyah lekelerin oluşmasına neden olmaktadır (Desch ve Dinwoodie, 1996).

Kimyasalların oluşturduğu tahribat, çoğu kez çürütücü mantar tahribatıyla karıştırılabilmekte, “çivi kusması” denilen metal bağlantıların korozyonu bu karışıklığa örnek verilebilmektedir. Çatı ahşaplarındaki sülfat saldırısıyla ahşap yüzeyi lifli bir hal alır ve toz kristaller oluşur. Mantar miselyumu gibi olmasa da, dokunulduğunda ufalanmaya sebep olabilir. Saldırı genellikle yüzeysel olmasına rağmen yaygın da olabilmektedir (Erdin, 2009).

Kimyasal nedenlerden dolayı direnç kaybından başka, ahşabın rengi de değişebilmektedir. Havayla veya fırında kurutma sonrası hücre içeriklerinin oksitlenmesi nedeniyle ahşapların rengi koyulaşmaktadır. Nemli yerlerde, çiviler veya diğer metalik bağlantı elemanlarının ahşapla kimyasal reaksiyonu sonucu lekeler halinde renk değişiklikleri olabilmektedir (Tsoumis, 1991).

1.2.2.2. Mekanik faktörler

Ağaç malzeme mekanik aşınmanın en yaygın şekli, uzun süre yük altında gerilen ahşaplarda görülmektedir. Devamlı basınç altındaki ahşabın rijitliği azalmakta ve eğilmeler meydana gelmektedir. Uzun süreli eğilmeler, nem içeriğindeki değişimlerden etkilenmektedir. Yüksek oranda nemli olan ve sonradan yük altında kuruyan yüklü kirişlerde eğilme çok daha fazla olmaktadır. Bu yüzden; yüksek nem içeren kirişlere yük yüklenmemelidir (Desch ve Dinwoodie, 1996). Demiryolu traversleri gibi tekrarlanan mekanik basınçlar aşınmaya neden olabilmektedir. Enine yüzeyler daha yüksek direnç gösterdiğinden, yoğun kullanılan mekânların döşemelerinde ahşabın enine yüzeyleri kullanılmaktadır (Tsoumis, 1991).

1.2.2.3. Termal faktörler

Uzun süre yüksek sıcaklıklarda kalan ağaç malzemenin direncinde azalma ve darbe dayanımında bir düşme görülmektedir (Desch ve Dinwoodie, 1996). 100 °C'nin altındaki sıcaklıkta birkaç yıl sonra, 100 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda ise birkaç ay içinde önemli derecede aşınma oluşabilmektedir. Termal aşınmayla ağaç malzemenin rengi kahverengiye döner ve yanmış şeker kokusu duyulur. Termal olarak hasar gören ağaç malzeme gevrekleşir ve kolayca parçalanır (Desch ve Dinwoodie, 1996). Yanmayı geciktirici kimyasal maddeler uygulanan ağaç malzemenin yangına karşı dayanımı artırılabilir ve oldukça iyi koruma sağlanabilir (Tsoumis, 1991).

1.2.2.4. Dış ortam faktörleri

Ahşap malzemeye dış ortamda olumsuz etki eden birtakım faktörler vardır. Nem, yağmur, kar, rutubet, solar radyasyon vb. faktörler ahşap yüzeyinde birtakım yapısal ve kimyasal değişimler oluşturur. Ayrıca atmosferik kirlenmeden dolayı sülfür dioksit, nitrojen dioksit meydana gelir ve ozon tabakasının zayıflamasıyla zararlı UV ışınları vb. maddeler ahşap yüzeyine geçer. Ahşap malzemeye zarar veren hava faktörleri; nem, ışık, asit tortusu ve sıcaklık olarak kabul edilir (Williams, 1987).

1.2.2.4.1. Rutubet

Dış ortamda ahşap malzemede değişime neden olan faktörlerin başında rutubet (nem) gelir. Odun yüzeyi yağmur ve çiyeye karşı bu maddeleri kapiler hareketle absorbe eder. Odunda su hareketi direkt etkilidir ve bağıl nem gittikçe artar. Rutubetin (nemin) artmasından dolayı odun yüzeyi ve iç kısmında eğrilme ve çatlama meydana gelir (Stalker, 1971; Banks ve Razzaque 1984).

Yapılan deneylerde, sarıçam ve ıhlamur odunlarının, 25-65 C°de su iyonlarını kaybettiği, gerilme dirençlerinin azaldığı ve 50 C°den yüksek sıcaklıkta odun sertlik değerlerinin düştüğü görülmüştür. İki ay dış ortamda kalan sarıçam odununda % 10-30 gerilme direncinde, % 20-60 sertliğinde azalma olmuştur. 18 ay boyunca dış ortama bırakılan sarıçam odununun gerilme direncinde %60, ıhlamur odunun gerilme direncinde ise % 80 azalma olmuştur (Banks ve Miller, 1982).

1.2.2.4.2. Asit depolama

Odundaki hava tesiri yaz aylarında güneşin radyasyon etkisinin şiddetine bağlıdır. Halbuki kış aylarında havadaki sülfür dioksit oranı ahşap yüzeyinde etkilidir (Bravery ve diğ., 1981). Williams (1987), *Ksenon* cihazı kullanılarak asidin yüzey erozyonu üzerindeki etkisi araştırmıştır. Test örnekleri periyodik aralıklarla hava etkisi cihazında farklı pH derecelerinde sülfirik asit ve nitrik asit ile muameleyle tabii tutulmuştur. Kontrol grubu ile yapılan karşılaştırmalarda pH =3' de asit ile muamele görenlerde erozyon % 10, pH=3.5' de % 4 ve pH=4 ile muamele edilenlerde erozyon görülmemiştir. pH'ın bir dereceye kadar ahşap yüzeyini koruduğu görülmektedir. Ahşap malzemenin degradasyonu yüzey işlem maddesinin performansına bağlıdır.

1.2.2.4.3. Işık etkisi

Dış ortamda güneş ışığının etkisiyle odun yüzeyinde fotokimyasal bozunma meydana gelir. Odun yüzeyindeki hücrelerin lignin yapılarının bozulmasıyla başlangıçta renk değişimi sarımsı ve kahverengi iken, sonra kül rengine dönüşür. (Hon, 1983; Derbyshire ve Miller 1981). Odunun yüzeyinde renk değişimi şeklindeki bozunma 0.05 - 2.5 mm derinlikte meydana gelir. Odunda kimyasal değişime güneş ışınlarının

özellikle UV ışınlarının etkisiyle olur ve renk değişimi odunun lignin yapısının tahribata uğramasıyla gerçekleşir (Miller, 1980; Raczkowski, 1980).

Tüm odun malzemeleri, UV ışınlarının etkisine maruz kalabilmektedir. Ahşap yüzeylerin UV ışınlarını absorplama etkisi incelendiğinde, ligninin %80-90, karbonhidratların %5-20 ve ekstraktiflerin %2 oranında UV ışınlarını absorplama kapasitesine sahip olduğu belirlenmiştir.

Ahşap yüzeyinde ultraviyole bozunumu, serbest radikallerin oluşumu ve fenolik hidroksillerin oksidasyonu ile başlamakta ve ağaç malzemedeki metoksil ve lignin içeriğinde bir düşme, karboksil ve asidite oranında da bir yükseliş meydana gelmektedir (Liu, 1997).

Işık etkisiyle ağaç malzeme yüzeyinde koyulaşma oluşmakta ve bunların etkisiyle makroskopik ve mikroskopik açıklıklar ve çatlaklar meydana gelmektedir. Yüzeye yakın kısımlarda ağaç hücre çeperi bağlarının dayanımı azalır ve bozunum gerçekleşir. Dış hava koşullarının (weathering) etkisi devam ettiği sürede bozunan kısımlar yağmur sularıyla yıkanır ve yüzey erozyonu devam eder. İğne yapraklı ağaçlar daha hızlı bozunmaya uğramaktadır (Baysal, 2013).

Ağaç malzemenin ışık ile bozunumu o kadar yavaş gelişir ki, 100 yılda 6.4 mm bozunum meydana gelmektedir. Ahşap yüzeyinde oluşan erozyon, ağacın özgül ağırlığına ve hücre çeperi kalınlığına bağlıdır. Yüksek özgül ağırlıktaki ağaç yüzeyinde bozunma daha yavaştır. Dış ortam etkisiyle oluşan bu bozunmalar bazı kimyasal işlemler ile durdurulabilir veya azaltılabilir (Feist ve Hon, 1984).

Özet olarak dış hava koşulları, ahşap malzemenin mikro yapısında orta lamelin kaybolması, hücrelerin ayrışması ve geçitlerin hasar görmesi, mikro çatlakların oluşması şeklinde değişimler meydana getirir. Bu mikroskobik değişiklikler ahşap yüzeyinde daha büyük fiziksel değişikliklere neden olmaktadır (Liu, 1997).

1.3. Ağaç Malzemelerin Abiyotik Faktörlere Karşı Korunması

Ağaç malzeme, kullanıldığı yerlerde dış hava koşulları olarak da nitelendirilen sıcaklık, nem, güneş ışığının değişik dalga boyları ve UV radyasyonu ve bunların

mevsimlere göre değişmesinden olumsuz etkilenmektedir (Feist, 1990). Ağaç malzemeyi bu olumsuz etkilerden kısmen de olsa koruyabilmek için ahşap yüzeylerine boya, cila ve vernikler sürülerek dış hava koşullarına karşı belli lde dayanıklılık sağlanmakta ve ahşaba estetik, güzel bir görünüm kazandırılmaktadır (Yalınkılıç ve diğ., 1997). Verniklemenin amacı, ahşap yüzeyinde sert bir katman oluşturarak yüzeyi dış etkilerden korumak ve aynı zamanda ağaç malzemenin estetik değerini artırmaktır (Baysal, 2013).

Bütün ağaçlar kendine has renge sahiptir. Rengin oluşmasını sağlayan boyar maddeler kabuk sayesinde korunur. Ağaç yaşadığı sürece kabuk, havanın ve ışığın etkilerinden korur. Kesilen ağaçta bu özellik kaybolur, ağacın rengi değişir. st yüzey işlemleri sayesinde bu değişimler azalır veya engellenir. Boya, cila, vernik gibi st yüzey işlemleri ağacın doğal güzelliğini renk ve tekstürünü belirgin hale getirir (Baykan, 1995). Ayrıca ağaç malzemenin hücre boşluklarına ve yüzeyine kimyasal maddeler kullanılarak yapılan emprenye işlemi ile ağaç malzeme yüzeylerinde meydana gelen, renk kusurları, dayanımında azalma vb. durumlar giderilebilmektedir.

1.3.1. st yüzey işlemleri

1.3.1.1. Vernik uygulaması ve vernik eşitleri

Vernikler ahşap malzemelerin korunması ve estetik güzellik sağlaması amacıyla kullanılan maddelerdir. Gerek tek başına, gerekse emprenye edilmiş ağaç malzeme yüzeyine uygulanabilir. Ağaçların ve verniklerin özelliklerine göre ahşap yüzeylerinde katman oluşturur ve parlaklık verir. Uygulama alanı ve özelliklerine göre vernikler çeşitlidir.

1.3.1.1.1. Poliüretan vernikler

Poliüretan vernik iki elemanlı bir verniktir. Birincisi verniğin temel elemanı olan ve bünyesinde serbest hidroksil (OH^-) taşıyan bir tür alkid-poliester yapay reçine eriğidir. İkinci eleman izosiyanat (sertleştirici) sıvısıdır (Baysal, 1981). Poliüretan

vernik, bu iki elemanları birbirine karıştırılmadan ayrı ayrı satılır. Kullanılacağı zaman, kutularında yazılı açıklamaya uygun oranlarda karıştırılarak hazırlanır. Açıklama olmadığı zaman karışım 1/1 veya 1/2 oranında yapılır (Anonim, 2017). Poliüretan vernik sertleştiricisi taze halde kullanılmalı, 6 ay içinde tüketilmelidir. Bayatlayan, koyulaşan sertleştirici kullanılmaz. Sertleştiricisi karıştırılan poliüretan vernik 8 saatlik zaman içinde kullanılmalıdır. Verniğin %50 si yüzeyde katman olarak kalır. Ağaç yüzeyine sürülen vernik 2-3 saat içerisinde sertleşir. Verniklenen malzeme 2-3 gün kurutulduktan sonra üst üste konabilecek sertliğe ulaşır. 10-14 günde katman etkilere karşı dayanım özelliği kazanır. Bir defada 1 m² yüzeye 120 gr'dan fazla poliüretan vernik uygulanmamalı, vernik filimi üst üste gelen ince katmanlardan oluşturulmalıdır (Anonim, 2017). Alifatik izosiyantattan üretilen alkid reçine esaslı poliüretan vernik güneş ışınlarına dayanıklıdır ve vernikte renk değişimi olmaz (Sönmez, 1989). Poliüretan vernik aşınmaya, suya ve kimyasal etkilere karşı dayanıklılık göstermesi gereken, masa üstü, büfe, laboratuvar ve hastane mobilyalarında, ahşap parkelerin cilalanmasında kullanılır (Şanıvar, 1978).

1.3.1.1.2. Asit sertleştiricili vernik

Alkid reçinelerle modifiye edilen ve yapay amino reçinelerin ana bağlayıcısını oluşturduğu bu vernik türünün en fazla kullanılanı üre formaldehittir. Alkidlerin oksijen alan tipleri sararma eğiliminde olur ve yüzey sertliğini artırır. Şeffaf vernik üretiminde okside olmayan alkidler kullanılmaktadır. Vernik katmanı asit, alkali, ısı ve ışığa dayanıklıdır. Sertlik oranı yüksek olduğu için etkilere karşı dayanıklıdır. Bundan dolayı mobilya ve dekorasyon işlerinde, asit, nem ve ev içi kimyasallara maruz kalacak ürünlerde kullanılması uygundur (Sönmez ve Budakçı, 2004).

1.3.1.1.3. Sentetik vernik

Sentetik tiner ile inceltilecek kullanılan ve sentetik reçinelerin organik çözücüler içerisindeki eriyiklerinden oluşan vernik türüdür. Sentetik reçineler, oluşumunu tamamlamış ve polimerleşmesi yarım bırakılmış olarak iki tipte üretilmektedir. Sentetik verniklerde ortak sakınca, püskürtme güçlüğüdür. Polimerleşmesi yarım

bırakılmış sentetik reçinelerde ise yağlı bir alkid kullanılmaktadır (Temiz ve diğ., 2008).

Ana bağlayıcısını kuruyan yağlar ile yapay reçinelerin oluşturduğu sentetik vernik, parlak katman oluşumunu reaksiyon, oksidasyon ve çözücü buharlaşması işlemleriyle yapar. Neme karşı dayanıklılığı sebebiyle açık hava şartlarında, yüksek rutubet ortamlarında kullanılabilir. Çözücü olarak petrol ve hidrokarbon grubu sıvılar kullanılır ve kuruma süresi 3–4 gündür (Örs ve diğ., 2006).

Vernik fırçayla kolayca sürülür. Astar-vernik gerektirmez. Havanın kuru ve ılık olması, sürüldüğü yüzeyin kuru ve temiz olması, nem oranının % 20'nin üzerinde olmaması ve sürülen her kattan sonra 24 saat beklenmesi gereklidir (Toker, 2003).

1.3.1.1.4. Su bazlı vernikler

Su içerisinde homojen bir şekilde dağıtılan çok küçük polimer damlacıkların, suyun buharlaşması ile kaynaşarak oluşturduğu bir sistemdir (Sönmez ve Budakçı, 2001).

Boya-vernik üretiminde çözücü olarak genellikle insan sağlığına zararlı olduğu bilinen solventler kullanılmaktadır. Su çözücülü sistemlerin metal ve ağaç işlerinde kullanılması oldukça yavaş gelişmiştir. Sistemin ahşap işleri sektörüne girişini güçleştiren sebepler, ağaç malzemedeki lif ve doku kabarmasına sebep olması, tamir imkânlarının az oluşu ve mobilya fabrikalarının kurutma kabinlerinin metal kısımlarının su buharı etkisiyle paslanabileceği endişesinden kaynaklanmıştır.

Avrupa'da boya-vernik üreticileri ve çevre korumacılar 1979 yılında su çözücülü sistemlere mutlaka geçilmesi hususunda görüş birliğine varmışlardır. Almanya'da 1990'lı yılların başından beri getirilen kısıtlamalardan sonra çevre dostu ürünlerin kullanımında hızlı bir artış olmuştur. 1990-1994 yıllarında solvent çözücülü boyaların tüketim miktarı %40'tan %31'e gerilemiştir. Su ile çözünen reçinelerden olan akrilik kopolimerler ahşap işlerinde kullanılmak üzere üretilmiştir. Ülkemizdeki önümüzdeki yıllarda kullanımının çok fazla yaygınlaşacağı söylenebilir (Teknik Bülten, 1998).

Su çözücülü vernik, akrilik üretilen reçinelerden elde edilen tamamen renksiz bir verniktir. Üretimdeki bağlayıcı, poliüretan ve akrilik reçineler, solvent olarak su ve

eter glikol kullanılır. Parlak vernik üretiminde bileşime pigment katılmazken yarı mat olanlarda matlaştırıcı maddeler kullanılmıştır (Atar, 1999). "Su bazlı vernik, alkid, poliester, akrilik ve poliüretan yanında daha başka birçok reçineden üretilir (SELL ve Feist, 1985)." Su bazlı vernikler, ağaç malzemenin rengini değiştirmeyen, renksiz, kokusuz ve sararmayan kimyasal reaksiyon kurumalı verniklerdir. Reaksiyonla kuruma gerçekleştirdikleri için dönüşümsüz katman verirler (Toker, 2003).

1.3.1.1.5. Selülozik vernik

Vernik genel anlamda polimerik maddelerin uygun sıvılarda eritilerek ahşap yüzeyinde katman yapması diye tanımlanabilir. Selülozik verniklerin çözücüleri uçucu olup, oda sıcaklığında çok kısa sürede kururlar. Bu sebeple selülozik vernik ve boyalar yapısal özellikleri değişmeyen, geri dönüşümlü nitroselülozdur (Sönmez, 1989). Sürüldüğü yüzeyde katman oluşturan selülozik verniğin, yaklaşık %25-35'lik bölümü nitroselüloz (selüloz nitrat), reçine ve yumuşatıcılardan oluştuğundan bu vernik türüne nitroselüloz vernik de denilmektedir. Geri kalan % 65-75'lik kısım ise ağaç malzemeye sürüldükten sonra buharlaşarak vernikten ayrılan eritici ve inceltici sıvılardır. Kurumuş selülozik vernik katmanı üzerine yeni sürülen vernik katmanı eskisini yumuşatmaktadır. Üst üste sürülen vernik katmanları arasında tam bir bütünleşme oluşmaktadır. Selülozik vernik filmi ısıya dayanıklıdır. Erime derecesi yüksektir ve kolay yumuşamamaktadır. Sürtünme ile gittikçe parlamakta ve sertleşmektedir (Kurtoğlu, 2000). Selülozik vernik katmanı, incelticiler katılarak kullanım amacına uygun esneklikte hazırlanabilmektedir. Ancak inceltici fazla katılması vernik katmanının dayanıklılığını azaltır. Selülozik verniğin en önemli maddesi nitroselülozdur. Bu nedenle akışkanlığı aynı iki vernik, nitroselülozun molekül bağlarının uzunluğuna göre, farklı oranda katman yapma özelliği gösterirler (Kurtoğlu, 2000). Selülozik verniğin katman yapan bölümünü oluşturan diğer önemli maddede reçinelerdir. Nitroselülozik verniklerde reçine oranı nitroselüloz oranını geçemez. Selülozik verniğin en önemli türleri; dolgu verniği, mat vernik, ışıktan koruyucu astar vernik, saydam parlak vernik ve nitrokombinasyon verniktir. Selülozik vernikle birlikte kullanılan iki grup yumuşatıcı bulunmaktadır. Birinci grup yumuşatıcılar (pentalasit-adipinasitesterleri), verniğin katman yapan diğer maddeleri

ile kimyasal bir bağlantı kurarak, basınç altında ve yüksek ısıda terleme şeklinde yüzeye çıkmazlar. İkinci grup yumuşatıcılar (Beziryacı, Hintyacı, Rizinyacı) yüksek ısı ve basınç altındaki katmanda, terleme şeklinde yüzeye çıkabilirler. Selülozik vernikler 20°C ve %65 nemli havada vernik kalınlığına göre 20–30 dakikada kurumaktadır ve vernik filmi zımparalanarak üzerine yeni bir kat daha vernik sürülebilmektedir. Verniğe katılan reçine, kuruma süresini uzatmakta, reçine oranı yükseldikçe vernik filminin zımparalanması zorlaşmakta fakat dayanımı artmaktadır. Verniğin kalınlığına göre kuruma süresi uzamaktadır. (Kurtoğlu, 2000). Selülozik vernik, gelişmiş diğer vernik türlerinden dolayı kullanım alanı azalmakla birlikte özellikle bazı endüstriyel uygulamalarda halen yaygın olarak kullanılmaktadır. (Sönmez, 2003; Wicks, 1989; Beatty, 1993).

1.3.1.2. Gamlak cilası

Ağaç malzeme üzerinde oluşturulan koruyucu parlak yüzey işlemi katmanına doğal gamlak reçinesi denir. Gamlak cilası işleminde kullanılan gamlak-ispirto karışımına cila eriği ve işlemin adına da cilalama adı verilmektedir. Bu uygulama zaman alıcıdır ve uygulaması bilgi gerektirir. Gamlak doğal reçine olup, ayrıca su, yağ ve renk verici maddeler ile karışık halde bulunmaktadır. Bazı gamlak türlerinde %1-6 oranında mum bulunmakta olup gamlak katmanının ağaç malzemenin çalışması ile uyumunu sağlamak, çökme oranını azaltmakta ve rutubete karşı dayanımını artırmaktadır. Gamlak cilası, üst üste yığılan çok ince katmanlardan oluşmaktadır. Yüzeye sürülen gamlak katmanı kendisinden önce yüzeye sürülen fakat henüz sertleşmeyen taze katmana yapışmaktadır. Gamlak eriyiğindeki ispirotodan önce sürülen gamlak katmanını yumuşatarak işlem sağlanmış olur (Feist, 1982).

1.3.1.3. Lake Boyalar

Boya benzeri film şeklindeki cilalamalar ağaç yüzeyini uzunca bir süre korur. Cila seçenekleri arasında boyalar ağacı hava erezyonuna karşı en iyi şekilde korurlar ve çok çeşitli renkleri vardır. Gözeneksiz bir film boya, rutubetin emilme hızını azaltır ve ağaç yüzeyine sürülen boyanın renk atması, boyanın kavlaması ve ağacın eğrilmesi gibi sorunları minimuma indirir. Uygun pigmentler ağaç yüzeyindeki UV

çözülmesini elimine etmektedir. Boyanın bu özelliklerinin yanında koruyucu özelliği olmadığından eğer mantar oluşumu için uygun şartlar varsa boyama çürümeyi önlemeyecektir. Ağacın dış yüzeyinin boya ile kaplanmasının dayanıklılığı etkilemesi, ağaç yüzeyi ve boya türüne göre farklı olacaktır (Black ve ark.,1979).

Boyalar genellikle yağ bazlı veya solvent türevleri ve su bazlı olmak üzere gruplara ayrılırlar. Yağ bazlı boyalar temelde pigment parçacıklarını donduran ve ağacın yüzeyi ile bütünleşen inorganik pigmentlerin bir süspansiyonudur. Latex boyalar inorganik pigmentlerin ve su içindeki latex reçineleri çeşitlerinin bir süspansiyonu olup gözeneklidir. Akrilik latex reçineler oldukça dayanıklı, çok yönlü materyallerdir (Baysal, 2013).

1.3.2. Emprenye

Ağaç malzemenin biyotik ve abiyotik faktörlere karşı korunması amacıyla çeşitli yöntemlerle odun yapısındaki boşluklara kimyasal madde yerleştirme işlemine emprenye denir (Bozkurt ve ark., 1993; Örs ve Keskin, 2001). Emprenye gerek iç ortam gerekse dış ortam şartlarında önemli kullanım alanına sahiptir. Emprenye işlemini etkileyen faktörler, ağaç malzeme özellikleri, emprenye yöntemi, sıvıların akış yolları, geçit aspirasyonu, geçit yapısı vb. dir (Bozkurt ve ark., 1993; Berkel, 1972). Ağaç malzeme yüzeyinin çeşitli kimyasal emprenye maddeleri kullanılarak UV ışığının bozucu etkilerine karşı koruyucu özellik gösterdiğine ilişkin bir çok araştırma sonuçları bulunmaktadır (Yalınkılıç ve diğ., 1999; Feist, 1979; Feist ve Williams, 1991). Ağaç malzemede ışık karşısında görülen sararma , grileşme, kahverengi renk oluşumu vb. renk bozulmalarının temel sebebi, ağaç malzemenin UV absorpsiyonu altında hücre çeperinin temel bileşenlerinden ligninin kimyasal yapısının değişmesi olduğu bildirilmektedir (Sönmez, 2002; Yalınkılıç ve ark., 1999). Günümüzde, ağaç malzemenin UV absorpsiyonu altında ligninin yıkımını önlemek amacı ile bir çok kimyasal emprenye maddesi kullanılmakla birlikte, özellikle bakır içerikli emprenye maddelerinin bozunumu engellemekte daha etkili olduğu çeşitli çalışmalarla ortaya konmuştur (Feist, 1979; Yalınkılıç ve diğ., 1999; Feist ve Williams 1991).

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Tez konusu ile ilgili olarak, bakır esaslı emprenye maddelerinin odunun çürüklük direnci üzerine birçok çalışma mevcut olmakla birlikte, bakır esaslı emprenye maddeleri ile muamele edilen odunun dış hava koşulları üzerine dayanımı ve verniklerle ilişkiye getirilerek kullanımı üzerine araştırmalar sınırlı düzeydedir. Bu konuda yapılan çalışmaların büyük çoğunluğu krom ve arsenik içeren emprenye maddeleri üzerine yoğunlaşmıştır.

Yalınkılıç ve diğ. (1999), Trabzon iklim koşullarında dış hava koşulları (weathering) etkisinde bıraktıkları sarıçam ve kestane odunu deney örneklerini CCB ile emprenye etmişlerdir. CCB ile emprenyeli deney örneklerinde, kontrol örneklerine kıyasla renk, parlaklık ve sertlik özelliklerinde istatistiksel anlamda önemli derecede iyileşmeler sağlandığını gözlemlemişlerdir.

Feist (1979), Bazı krom içerikli kimyasal emprenye maddeleri ile ön emprenye işlemine tabi tutulan iğne yapraklı ve yapraklı ağaçlarda emprenye sonrası uygulanan üst yüzey işleminin dış ortam koşullarında üst yüzey işlem maddelerinin ömrünü 2 kattan daha fazla artırdığını bildirmiştir.

Feist ve Williams (1991), Üst yüzey işlemlerinden önce krom içerikli emprenye maddeleri ile yapılan emprenye işleminin, UV ışının ağaç malzeme yüzeyinde neden olduğu degradasyonu (bozunmayı) önemli ölçüde geciktirdiğini bildirmişlerdir.

Ross ve Feist (1991), Çam ve duglas odunundan hazırladıkları deney örneklerini, üst yüzey işlemlerinden önce CCA ile emprenye etmişler ve daha sonra 2 yıl süre ile açık hava koşulları etkisine bırakmışlardır. İki yıl süre sonunda CCA ile muamele edilen deney örneklerinde, üst yüzey işlem maddelerinin performanslarının önemli ölçüde iyileştirildiğini ve ağaç malzeme yüzeyinde weathering etkisi ile oluşan yüzey erozyonun daha düşük seviyede olduğunu bildirmişlerdir.

Temiz ve diğ. (2005), Sarıçam ve kızılğaç odunlarını ACQ 1900, ACQ 2200, CCA, Tanalith E 3491 ve Wolmanit CX-8 ile emprenye etmişler ve daha sonra hızlandırılmış-yaşlandırma ortamında 200, 400 ve 600 saatlik süreler beklettikten sonra deney örneklerinin renk değişim değerlerinin araştırmışlardır. Çalışma

sonuçlarına göre, emprenye maddeleri içinde en iyi renk stabilitesi sağlayan emprenye maddeleri CCA ve ACQ 1900 olurken; bakır içerikli emprenye maddeleri ile muamele edilen deney örneklerinde renk stabilitesinin, muamele edilmeyen kontrol örneğine oranla daha yüksek değerler verdiğini bildirmişlerdir.

Feist ve Hon (1984), CCA (bakır-krom-arsenik) formülasyonunda yer alan kromun odun yüzeyinde UV ışığının neden olduğu bozunmaya karşı odun yüzeyinde koruyucu olarak rol oynadığını bildirmişlerdir.

Jin ve diğ. (1991), CCA ve ACQ ile emprenye edilen odunda hızlandırılmış-yaşlandırma ortamında ışık etkisiyle meydana gelen bozunmanın, emprenye edilmeyenlere göre daha düşük düzeyde olduğunu tespit etmişlerdir.

Zhang ve diğ. (2009), Bakır amin ile muamele işleminin, Southern pine odunu deney örneklerinde, hızlandırılmış-yaşlandırma sonrası ışık etkisi ile bozunmayı geciktirdiğini bildirmişlerdir.

Stamm (1978), 20 yıl dış ortama maruz kalmış odunda, ligninin degradasyona uğrayarak bozunduğunu ortaya koymuştur. Aynı araştırmacı ağaç malzemenin üst yüzey kısımları hariç, selülozun oldukça az etkilendiğini gözlemlemiştir.

Borgin ve Carbett (1978) ile Sell ve Walchli (1975), Ağaç malzemedeki yüzey erozyonunu birkaç sert ağaç üzerinde denemişler ve çalışmalarında, ağaç malzeme örneklerinin yalnızca 30 gün sonunda güneş ışığı ve 500 saat UV radyasyonunda yüzeyde bozunma gösterdiklerini tespit etmişlerdir. Ayrıca tüm türlerde transvers bölgede ve orta lamelde kayıplar ve geçit yapılarında tahribat olduğunu bildirmişlerdir.

Agnes ve Young (1999), Dış ortam faktörlerinin ağaç malzemedeki oluşturduğu degradasyonun azaltılmasının, ağaç malzeme yüzeyinde stabilizör etkisi yapacak tuz esaslı kimyasal maddeler, UV stabilizörleri ve UV etkilerine dayanıklı yüzey kaplamaları ile gerçekleşebileceğini bildirmişlerdir.

Hikita ve diğ. (2001), Açık hava koşullarının ağaç malzemenin renk stabilitesi üzerine etkisini araştırmışlardır. Bu amaçla, açık hava etkisine bıraktıkları ağaç malzemedeki renk bozunmasının en fazla güneş ışınlarının yoğun olduğu yaz döneminde meydana geldiğini gözlemlemiştir.

Yalınkılıç ve diğ. (1999), Doğal ortamda çeşitli üst yüzey işlem maddelerinin fiziksel performans özelliklerini test etmeden önce, bakır/krom/bor içerikli emprenye maddeleri ile muamele işlemi yapmışlardır. Deney sonuçlarına göre; ön emprenye işlemine tabi tutulan deney örneklerinin, yüzey sertlik değerleri ve renk stabiliteleri emprenye edilmeyenlere göre daha yüksek çıkmıştır.

Sudiyani ve diğ. (2001), Fenol formaldehitte emprenyeli ahşap malzemenin dış hava koşullarında güneş ışığı ve yağmurların etkisiyle degradasyona karşı olumsuzlukları incelemiş ve fenol formaldehit ile emprenyeli deney örneklerinin; fiziksel ve biyolojik özellikler, performans ve kırılma, çatlama vb. özellikler bakımından kontrol örneklerine göre daha iyi performans gösterdiğini tespit etmişlerdir

Yakın (2001), Değişik ağaç türlerine değişik yöntemlerle su bazlı vernik uygulandığında sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma direncinin solvent bazlı verniklerden daha düşük olduğunu gözlemlemiştir.

Feist (1990), Vernikler, ağaç malzemedeki gerek tek başına gerekse emprenye edilmiş olarak uygulandığında estetik, koruma ve ekonomik ömrünün uzatılması yönünde etki yapmaktadır.

Feist ve Williams (1991), Güney çamı, krom ve CCA uygulanarak dış hava şartlarına karşı, renk ve diğer durumlardaki dayanıklılığını ölçmek üzere hızlandırılmış açık hava yöntemiyle deney alanına bırakılmıştır. Krom ile muamele edilmiş deney örneklerinde, UV ultraviyole ışınlarının neden olduğu bozulmanın ve yüzeylerdeki aşınmaların aza indiği görülmüştür. CCA uygulanan çam örneklerinde ise aşınmalara karşı uzun süre dayanıklı olduğu ve ahşabın ömrünün arttığı tespit edilmiştir.

Feist ve Ross (1995), Güney çamı ve kıyı köknarını CCA ile emprenye uygulayarak ve emprenyesiz, Wiskonsin ve Missisipi'de 45° güney cephede iki yıl boyunca açık havaya bırakmışlardır. Neticede CCA ile muamele edilen çam numuneleri ile muamele edilmeyen çam numuneleri arasında farklılık olduğu, CCA ile işlem gören numunelerin performansının daha yüksek olduğu görülmüştür. Ayrıca CCA ile işlem görmüş köknarların performansı, çama göre daha yüksek olduğu ortaya çıkmıştır.

Anderson ve diğ. (1991), Açık hava şartlarında odun renginin çok daha hızlı değiştiğini ve genellikle yan bileşikler ve ligninin kimyasal bozunmasından sarı ve kahverengimsi renge dönüştüğünü bildirmişlerdir.

Peker (1997), Sarıçam ve kestane odunlarını emprenye ve vernikleme işleminden sonra açık hava ortamında bekleterek, renk, sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma dirençlerindeki farklılıkları incelemiştir. Açık havada kestane ağacının sarıçama göre daha az renk değişimine uğradığı ve her iki ağaç türünde de poliüretan vernik 1. derece, sentetik vernik 2. derecede sertlik gösterdiğini tespit etmiştir.

Atar ve diğ. (2007), Imersol-Aqua ile kısa ve uzun süreli emprenye uyguladıktan sonra sentetik, akrilik, su bazlı ve poliüretan vernikler ile kaplanan sarıçam, Doğu ladini ve Uludağ köknarındaki sarı renk tonu değişimini CIELAB renk ölçüm metoduyla incelemiştir. Sonuç olarak denemelerde uygulanan emprenye işlemi, emprenye süresi ve vernikler, kullanılan her bir ağaç malzeme sarı renk tonunu artırıcı etki gösterdiğini belirtmişlerdir.

Çolakoğlu (2006), Imersol-Aqua ile emprenye edilen kayın ve meşe ağaçlarında sentetik, akrilik, su bazlı ve poliüretan verniklerin sarı renk tonuna etkisini CIELAB renk ölçüm metoduyla incelemiştir. Neticede her bir verniğin, meşe ve Doğu kayınında sarı renk tonunu artırdığını bildirmiştir.

Tez çalışması; iki bölümden oluşan bir çalışma olup, çalışmanın birinci bölümünde sarıçam odunu deney örnekleri bakır esaslı emprenye maddelerinden Adolit KD-5, Celcure AC-500 ve Wolmanit CX-8'in % 2 sulu çözeltisi ile emprenye edilmişlerdir. Daha sonra, sarıçam odunu deney örnekleri Muğla Yöresi iklim koşullarında 6 ay süre ile doğal yaşlandırma işlemine tabi tutulmuşlardır. Doğal yaşlandırma işlemi sonunda, emprenye edilen deney örnekleri ile emprenyesiz (kontrol) örneği sertlik, renk ve parlaklık gibi bazı fiziksel özellikler açısından karşılaştırılmıştır. Çalışmanın ikinci bölümünde ise, sarıçam odunu deney örnekleri önce Adolit KD-5 ve Celcure AC-500'in %2' lik sulu çözeltisiyle emprenye edilmiş ve daha sonra selülozik ve poliüretan verniklerle verniklenmiştir. Vernikleme işlemi sonrası, deney örnekleri benzer şekilde Muğla Yöresi iklim koşullarında 6 ay süre ile doğal yaşlandırma etkisine maruz bırakılmıştır. Daha sonra, vernikleme öncesi emprenye edilen deney örnekleri ile sadece verniklenen deney örneklerinin sertlik, parlaklık, renk ve yapışma direnci gibi özellikler açısından birbiriyle karşılaştırılması gerçekleştirilmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışma kapsamında ülkemizde orman endüstrisinde yaygın olarak kullanılan sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), odunu kullanılmıştır. Sarıçam odunu düzgün lifli, ardaksız, budaksız, reaksiyon odunu bulunmayan, mantar ve böcek zararlılarına uğramamış standartlara uygun olarak temin edilmiştir. Araştırmamızda empenye maddeleri olarak, Celcure AC-500, Wolmanit CX-8 ve Adolit KD-5 kullanırken; vernik türleri olarak, poliüretan ve selülozik vernikler seçilmiştir.

3.1.2. Sarıçam (*Pinus Sylvestris* L.)

Sarıçam odunu; enine kesitinde yaz odunu oldukça geniş ve traheid çeperleri ilkbahar odunundakine göre daha kalın, lümenler yuvarlak görünüştedir. Reçine kanalları genellikle yaz odununda çok sayıda olup, 100–150 mikron çapında ve enine kesitte daire görünüşündedir. Özışınları genellikle tek sıralıdır. Traheidlerin teğet çeperlerinde kenarlı geçitler uzun aralıklarla yer alır. Reçine dolu keseciklere çok sık rastlamak mümkündür (Örs ve Keskin, 2001). Sarıçam odunun bazı fiziksel ve mekanik özellikleri Çizelge 3.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Sarıçam odununun bazı fiziksel ve mekanik özellikleri (Bozkurt, 2000).

Sarıçam Özellikleri	Ortalama Değer	Birim
Yoğunluk	0,490	gr/cm ³
	0,520	gr/cm ³
Daralma Yüzdesi	4,0	%
	7,7	%
	12,1	%
Elastikiyet Modülü	11.700	N/mm ²

Çizelge3.1. (devamı)

Sarıçam Özellikleri	Ortalama Değer	Birim
Eğilme Direnci	98	N/mm ²
Çekme Direnci	102	N/mm ²
Basınç Direnci	54	N/mm ²
⊥ Brinell sertlik değeri	2,4	kg/cm ²

3.1.3. Emprenye maddeleri

Tez çalışmasında, emprenye maddeleri olarak Celcure AC-500, Wolmanit CX-8 ve Adolit KD-5 kullanılmıştır. Adolit KD-5; %20.53 bakır (II) hidroksit karbonat, %10 didesilpolioksetilamonyum borat ve %8 borik asit içerir (Özgenç ve diğ., 2012; Baysal ve diğ., 2014). Celcure AC-500; %10-30 bakır karbonat, %30-50 2-aminoetanol ve % 5> benzil amonyum klorür içerir (Özgenç ve Yıldız, 2014). WCX-8'in bileşenleri %2.8 bis-(n-sikloheksildiazoniumdioksi) -copper,%13.0 bakır (II) karbonat hidroksit ve %4 borik asittir (Teknik Broşür, 2007). Tez kapsamında Adolit KD-5, Celcure AC-500 ve Wolmanit CX-8'in %2'lik sulu çözeltileri hazırlanarak deneylere hazır hale getirilmiştir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Emprenye çözeltileri

3.1.4. Yapıştırıcı

Çalışmada, ASTM D-4541 ve TS EN-24624'e göre (ASTM-D 2244, 2007; TS EN 24624, 1996), vernik katmanları üzerinde çözücü etkisi olmayan, dayanıklı, elastik yapılı, darbelere dayanıklı ve yüksek yapışma gücüne sahip, şeffaf yapılı ve çift kompenatlı epoksi reçineli "Yachticon Epoxy Klebstoff", $150 \pm 10 \text{ g/m}^2$ hesabı ile kullanılmıştır. Yapışma testlerinde kullanılan yapıştırıcı Şekil 3.2'de gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Çift kompenatlı yapıştırıcı

3.2. Yöntem

3.2.1. Sarıçam odunu deney örneklerinin hazırlanması

Araştırma kapsamında, deney örnekleri Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), odunundan ASTM B 117 ve ASTM 1654 standartlarına uygun olarak hazırlanmıştır. Çalışmada deney örnekleri 150x100x10 mm boyutlarında, 10 tekrarlı olacak şekilde ayarlanmıştır. Ahşap malzeme standartlara uygun I. sınıf ağaç malzemedен, düzgün lifli, budaksız, çatlaksız, tül teşekkülü ve büyüme kusurları bulunmayan, renk ve yoğunluk farkı olmayan, reaksiyon odunu bulunmayan, mantar ve böcek zararlarına uğramamış, yıllık halkaları yüzeylere dik (radyal) gelecek şekilde ve tomruğun yerden 150 cm üstünden diri odun kısımlarından hazırlanmıştır. Çalışmada deney örnekleri zımpara ile perdah işlemleri yapılarak, 150x100x10 mm son boyutlarında

olacak şekilde deneylere hazır hale getirilmiştir. Çalışma kapsamında kullanılan deney örnekleri Şekil 3.3'te gösterilmiştir.



Şekil 3.3. Deney örnekleri

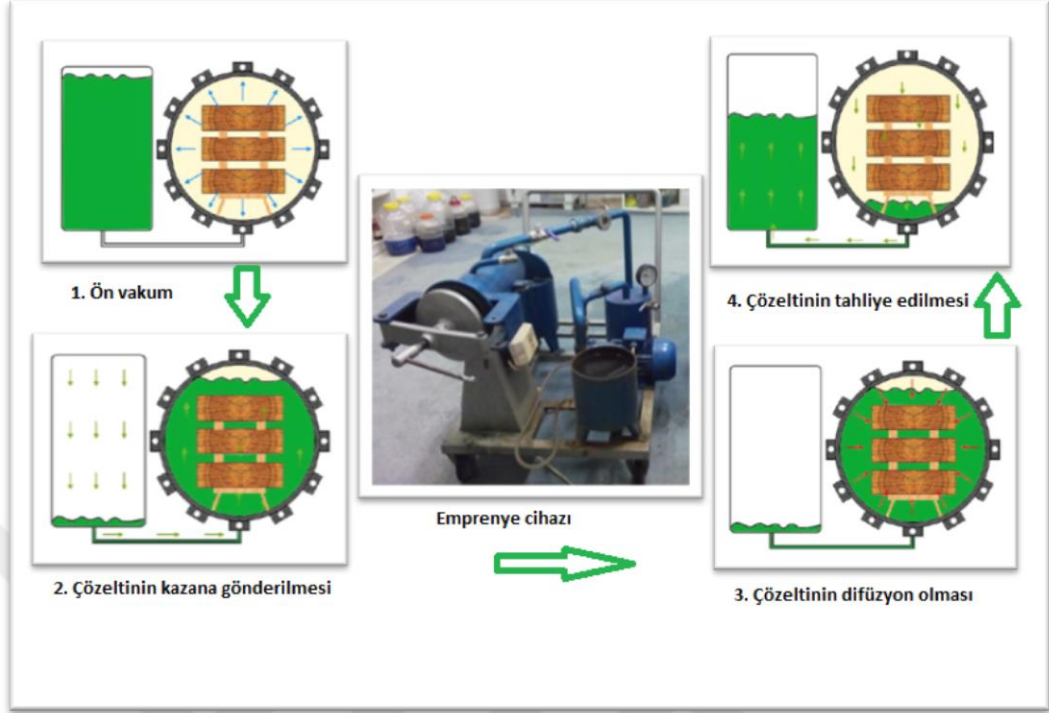
Bir sonraki aşamada ise ahşap malzeme esas ölçülerine 150x100x10 mm getirilerek zımparalama ve sistireleme işleminden sonra hava kuru hale $12 \pm 0,5$ getirilmek üzere 20 ± 2 °C sıcaklık ve 65 ± 5 bağıl nem şartlarındaki iklimlendirme dolabında değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar bekletilmiştir. İklimlendirme cihazı Şekil 3.4'te gösterilmiştir.



Şekil 3.4. İklimlendirme cihazı

3.2.2. Emprenye çözeltisi hazırlanması ve emprenye işlemleri

Deney örneklerinin Celcure AC-500, Wolmanit CX-8 ve Adolit KD-5'in %2'lik sulu çözeltisi ile emprenye işlemi ASTM D 1413-07 belirtilen esaslara göre gerçekleştirilmiştir. Tam kuru haldeki deney örnekleri, difüzyon yöntemi ile yapılan emprenye işleminde önce 30 dakika süreyle deney örneklerine 760 mm / Hg^{-1} a eş değer vakum işlemi yapılmıştır. Daha sonra 30 dakika açık hava basıncı etkisinde emprenye çözeltisi difüzyona tabi tutulmuştur. Difüzyon işlemi bittikten sonra tahliye işlemi ile emprenye sıvısı depolama tankına gönderilerek emprenye işlemi tamamlanmıştır. Emprenye edilen deney örnekleri iklimlendirme kabininde $\% 65 \pm 5$ bağıl nem ve $20 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ de denge rutubetine ulaşincaya kadar bekletilmiştir. Şekil 3.5'de emprenye cihazı ve çalışma prensibi gösterilmiştir.



Şekil 3.5. Emprenye cihazı ve çalışma prensibi

Emprenye maddelerinin tutunma (retensiyon) miktarı (R - kg/m^3) aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır:

$$\text{Retensiyon Miktarı} = \frac{G \times C}{V} \times 10 \quad (\text{kg} / \text{m}^3)$$

$$G = T_2 - T_1$$

T_1 : Emprenye öncesi numune ağırlığı (g)

T_2 : Emprenye sonrası numune ağırlığı (g)

V : Numune hacmi (cm^3)

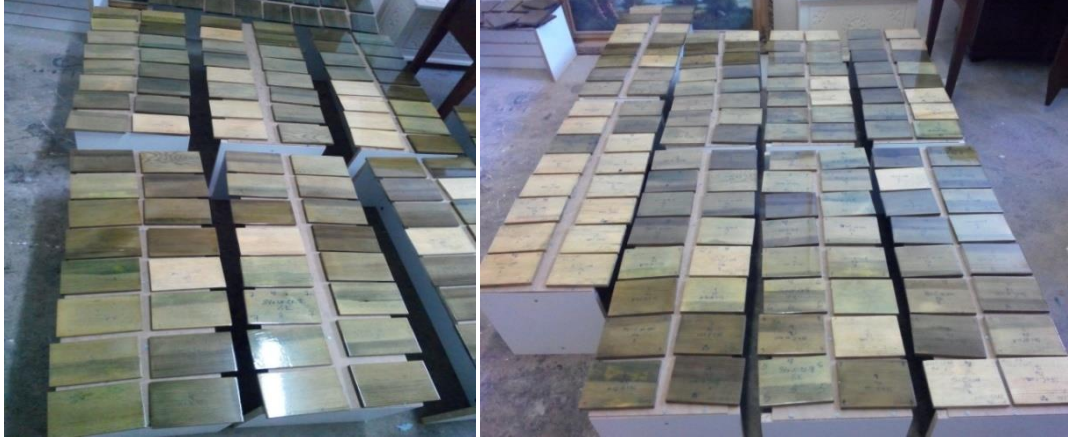
C : Konsantrasyon (%)

3.2.3. Verniklerin hazırlanması ve deney örneklerinin verniklenmesi

Deney örnekleri ve verniklerin standartlara uygun olarak hazırlıkları yapılarak, hava kurusu %12 \pm 1 denge rutubetine gelinceye kadar iklimlendirme kabinde %65 \pm 5 bağıl nem ve 20 \pm 2 °C'de bekletilmiştir. Sarıçam odunu deney örneklerinin vernikleme işlemine hazır hale getirilmiş ve (ASTM D 3023) standardına uygun vernikleme işlemi yapılmıştır. Vernik işlemlerinde tekniğine uygun uygulama yapılarak, vernik katmanının çeşitli etkilere karşı dayanıklı ve istenilen özellikte olabilmesi amaçlanmıştır. Uygulama aşamasında kullanılacak verniğin çeşidi, seçimi, hazırlanması, yüzeye uygulanma sistemi ve uygulama sonrası işlemlerin, üretici firmanın önerileri ve talimatları doğrultusunda tekniğine uygun yapılması önemlidir. Deneyde kullanılan verniklerin özellikleri Çizelge 3.2 ve verniklenmiş deney örnekleri Şekil 3.6'da gösterilmektedir.

Çizelge 3.2. Deneylerde kullanılan verniklerin özellikleri

Deney Örneklerinde Kullanılan Verniklerin Teknik Özellikleri						
Teknik Özellikler						
Vernik Çeşidi	pH*	Yoğunluk kg/cm ³	Viskozite DIN Cup/4mm	Uygulanan Miktarı g/m ²	Tabanca meme çapı(mm)	Hava basıncı (bar)
Poliüretan(Dolgu)	5.94	0.98	18	125	1.8	2
Poliüretan (Son kat)	4.01	0.99	18	125	1.8	2
Selülozik (Dolgu)	2.90	0.95	20	125	1.8	3
Selülozik (Son kat)	3.40	0.99	20	125	1.8	3



Şekil 3.6. Verniklenmiş deney örnekleri

Deney örneklerinin vernikleme işlemi; bir kat dolgu verniği, üzerine son kat olarak iki kat selülozik veya poliüretan vernik uygulaması yapılmıştır. Bu uygulama araştırma parçaları yüzeylerine hava yardımı ve püskürtme tabancası ile sürülmek suretiyle yapılmıştır. Püskürtme hava basıncı ve tabanca uç açıklığı firma önerisine göre ayarlanmış olup, püskürtme tabancası yüzeyden 15-25 cm uzaklık arasında, yüzeye dik ve paralel olarak sabit bir hızda hareket ettirilerek vernikleme işlemi yapılmıştır.

3.2.4. Deney örneklerinin fiziksel testleri

3.2.4.1. Pandüllü sertlik testi

Ahşap malzemenin dış hava koşullarına (aşınma, çizilme ve ezilme vb.) karşı dayanımını belirleyen vernik katmanını pandüllü sertlik ölçüm cihazı ile König yöntemine göre ölçümleri yapılmıştır. Deney örneklerinin yüzeyindeki vernik katmanı üzerine gelen pandülün König prensibine göre salınım yaparak başlangıç ve bitiş arasındaki salınım sayımın göre belirlenir. Vernik katmanı sert olan katmanlarda daha fazla, vernik katmanı sert olmayan katmanlarda az sayıda salınım görülecektir. Cihaz, örnek platformuna yerleştirilen numune yüzeyinde 63 ± 3.3 HRC sertliğinde ve 5 ± 0.0005 mm çapında iki bilye ile salınım yapan 3° - 6° arasında pandülün sallanmasına göre katman sertlikleri belirlenir. Pandüllü sertlik ölçüm cihazı Şekil 3.7’de verilmiştir.



Şekil 3.7. Pandüllü sertlik ölçüm cihazı

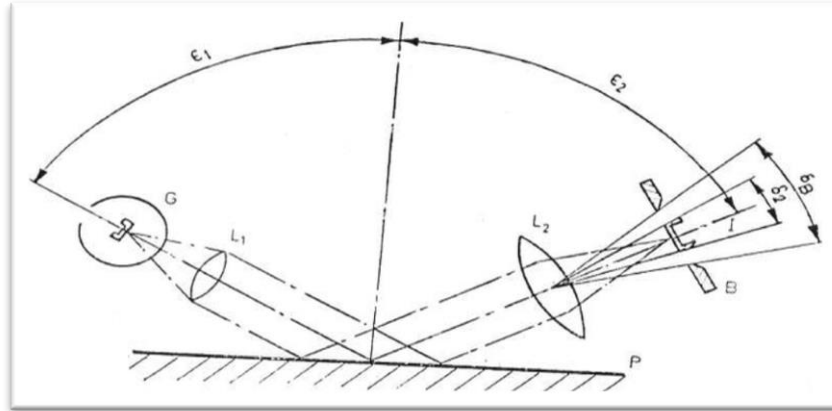
3.2.4.2. Parlaklık testi

Ahşap malzemenin parlaklık değerleri gloss-metre ile ölçülmüştür. Deney numunelerinin vernikleme işleminden sonra; verniklerin ahşap malzemenin yüzeyinde oluşturduğu katmanlar sayesinde ve verniğin ışığı yansıtma özelliğinden yararlanılarak ahşap malzemenin parlaklık ölçümleri yapılmıştır. Yüzey parlaklığı ölçüm cihazı Şekil 3.8’de gösterilmiştir.



Şekil 3.8. Yüzey parlaklığı ölçüm cihazı

Gloss metre: ışık kaynağından birbirine paralel veya yaklaşan ışık demetini deney alanına yönelten mercek ile mercek fotosel alıcı penceresinin oluşturduğu alıcıdan meydana gelmektedir (Sönmez, 1989). Yüzey parlaklığı ölçüm cihazının çalışma prensibi Şekil 3.9’da görülmektedir.



Şekil 3.9. 60° Gloss-metre ölçüm prensibi (Sönmez, 1989)

G: Lamba

B: Alıcı pencere

$\epsilon_1 = \epsilon_2 = 60 \pm 0,2^\circ$

$\delta_2 =$ Kaynak görüntü açısı $= 0.75 \pm 0.25^\circ$

L₁, L₂: Mercekler

P: Boya filmi

$\delta_B =$ Alıcı açıklığı $= 4,4 \pm 0,1^\circ$

I = Filament görüntüsü

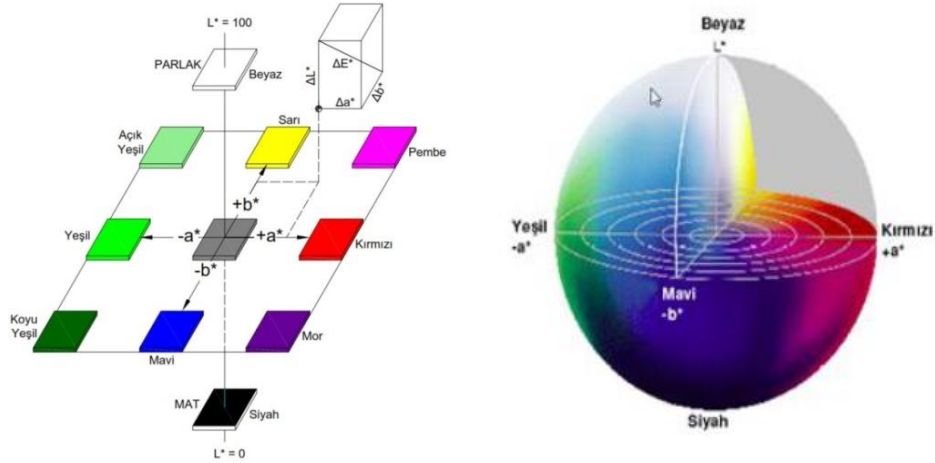
Deney örneklerinin yüzeyindeki vernik katmanlarının parlaklığı tespit edilirken, 20° mat katmanların, 60° hem mat hem de parlak katmanların, 85° ise çok parlak katmanların yüzey parlaklığını belirlemek için kullanılmaktadır (TS EN 24624, 1996). Tez kapsamında, iklimlendirme cihazında %12 rutubete getirilerek testlere hazır hale gelen örnekler, 60°±2° parlaklık seviyesinde yapılmıştır. Cihazın 60° parlaklık kalibrasyonu; kalibrasyon derecesi 95,4 olan cihazın kendi kalibrasyon plakasında yapılarak ölçümler gerçekleştirilmiştir.

3.2.4.3. Renk Testi

Renk ölçümleri ASTM-D 2244-02 (ASTM-D 2244-02, 2003) esaslarına göre belirlenmiştir. Renk ölçümleri, deney örnekleri iklimlendirme cihazında % 12 rutubete getirilerek deneylere hazır hale getirilmiş olup, Şekil 3.10'da kalibrasyonu yapılmış olan X rite renk ölçüm cihazında renk ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Cihazın kalibrasyon plaka değerleri; $L^*= 95,39$ $a^*= -0,87$ $b^*= +1,41$ olacak şekilde kalibre edilerek ölçümler yapılmıştır. X rite cihazının ölçme evreni ve renk sistemi Şekil 3.11'de gösterilmiştir.



Şekil 3.10. Renk ölçüm cihazı ve ölçüm kalıbı



Şekil 3.11. CIEL* a* b* renk evren modeli ve renk sistemi

Deney örneklerinin renk ölçümleri ve değerlendirmeleri; CIEL* a* b* renk sisteminde, renklerdeki farklılıklar ve bunların yerleri L^* , a^* , b^* renk koordinat sistemine göre tespit edilmektedir. Renk koordinat sisteminde; L^* koordinatında ışınlar siyah veya beyaza doğru yoğunlaştığında, $L^*=0$ için siyah, $L^* = 100$ için ise beyazdır. $-a^*$ ve $+a^*$ ekseninde ışınlar $-a^*$ değerine yaklaştıkça yeşil renk, $+a^*$ değerine yaklaştıkça kırmızı renk olmaktadır. $+b^*$ ve $-b^*$ ekseninde ise ışınlar yoğunlaşırsa; $+b^*$ yönünde sarı renk, $-b^*$ eksenine yoğunlaşırsa mavi renk oluşmaktadır. Deney örneklerinin renk değerlendirmeleri; CIELAB-76 (ISO 7724-2) standartları göre yapılarak renklerde meydana gelen değişiklikler ISO 7724-2 esaslarına göre aşağıdaki formüller göre yapılmıştır.

$$\Delta L^* = L_s^* - L_i^* \quad \Delta a^* = a_s^* - a_i^* \quad \Delta b^* = b_s^* - b_i^*$$

$$\Delta E^* = \sqrt{\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}} \quad (\text{Toplam renk değişimi})$$

Formülüne göre; ΔL^* , Δa^* ve Δb^* değerleri; renklerin ilk hali (i) ve son hali (s) arasında oluşan değişimleri göstermektedir. ΔE^* ise, renklerin L, a ve b eksenlerinde meydana gelen toplam değişimlerini gösteren parametredir. Renk ölçümlerine göre; en büyük değer, en yüksek renk değişimini göstermektedir.

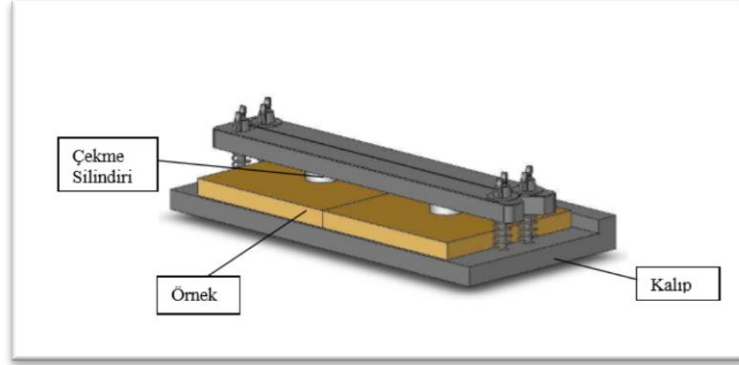
3.2.4.4. Yapışma testi

Araştırmada, vernik katmanlarının yüzeye yapışma direnci ASTM D-4541 ve TS EN 24624 (1996) esaslarına uyularak, pünomatik sistemle çalışan adezyon test cihazında belirlenmiştir (Şekil 3.12).

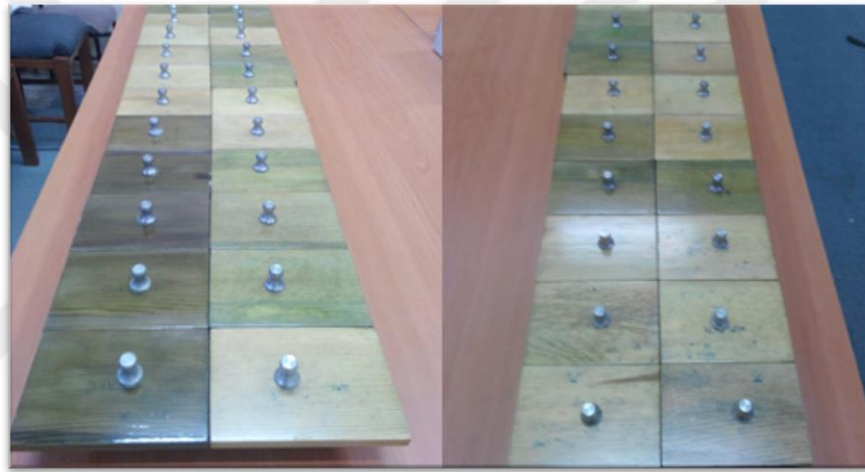


Şekil 3.12. Yapışma test cihazı

Koruyucu katmanla kaplanan ve tam kuruması sağlanan sarıçam odunu deney örneklerinin yüzeylerine \varnothing 20 mm olan çekme silindirleri, kalıp yardımıyla normal oda sıcaklığında yapıştırılmıştır. Şekil 3.13'te ve Şekil 3.14'te jelleşmeye başlayan yapıştırıcı fazlalıkları 2 saat sonra bir ıspatula yardımı ile temizlenmiş ve deney örnekleri 24 saat süreyle kurumaya bırakılmıştır.

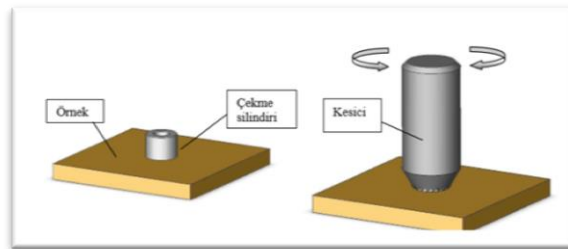


Şekil 3.13. Yapıştırma kalıbı (Yakın, 2001)



Şekil 3.14. Yapıştırma işlemi yapılmış deney örnekleri

Sarıçam odunu deney örneklerinin yüzeylerine yapıştırılan çekme silindirinin çevresindeki tutkal fazlalıkları kesici yardımıyla temizleme işlemi yapılmıştır (Şekil 3.15). Bu işlemlerle, yalnızca yapıştırılan alanın kopartılmasına olanak sağlanmıştır (Budakçı, 2003).



Şekil 3.15. Çekme silindiri çevresindeki fazla yapıştırıcı temizleme aleti (Yakın, 2001)

Örneklerin deney düzeneğine yerleştirilmesi Şekil 3.16’da gösterilmiştir. Adezyon cihazında örnekler yüzeye yapıştırılan silindirlerden çekilerek kopartılmış ve kopma anındaki kuvvet kaydedilmiştir. TS EN 24624 ve ASTM D 4541 standartlarına uyularak çekme gerilmesinin, 1 MPa/s’den fazla olmayan sabit bir hızla arttırılmasına ve deneyin 90 saniye içerisinde tamamlanmasına özen gösterilmiştir (ASTM–D 2244, 2007 ve TS EN 24624, 1996).



Şekil 3.16. Örneklerin deney düzeneğine yerleştirilmesi

Ölçümlerde, yapışma direnci (X);

$$X = 4F / \pi \cdot d^2 \quad \text{Mpa} = 1 \text{ N/mm}^2$$

eşitliğine göre hesaplanmıştır (ASTM–D 2244, 2007 ve TS EN 24624, 1996).

- ❖ F= Kopma anındaki kuvvet, (Newton)
- ❖ d= Çekme silindirinin çapı, (mm).
- ❖ 3.2.5. Doğal Koşullarda Yaşlandırma İşlemi

Sarıçam deney örnekleri ASTM D7787 (ASTM D7787/D7787M-13 2013) standartına göre doğal hava koşullarda Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesinde 37° 10' 2" (N) Kuzey enlemi, 28° 22' 31" (E) Doğu boylamında ve Şubat-Temmuz 2015 tarihleri arasında mevsimsel olarak 6 ay bekletilmiştir. Deney numuneleri yer zeminine 45° eğik konumda, yüzleri güneye bakacak şekilde yerleştirilmiştir. Deney düzeneği Şekil 3.17’de verilmiştir.



Şekil 3.17. Doğal yaşlandırma deney düzeneği

En alt seviyedeki test örneklerinin yüksekliği 50 cm olup, stant çevresinde ot vb. organik artıklar ile topraktaki su oranını gereksiz yere artıracak ve su tutacak artıkların olmamasına özen gösterilmiştir. Deney örneklerinin açık hava şartlarına maruz bırakılmak üzere dış ortama bırakıldığı Muğla iline ait Şubat ve Temmuz 2015 tarihleri arasındaki Muğla Yöresine ait meteorolojik veriler Çizelge 3.3'te verilmiştir.

Çizelge 3.3. Muğla yöresine ait Şubat ve Temmuz 2015 tarihleri arasındaki meteorolojik veriler

Hava Durumu Verileri						
AYLAR	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz
Ortalama sıcaklık (° C)	5.9	8.8	11.5	18.4	20.7	27.1
Güneşlenme süresi (saat)	2.0	3.5	7.5	7.5	8.2	9.6
Yağmurlu gün sayısı	14	14	6	6	8	4
Aylık yağış miktarı (kg-m ²)	238.6	197.1	25.2	89.1	59.0	24.2
Nem (%)	77	77	60	61	62	44

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Bakır İçerikli Emprenye Maddeleri İle Muamele Edilen Sarıçam Odunu Deney Örneklerine İlişkin Bulgular

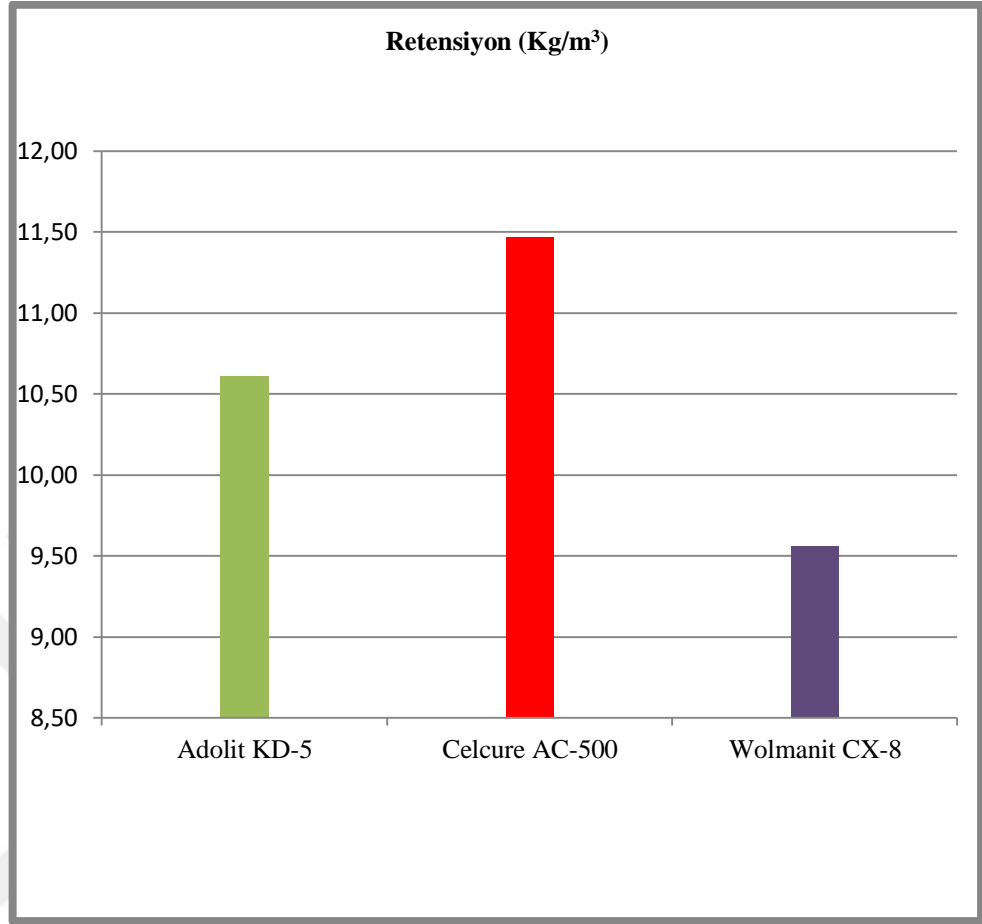
4.1.1. Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odunu deney örneklerinin retensiyon değerlerine ilişkin bulgular

Doğal yaşlandırma öncesi Adolit KD-5, Celcure AC-500 ve Wolmanit CX-8'in % 2'lik sulu çözeltisi ile emprenye edilen sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odunu deney örneklerinin retensiyon değerleri Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Sarıçam odunu deney örneklerinin retensiyon değerleri

Emprenye maddeleri	Konsantrasyon (%)	Retensiyon (kg.m ⁻³)
Kontrol	-	-
Adolit KD-5	2	10.61
Celcure AC-500	2	11.47
Wolmanit CX-8	2	9.59

Not: Sonuçlar 10 örneğin ortalamasını yansıtmaktadır.



Şekil 4.1. Retensiyon değerleri (Kg/m3)

Retensiyon değerleri incelendiğinde, en yüksek retensiyon değeri 11.47 kg/m^3 ile Celcure AC-500 ile empenye edilen deney örneklerinde elde edilirken, en düşük retensiyon değeri 9.59 kg/m^3 ile Wolmanit CX-8 ile empenye edilen deney örneklerinde gözlemlenmiştir.

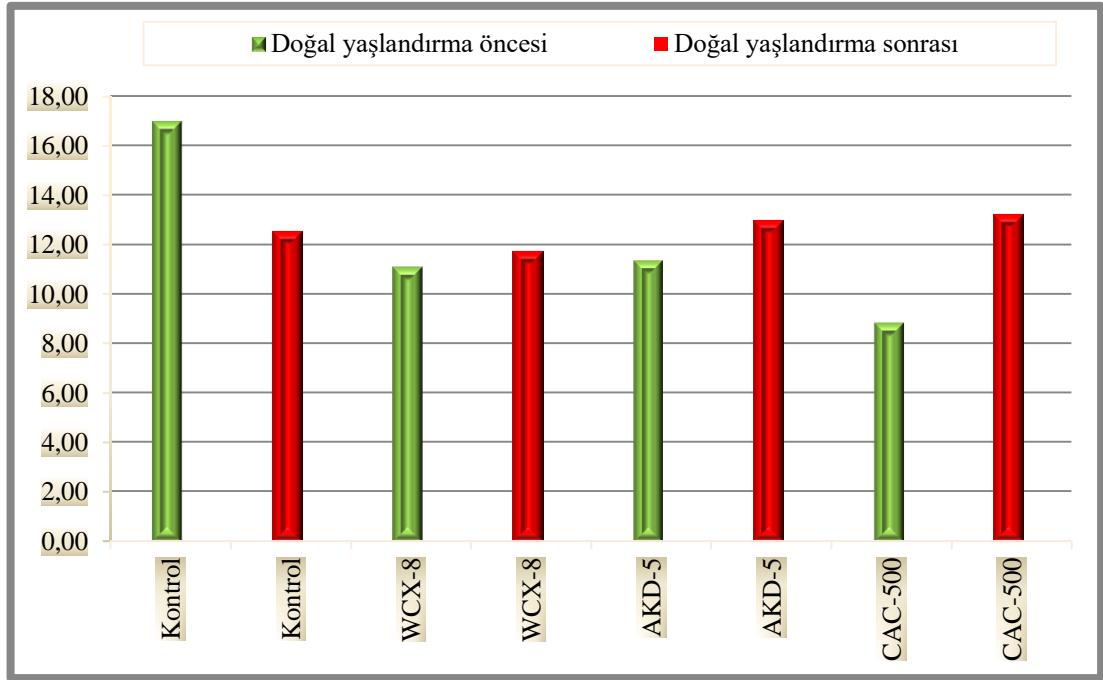
4.1.2. Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odunu deney örneklerinin sertlik değerlerine ilişkin elde edilen bulgular

Doğal yaşlandırma öncesi Adolit KD-5, Celcure AC-500 ve Wolmanit CX-8'in %2'lik sulu çözeltisi ile empenye edilen sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odunu deney örneklerinin, Muğla yöresi iklim koşullarında doğal yaşlandırma öncesi ve 6 ay doğal yaşlandırma sonrası sertlik değerlerine ilişkin elde edilen bulgular Çizelge 4.2 ve Şekil 4.2.'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Sarıçam odunu deney örneklerinin doğal yaşlandırma öncesi ve doğal yaşlandırma sonrası sertlik değerleri

Emprenye maddeleri	Konsantrasyon (%)	Doğal yaşlandırma öncesi sertlik değerleri		Doğal yaşlandırma sonrası sertlik değerleri		
		Ortalama	Standart sapma	Ortalama	Standart sapma	% Değişim
Kontrol	-	17.00	4.76	12.56	3.78	-26.12
Adolit KD-5	2	11.38	2.33	13.00	5.61	14.24
Celcure AC-500	2	8.87	1.89	13.25	3.24	49.38
Wolmanit CX-8	2	11.13	2.70	11.75	1.58	5.57

Not: Sonuçlar 10 örneğin ortalamasını yansıtmaktadır.



Şekil 4.2. Sarıçam odunu deney örneklerinin doğal yaşlandırma öncesi ve doğal yaşlandırma sonrası sertlik değerleri

Çizelge 4.2 ve Şekil 4.2 incelendiğinde aşağıdaki bulgular elde edilmiştir:

1. Doğal yaşlandırma öncesi deney örneklerinin sertlik değerleri incelendiğinde en yüksek sertlik değerini 17.00 ile emprenyesiz kontrol örneği vermiştir.

2. CAC-500 ile emprenye edilen sarıçam odunu deney örnekleri 8.87 ile en düşük sertlik değerini göstermiştir.
3. 6 ay doğal yaşlandırma sonunda, işlemsiz kontrol örneğinin sertlik değerinde düşüş gözlemlenirken (%26.12), diğer işlemlili deney örneklerinde % 5.57- % 49.38 arasında sertlik artış değerleri elde edilmiştir.

Sarıçam odunu deney örneklerinin doğal yaşlandırma öncesi ve doğal yaşlandırma sonrası sertlik değişim (%) değerlerine ilişkin elde edilen varyans analizi sonuçları Çizelge 4.3.'te verilmiştir.

Çizelge 4.3. Sarıçam odunu deney örneklerinin sertlik değişim (%) değerlerine ilişkin elde edilen varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Hesap	Önem Düzeyi %5
Faktör A	3235.01	3	1078.33	95.58	0.000
Hata	90.25	8	11.28		
Toplam	10123.98	12			

Faktör A: Gruplar (Emprenye)

Varyans analizi sonuçları incelendiğinde; doğal yaşlandırma sonrası sertlik değişim (%) değerleri $p \leq 0,05$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Sertlik değişim (%) değerlerine ilişkin elde edilen Duncan testi sonuçları Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Sertlik değişim (%) değerlerine ilişkin elde edilen Duncan testi sonuçları

Gruplar	Ortalamalar	
	X (Ortalama %'lik değişim)	HG
Kontrol	-26.12	C
ADK-5	-14.24	B
CAC-500	-49.28	D
WCX-8	-5.57	A*

DUNCAN: 0.050 X: Ortalama HG: Homojenlik Grubu, *En düşük düzeyde sertlik değişim değerini (%) gösteren grup, Aynı harfi taşıyan gruplar arasında istatistiksel olarak fark yoktur.

Sertlik değişim (%) değerlerinin her emprenye türüne göre farklı homojenlik grublarında yer aldığı tespit edilmiştir.

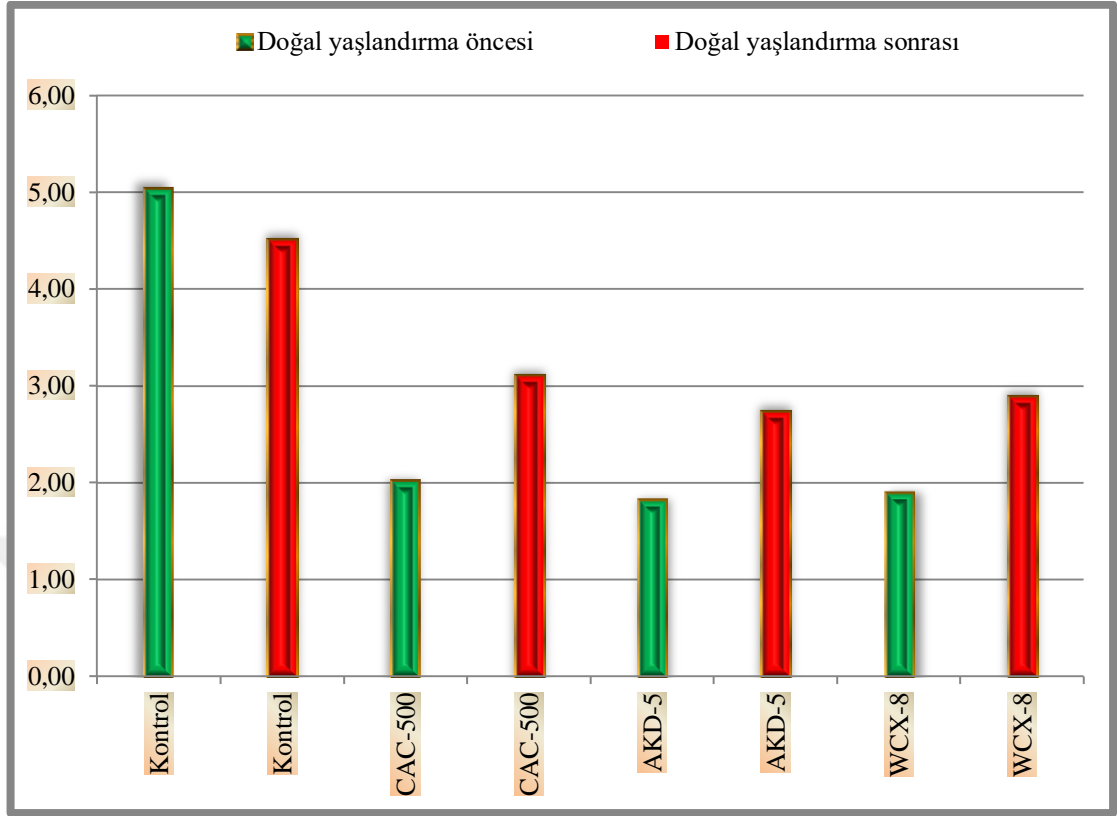
4.1.3. Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odunu deney örneklerinin parlaklık değerlerine ilişkin elde edilen bulgular

Doğal yaşılandırma öncesi Adolit KD-5, Celcure AC-500 ve Wolmanit CX-8'in % 2'lik sulu çözeltisi ile emprenye edilen sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odunu deney örneklerinin Muğla yöresi ilkim koşullarında doğal yaşılandırma öncesi ve 6 ay doğal yaşılandırma sonrası parlaklık değerlerine ilişkin elde edilen bulgular Çizelge 4.5 ve Şekil 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Sarıçam odunu deney örneklerinin doğal yaşılandırma öncesi ve doğal yaşılandırma sonrası parlaklık değerleri

Emprenye maddeleri	Konsantrasyon (%)	Doğal yaşılandırma öncesi parlaklık değerleri		Doğal yaşılandırma sonrası parlaklık değerleri		
		Ortalama (60°)	Standart sapma	Ortalama (60°)	Standart sapma	Değişim %
Kontrol	-	5.04	1.44	4.51	0.67	-10.52
Adolit KD-5	2	1.83	0.14	2.74	0.32	49.73
Celcure AC-500	2	2.03	0.18	3.11	0.41	53.20
Wolmanit CX-8	2	1.90	0.16	2.89	0.30	52.11

Not: Sonuçlar 10 örneğin ortalamasını yansıtmaktadır.



Şekil 4.3. Sarıçam odunu deney örneklerinin doğal yaşlandırma öncesi ve doğal yaşlandırma sonrası parlaklık değerleri

Çizelge 4.5 ve Şekil 4.3 incelendiğinde aşağıdaki bulgular elde edilmiştir:

1. Doğal yaşlandırma işlemi öncesi en yüksek parlaklık değeri 5.04 ile kontrol örneğinde elde edilirken; en düşük parlaklık değeri 1.83 ile Adolit KD-5 ile empenye edilen deney örneklerinde elde edilmiştir.
2. Doğal yaşlandırmaya maruz bırakılan kontrol örneğinin parlaklık değerinde düşüş gözlemlenirken, bakır esaslı empenye maddeleri ile muamele edilen sarıçam odunu deney örneklerinin parlaklık değerlerinde artışlar gözlemlenmiştir.
3. Doğal yaşlandırma sonrası parlaklık değişim (%) değerleri incelendiğinde en yüksek parlaklık değer değişimi %53.20 ile CAC-500 ile empenye edilen deney örneklerinde elde edilirken; kontrol örneğinde %10.52 oranında parlaklık değerinde azalma gözlemlenmiştir.

Sarıçam odunu deney örneklerinin parlaklık değişim (%) değerlerine ilişkin elde edilen varyans analizi sonuçları Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Sarıçam odunu deney örneklerinin parlaklık değişim (%) değerlerine ilişkin elde edilen varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Hesap	Önem Düzeyi %5
Faktör A	8723.78	3	2907.92	3276.63	0.000
Hata	7.10	8	0.88		
Toplam	24395.40	12			

Faktör A: Gruplar (Emprenye)

Varyans analizi sonuçları incelendiğinde, doğal yaşlandırma sonrası parlaklık değişim (%) değerleri $p \leq 0,05$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Parlaklık değişim (%) değerlerine ilişkin elde edilen Duncan testi sonuçları Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Parlaklık değişim (%) değerlerine ilişkin elde edilen Duncan testi sonuçları

Gruplar	Ortalamalar	
	X (Ortalama %'lik değişim)	HG
Kontrol	-10.52	C*
ADK-5	49.73	B
CAC-500	53.20	A
WCX-8	52.11	A

DUNCAN: 0.050 X: Ortalama HG: Homojenlik Grubu, *En düşük düzeyde parlaklık değişim değerini (%) gösteren grup, Aynı harfi taşıyan gruplar arasında istatistiksel olarak fark yoktur.

Parlaklık değişim (%) değerlerinin Duncan testi sonucuna göre, CAC-500 ve WCX-8 ile işlem gören sarıçam odunu deney örneklerinin aynı homojenlik grubunda yer aldığı, ADK-5 ile işlem gören sarıçam odunu deney örneklerinin farklı homojenlik grubunda olduğu tespit edilmiştir.

4.1.4. Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odunu deney örneklerinin renk değerlerine ilişkin elde edilen bulgular

Doğal yaşlandırma öncesi Adolit KD-5, Celcure AC-500 ve Wolmanit CX-8’in %2’lik sulu çözeltisi ile emprenye edilen, sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odunu deney

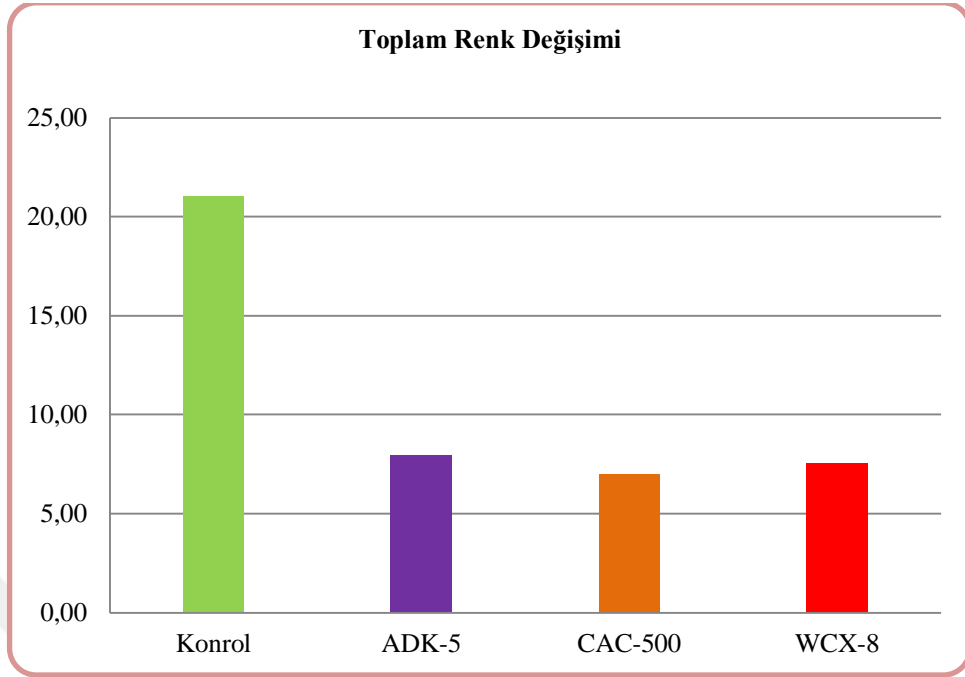
örneklerinin Muğla yöresi ilkim koşullarında doğal yaşlandırma öncesi ve 6 ay doğal yaşlandırma sonrası L^* , a^* ve b^* değerleri ile ΔL^* , Δa^* ve Δb^* değerleri ve toplam renk değişimi göstergesi olan ΔE^* değerlerine ilişkin elde edilen bulgular Çizelge 4.8 ve Şekil 4.4'te verilmiştir.



Çizelge 4.8. Sarıçam odunu deney örneklerinin doğal yaşlandırma öncesi ve doğal yaşlandırma sonrası renk değişim değerleri

Emprenye maddeleri	Konsantrasyon (%)	Doğal yaşlandırma öncesi renk değerleri						Doğal yaşlandırma sonrası renk değerleri						Doğal yaşlandırma sonrası renk değerleri			
		L_i^*		a_i^*		b_i^*		L_s^*		a_s^*		b_s^*		ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*
		Ort.	St. sp.	Ort.	St. sp.	Ort.	St. sp.	Ort.	St. sp.	Ort.	St. sp.	Ort.	St. sp.				
Kontrol	-	77.03	1.44	6.93	0.69	29.17	2.35	62.67	1.50	4.71	0.44	13.97	0.69	-14.36	-2.22	-15.20	21.03
AKD-5	2	58.75	1.08	0.73	0.13	21.27	1.56	55.04	1.40	7.79	0.43	21.07	0.69	-3.71	7.04	-0.20	7.96
CAC-500	2	59.07	1.10	1.33	0.23	22.25	0.93	56.19	1.37	7.74	0.44	22.21	0.75	-2.88	6.41	-0.04	7.03
WCX-8	2	60.10	1.38	1.50	0.51	20.70	1.51	55.58	0.99	7.57	0.53	20.46	1.01	-4.52	6.07	-0.24	7.57

Not: Sonuçlar 10 örneğin ortalamasını yansıtmaktadır. St.Sp.: Standard sapma, Ort.: Ortalama.



Şekil 4.4. Sarıçam odunu deney örneklerinin doğal yaşlandırma sonrası toplam renk değişim değerleri

Şekil 4.4 ve Çizelge 4.8 incelendiğinde aşağıdaki bulgular elde edilmiştir:

1. Doğal yaşlandırma öncesi en yüksek L^* değeri 77.03 derece ile kontrol örneğinde elde edilirken; en düşük L^* değeri 58.75 ile Adolit KD-5 ile empenye edilen deney örneklerinde gözlemlenmiştir.
2. Doğal yaşlandırma öncesi en yüksek a^* değeri 6.93 ile kontrol örneğinde ölçülmüştür. Empenye edilen deney örnekleri içinde, en düşük a^* değerini 0.73 ile Adolit KD-5 ile muamele edilen deney örnekleri vermiştir.
3. Doğal yaşlandırma öncesi en yüksek b^* değeri 29.17 ile kontrol örneğinde elde edilirken; en düşük b^* değeri ise 20.70 ile Wolmanit CX-8 ile empenye edilen deney örneklerinde gözlemlenmiştir.
4. 6 ay doğal yaşlandırma sonrasında, tüm deney örneklerinin negatif ΔL^* değerleri vermesi, deney örneklerinde kararına meydana geldiğini göstermiştir. En fazla kararına kontrol örneğinde gözlemlenirken; en az kararına Celcure AC-500 empenye maddesi ile işlem gören deney örneklerinde elde edilmiştir.

5. 6 ay doğal yaşlandırma sonrasında, deney örneklerinin pozitif Δa^* ve negatif Δb^* değerleri vermesi deney örneklerinin kırmızılaşma ve mavileşme eğiliminde olduğunu göstermiştir.
6. 6 ay doğal yaşlandırma sonrasında, en yüksek toplam renk değişimi kontrol örneğinde elde edilirken, en düşük renk değişimi CAC-500 ile emprenye edilen deney örneklerinde gözlemlenmiştir.

Sarıçam odunu deney örneklerinin toplam renk değişim değerlerine ilişkin elde edilen varyans analizi sonuçları Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Sarıçam odunu deney örneklerinin toplam renk değişimi değerlerine ilişkin elde edilen varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Hesap	Önem Düzeyi %5
Faktör A	432.49	3	144.16	52.89	0.000
Hata	21.80	8	2.72		
Toplam	1901.24	12			

Faktör A: Gruplar (Emprenye)

Sarıçam odunu deney örneklerinin toplam renk değişimi varyans analizi sonuçları incelendiğinde, doğal yaşlandırma sonrası toplam renk değişim değerleri $p \leq 0,05$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Toplam renk değişim değerlerine ilişkin elde edilen Duncan testi sonuçları Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Toplam renk değişimi değerlerine ilişkin elde edilen Duncan testi sonuçları

Gruplar	Ortalamalar	
	X (Ortalama %'lik değişim)	HG
Kontrol	21.36	A
ADK-5	7.96	B
CAC-500	7.03	B*
WCX-8	7.57	B

DUNCAN: 0.050 X: Ortalama HG: Homojenlik Grubu *En düşük düzeyde renk değişim değerini (%) gösteren grup, Aynı harfi taşıyan gruplar arasında istatistiksel olarak fark yoktur.

Duncan testi sonucuna göre, CAC-500, ADK-5 ve WCX-8 ile işlem gören deney örnekleri aynı homojenlik grubunda olup, emprenyesiz kontrol örneğinin ise farklı homojenlik grubunda olduğu tespit edilmiştir.

4.2. Bakır İçerikli Emprenye Maddeleri ve Vernik Uygulanan Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Odunu Deney Örneklerine İlişkin Bulgular

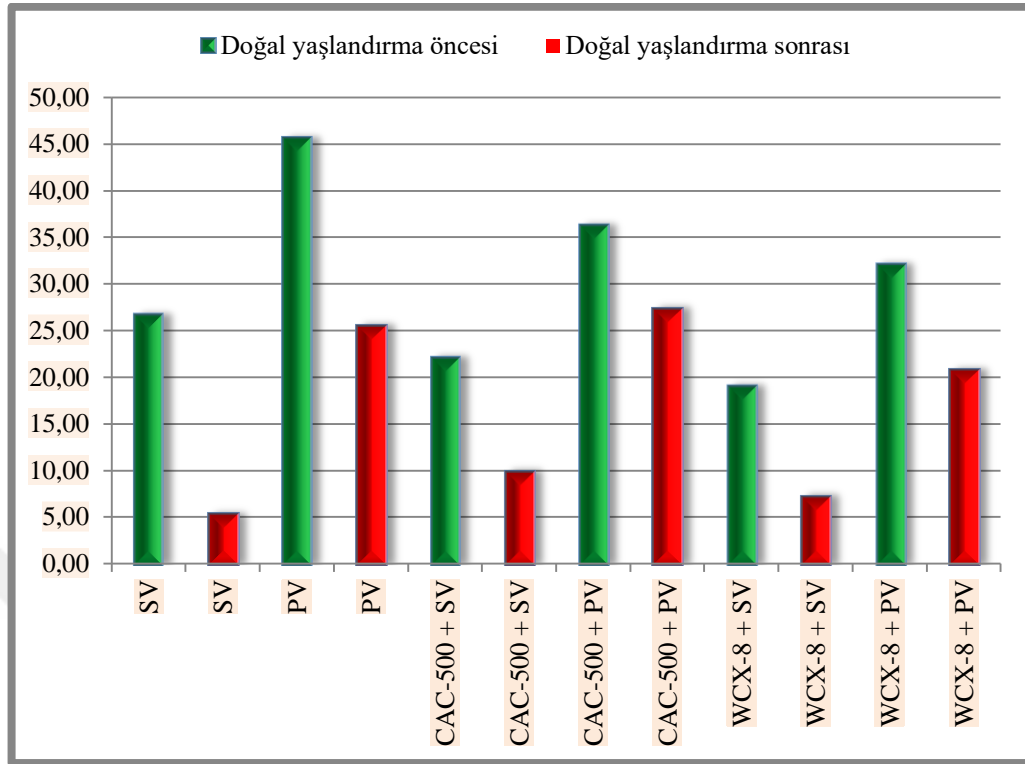
4.2.1. Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odunu deney örneklerinin sertlik değerlerine ilişkin elde edilen bulgular

Bakırlı esaslı emprenye maddelerinden CAC-500 ve WCX-8'in % 2'lik sulu çözeltileriyle emprenye edilen ve daha sonra SV ve PV ile verniklenen sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odunu deney örneklerinin Muğla yöresi ilkim koşullarında doğal yaşlandırma öncesi ve 6 ay doğal yaşlandırma sonrası elde edilen sertlik değerleri Çizelge 4.11 ve Şekil 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.11. Sarıçam odunu deney örneklerinin doğal yaşlandırma öncesi ve doğal yaşlandırma sonrası sertlik değerleri

Emprenye maddeleri ve vernikler	Doğal yaşlandırma öncesi sertlik değerleri		Doğal yaşlandırma sonrası sertlik değerleri		
	Ortalama	Standart sapma	Ortalama	Standart sapma	Değişim (%)
SV	26.75	5.89	5.35	2.58	-80.82
PV	45.64	6.51	25.51	6.06	-44.09
CAC 500 + SV	22.19	4.83	9.87	3.80	-55.51
CAC 500 + PV	36.31	5.80	27.39	5.51	-24.56
WCX-8 + SV	19.13	4.91	7.24	3.42	-62.11
WCX-8 + PV	32.15	5.76	20.83	4.97	-35.89

Not: Sonuçlar 10 örneğin ortalamasını yansıtmaktadır.



Şekil 4.5. Sarıçam odunu deney örneklerinin doğal yaşlandırma öncesi ve doğal yaşlandırma sonrası sertlik değerleri

Çizelge 4.11 ve Şekil 4.5 incelendiğinde aşağıdaki bulgular elde edilmiştir:

- 1) Doğal yaşlandırma öncesi en yüksek sertlik değeri 45.64 ile PV ile işlem gören deney örneklerinde elde edilirken; en düşük sertlik değeri ise 19.13 ile WCX-8+SV ile işlem gören deney örneklerinde gözlemlenmiştir.
- 2) 6 ay doğal yaşlandırma sonrası tüm deney örneklerinin sertlik değerlerinde düşüşler gözlemlenmiştir.
- 3) 6 ay doğal yaşlandırma sonrası SV ile işlem gören deney örneklerinde sertlik düşüş değerleri, PV ile işlem gören deney örneklerine kıyasla daha yüksek düzeyde gerçekleşmiştir.
- 4) Vernikleme öncesi emprenye işlemi, deney örneklerinin sertlik düşüşünün azaltılması bakımından olumlu yönde katkıda bulunmuştur.
- 5) Çalışmada en az sertlik azalması %24.56 ile CAC-500 +PV ile işlem gören deney örneklerinde gözlemlenirken; en yüksek sertlik düşüşü SV ile işlem gören deney örneklerinde % 80.82 ile elde edilmiştir.

Sarıçam odunu deney örneklerinin sertlik değişim (%) değerlerine ilişkin elde edilen varyans analizi sonuçları Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Sarıçam odunu deney örneklerinin sertlik değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Hesap	Önem Düzeyi %5
Faktör A	6019.85	5	1203.97	46.94	0.000
Hata	307.73	12	25.64		
Toplam	52226.02	18			

Faktör A: Gruplar (Emprenye maddeleri ve vernikler)

Sarıçam odunu deney örneklerinin varyans analizi sonuçları incelendiğinde, doğal yaşlandırma sonrası sertlik değişim (%) değerleri $p \leq 0,05$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Sertlik değişim (%) değerlerine ilişkin elde edilen Duncan testi sonuçları Çizelge 4.13’te verilmiştir.

Çizelge 4.13. Sertlik değişim (%) değerlerine ilişkin Duncan testi sonuçları

Gruplar	Ortalamalar	
	X (Ortalama %'lik değişim)	HG
SV	80.82	A
PV	44.09	C
CAC-500-SV	55.51	B
CAC-500-PV	24.56	D*
WCX-8-SV	62.11	B
WCX-PV	35.89	C

DUNCAN: 0.050 X: Ortalama HG: Homojenlik Grubu, *En düşük düzeyde pandüllü sertlik değişim değerini (%) gösteren grup, Aynı harfi taşıyan gruplar arasında istatistiksel olarak fark yoktur.

Sarıçam odunu deney örneklerinin Duncan testi sonucu incelendiğinde parlaklık değişim (%) değerlerine göre, WCX-8+PV ve PV ile işlem gören sarıçam odunu deney örneklerinin aynı homojenlik grubunda olduğu tespit edilmiştir. WCX-8+SV,

CAC-500+SV, SV ve CAC-500+PV ile işlem gören sarıçam odunu deney örneklerinin ise, farklı homojenlik grubunda olduğu belirlenmiştir.

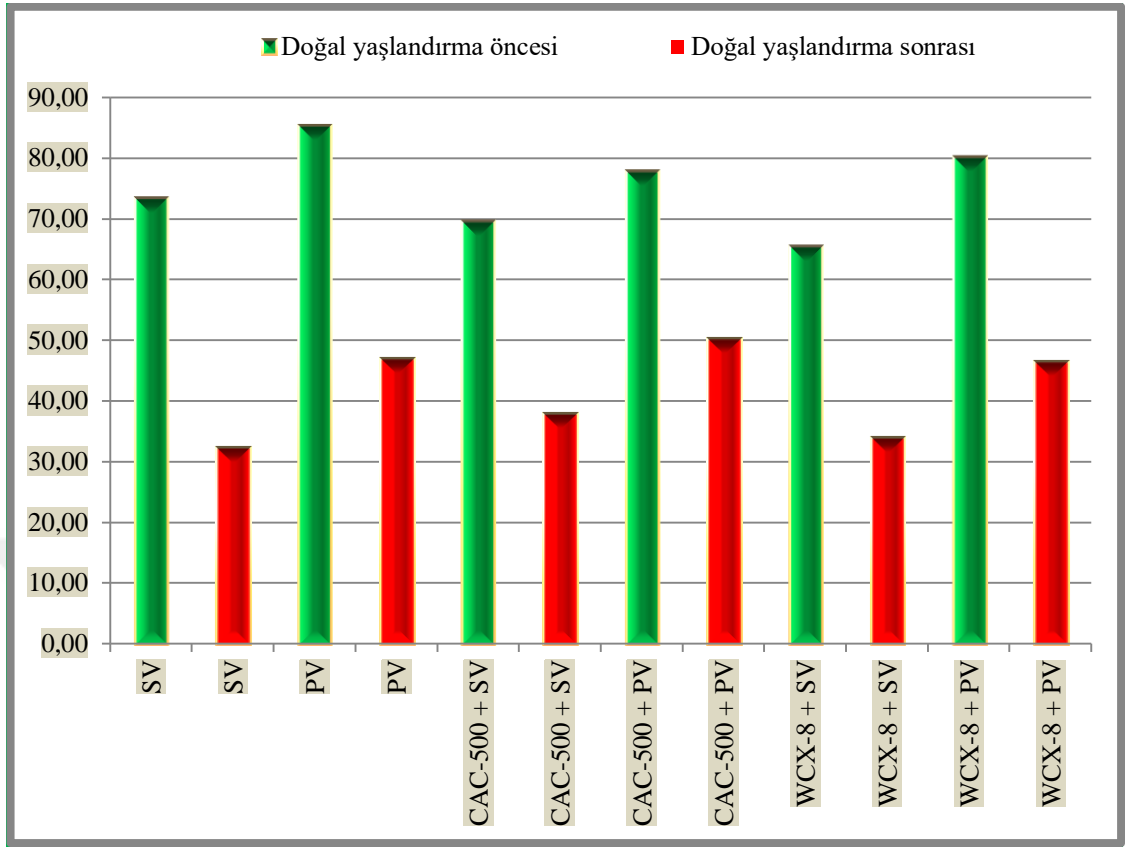
4.2.2. Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odunu deney örneklerinin parlaklık değerlerine ilişkin elde edilen bulgular

Bakırlı esaslı emprenye maddelerinden CAC-500 ve WCX-8'in % 2'lik sulu çözeltileriyle emprenye edilen ve daha sonra SV ve PV ile verniklenen sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odunu deney örneklerinin Muğla yöresi ilkim koşullarında doğal yaşlandırma öncesi ve 6 ay doğal yaşlandırma sonrası elde edilen parlaklık değerlerine ilişkin elde edilen bulgular Çizelge 4.14 ve Şekil 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.14. Sarıçam odunu örneklerinin doğal yaşlandırma öncesi ve doğal yaşlandırma sonrası parlaklık değerleri

Emprenye maddeleri ve vernikler	Doğal yaşlandırma öncesi parlaklık değerleri		Doğal yaşlandırma sonrası parlaklık değerleri		
	Ortalama (60°)	Standart sapma	Ortalama (60°)	Standart sapma	Değişim (%)
SV	73.43	6.38	32.25	6.12	-56.63
PV	85.26	7.32	47.03	6.79	-44.84
CAC 500 + SV	69.64	8.82	37.91	7.67	-45.56
CAC 500 + PV	77.82	5.18	50.25	9.70	-35.42
WCX-8 + SV	65.45	8.59	33.95	7.72	-48.12
WCX-8 + PV	80.19	7.73	46.48	6.18	-42.03

Not: Sonuçlar 10 örneğin ortalamasını yansıtmaktadır.



Şekil 4.6. Sarıçam odunu deney örneklerinin doğal yaşlandırma öncesi ve doğal yaşlandırma sonrası parlaklık değerleri

Çizelge 4.14 ve Şekil 4.6 incelendiğinde aşağıdaki bulgular elde edilmiştir:

- 1) Doğal yaşlandırma öncesi en yüksek parlaklık değeri 85.26 ile PV ile muamele edilen deney örneklerinde elde edilirken; en düşük parlaklık değeri 69.64 ile CAC-500+SV ile işlem gören deney örneklerinde gözlemlenmiştir.
- 2) Doğal yaşlandırma işlemi, tüm deney örneklerinin parlaklık değerlerinde düşüşe sebep olmuştur
- 3) Doğal yaşlandırma sonrası en fazla parlaklık azalması SV ile işlem gören deney örneklerinde %56.63 ile gözlemlenirken; en düşük parlaklık azalması %35.42 ile CAC-500+PV ile işlem gören deney örneklerinde elde edilmiştir.
- 4) Vernikleme öncesi emprenye işlemi deney örneklerinin parlaklık azalmasını düşürürken, parlaklık azalması PV ile işlem gören deney örneklerinde, SV ile işlem gören deney örneklerine oranla daha düşük düzeyde gerçekleşmiştir.

Sarıçam odunu deney örneklerinin parlaklık değişim (%) değerlerine ilişkin elde edilen varyans analizi sonuçları Çizelge 4.15’de verilmiştir.

Çizelge 4.15. Sarıçam odunu deney örneklerinin parlaklık değişim (%) değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Hesap	Önem Düzeyi %5
Faktör A	734.40	5	146.88	2.79	0.047
Hata	630.48	12	52.54		
Toplam	38520.26	18			

Faktör A: Gruplar (Emprenye maddeleri ve vernikler)

Sarıçam odunu deney örneklerinin varyans analizi sonuçları incelendiğinde, doğal yaşlandırma sonrası parlaklık değişim (%) değerleri $p \leq 0,05$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Parlaklık değişim (%) değerlerine ilişkin elde edilen Duncan testi sonuçları Çizelge 4.16’da verilmiştir.

Çizelge 4.16. Parlaklık değişim(%) değerlerine ilişkin Duncan testi sonuçları

Gruplar	Ortalamalar	
	X (Ortalama %'lik değişim)	HG
SV	56.63	A
PV	44.84	AB
CAC-500-SV	45.56	AB
CAC-500-PV	35.42	B*
WCX-8-SV	48.12	AB
WCX-PV	42.03	B

DUNCAN: 0.050 X: Ortalama HG: Homojenlik Grubu, *En düşük düzeyde parlaklık değişim değerini (%) gösteren grup, Aynı harfi taşıyan gruplar arasında istatistiksel olarak fark yoktur.

Sarıçam odunu deney örneklerinin Duncan test sonucu incelendiğinde parlaklık değişim (%) değerlerine göre, WCX-8+PV ve CAC-500+PV ile işlem gören sarıçam odunu deney örneklerinin aynı homojenlik grubunda olduğu görülmüş olup, WCX-

8+SV, CAC-500+SV ve PV ile işlem gören sarıçam odunu deney örneklerinin ise, farklı homojenlik grubunda olduğu tespit edilmiştir.

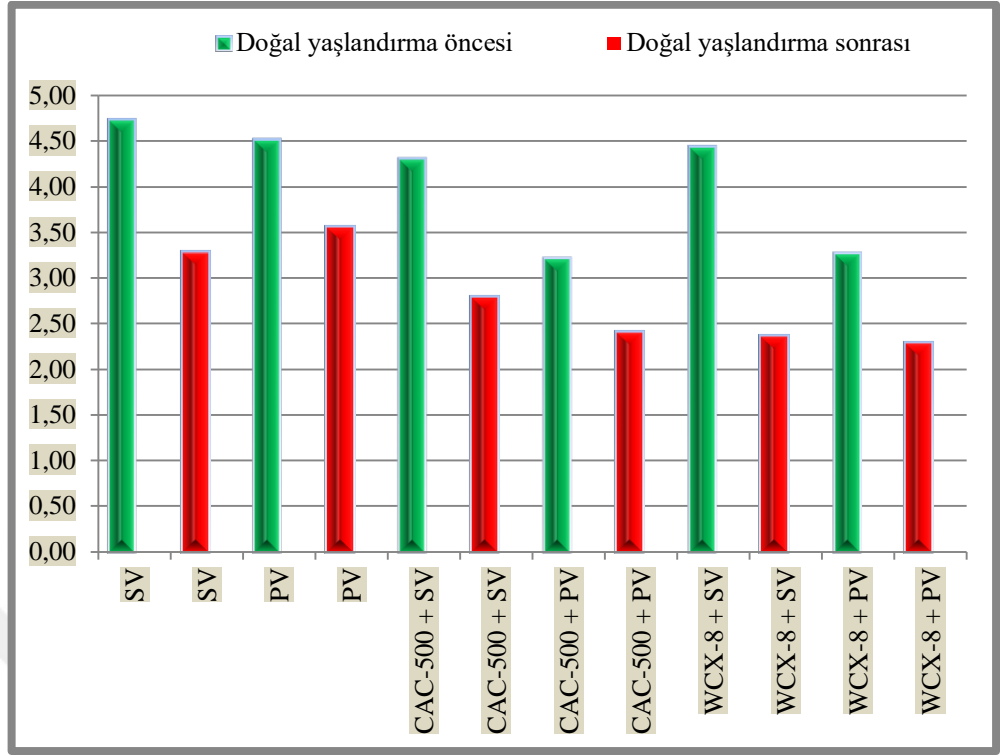
4.2.3. Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odunu deney örneklerinin yapışma direnci değerlerine ilişkin elde edilen bulgular

Bakırlı esaslı emprenye maddelerinden CAC-500 ve WCX-8'in %2'lik sulu çözeltileriyle emprenye edilen ve daha sonra SV ve PV ile verniklenen sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odunu deney örneklerinin Muğla yöresi ilkim koşullarında doğal yaşlandırma öncesi ve 6 ay doğal yaşlandırma sonrası elde edilen yapışma direnci değerlerine ilişkin elde edilen bulgular Çizelge 4.17 ve Şekil 4.7'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.17. Sarıçam odunu örneklerinin doğal yaşlandırma öncesi ve doğal yaşlandırma sonrası yapışma direnci değerleri

Emprenye maddeleri ve vernikler	Doğal yaşlandırma öncesi yapışma direnci değerleri N/mm ²		Doğal yaşlandırma sonrası yapışma direnci değerleri N/mm ²		
	Ortalama	Standart sapma	Ortalama	Standart sapma	Değişim (%)
SV	4.74	1.27	3.29	0.85	-30.59
PV	4.52	0.84	3.57	0.80	-21.02
CAC 500 + SV	4.31	0.93	2.80	0.35	-35.03
CAC 500 + PV	3.22	0.72	2.41	0.56	-25.15
WCX-8 + SV	4.44	1.02	2.37	0.53	-46.62
WCX-8 + PV	3.28	0.67	2.30	0.64	-29.87

Not: Sonuçlar 10 örneğin ortalamasını yansıtmaktadır.



Şekil 4.7. Sarıçam odunu deney örneklerinin doğal yaşlandırma öncesi ve doğal yaşlandırma sonrası yapışma direnci değerleri

Çizelge 4.17 ve Şekil 4.7 incelendiğinde aşağıdaki bulgular elde edilmiştir:

1. Doğal yaşlandırma öncesi en yüksek yapışma direnci değeri 4.74 N/mm^2 ile kontrol örneğinde elde edilirken; en düşük yapışma direnci değeri 3.28 N/mm^2 ile WCX-8 ile işlem gören deney örneklerinde elde edilmiştir.
2. Vernikleme öncesi empenye işlemi, deney örneklerinin yapışma direnci değerlerinde belli düzeyde düşüşe sebep olmuştur.
3. Doğal yaşlandırma işlemi sonunda tüm deney örneklerinin yapışma direnci değerlerinde düşüşler gözlemlenmiştir.
4. Doğal yaşlandırma sonrası vernikleme öncesi empenye işlemi, deney örneklerinin yapışma direncini olumsuz yönde etkilemiştir.
5. Doğal yaşlandırma sonrası, yapışma direncinde en fazla azalma % 46.62 ile WCX-8 +SV ile işlem gören deney örneklerinde gözlemlenirken; en düşük azalma %21.02 ile PV ile işlem gören deney örneklerinde belirlenmiştir.

Sarıçam odunu deney örneklerinin yapışma direnci değişim (%) değerlerine ilişkin elde edilen varyans analizi sonuçları Çizelge 4.18’de verilmiştir.

Çizelge 4.18. Sarıçam odunu deney örneklerinin yapışma direnci değişim (%) değerlerine ilişkin elde edilen varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Hesap	Önem Düzeyi %5
Faktör A	1183.88	5	236.77	405.68	0.000
Hata	7.00	12	0.58		
Toplam	18915.56	18			

Faktör A: Gruplar (Emprenye maddeleri ve vernikler)

Yapışma direnci değişim (%) değerlerinin varyans analizi sonuçları incelendiğinde, doğal yaşlandırma sonrası yapışma direnci değişim (%) değerleri $p \leq 0,05$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Yapışma direnci değişim (%) değerlerine ilişkin elde edilen Duncan testi sonuçları Çizelge 4.19’da verilmiştir.

Çizelge 4.19. Yapışma direnci değişim (%) değerlerine ilişkin elde edilen Duncan testi sonuçları

Gruplar	Ortalamalar	
	X (Ortalama %'lik değişim)	HG
SV	30.59	C
PV	21.02	E*
CAC-500-SV	35.03	B
CAC-500-PV	25.15	D
WCX-8-SV	46.62	A
WCX-PV	29.87	C

DUNCAN: 0.050 X: Ortalama HG: Homojenlik Grubu, *En düşük düzeyde yapışma direnci değişim değerini (%) gösteren grup, Aynı harfi taşıyan gruplar arasında istatistiksel olarak fark yoktur.

Sarıçam odunu deney örneklerinin Duncan test sonucu incelendiğinde yapışma direnci değişim (%) değerlerine göre, vernikleme öncesi emprenye maddeleri ile işlem gören sarıçam odunu deney örnekleri ile, sadece vernikleme işlemine tabi tutulan deney örneklerinin farklı homojenlik grubunda olduğu tespit edilmiştir.

4.2.4. Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odunu deney örneklerinin renk değişim değerlerine ilişkin elde edilen bulgular

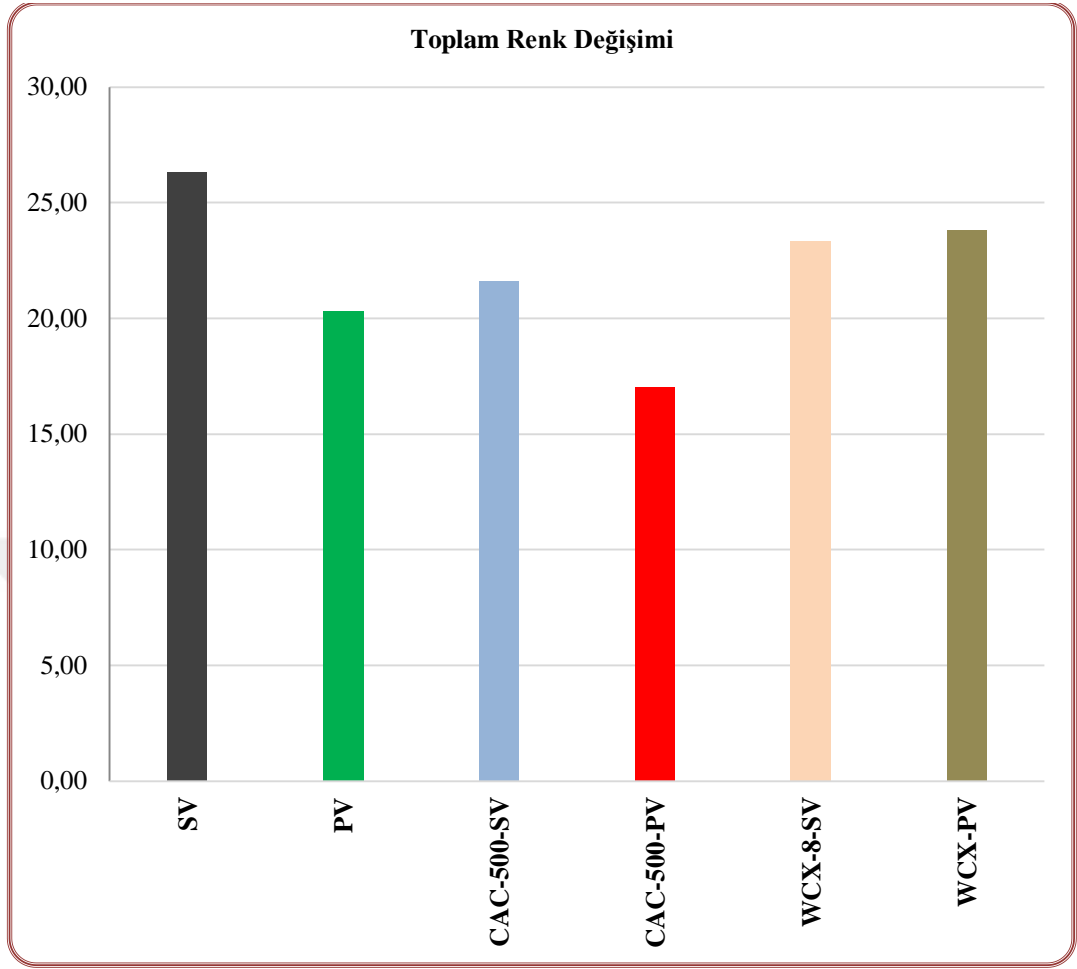
Bakırlı esaslı emprenye maddelerinden CAC-500 ve WCX-8'in %2'lik sulu çözeltileriyle emprenye edilen ve daha sonra SV ve PV ile verniklenen sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odunu deney örneklerinin Muğla yöresi iklim koşullarında doğal yaşlandırma öncesi ve 6 ay doğal yaşlandırma sonrası L^* , a^* ve b^* değerleri ile ΔL^* , Δa^* ve Δb^* değerleri ve toplam renk değişimi göstergesi olan ΔE^* değerleri Çizelge 4.20'de ve toplam renk değişimleri Şekil 4.8'de gösterilmiştir.



Çizelge 4.20. Sarıçam odunu deney örneklerinin doğal yaşlandırma öncesi ve doğal yaşlandırma sonrası renk değerleri

Emprenye maddeleri ve vernikler	Doğal yaşlandırma öncesi renk değerleri						Doğal yaşlandırma sonrası renk değerleri						Doğal yaşlandırma sonrası renk değerleri değişimi			
	L_i^*		a_i^*		b_i^*		L_s^*		a_s^*		b_s^*		ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*
	Ort.	St. sp.	Ort.	St. sp.	Ort.	St. sp.	Ort.	St. sp.	Ort.	St. sp.	Ort.	St. sp.				
SV	70.57	0.75	9.71	0.66	36.11	1.49	50.55	2.30	20.67	1.32	49.18	1.29	-20.02	10.96	13.07	26.30
PV	66.83	1.83	9.60	1.45	39.19	3.32	48.82	2.95	18.98	0.94	38.72	3.26	-18.01	9.38	-0.47	20.31
CAC 500 + SV	44.94	3.98	3.78	0.28	31.91	3.78	29.38	2.65	18.60	1.13	29.92	2.44	-15.56	14.82	-1.99	21.58
CAC 500 + PV	40.72	3.54	3.43	0.98	27.25	2.20	31.03	1.90	12.56	0.67	16.61	1.16	-9.69	9.13	-10.64	17.04
WCX-8 + SV	48.25	1.27	2.72	0.50	32.48	1.89	31.59	3.38	19.01	0.99	31.44	1.70	-16.66	16.29	-1.04	23.32
WCX-8 + PV	41.58	4.91	3.98	1.45	31.64	2.49	28.99	1.41	12.77	1.03	13.44	1.51	-12.59	8.79	-18.20	23.81

Not: Sonuçlar 10 örneğin ortalamasını yansıtmaktadır. St.Sp.: Standard sapma, Ort.: Ortalama.



Şekil 4.8. Sarıçam odunu deney örneklerinin doğal yaşlandırma sonrası toplam renk değişimleri

Çizelge 4.20 ve Şekil 4.8 incelendiğinde aşağıdaki bulgular elde edilmiştir:

1. Doğal yaşlandırma öncesi en yüksek L^* değeri 70.57 ile SV ile işlem gören deney örneklerinde elde edilirken; en düşük L^* değeri 40.72 ile CAC-500+PV ile işlem gören deney örneklerinde gözlemlenmiştir.
2. Vernikleme öncesi emprenye işlemi deney örneklerinin L^* değerlerinde düşüşe sebep olmuştur.
3. Doğal yaşlandırma öncesi en yüksek a^* değeri 9.71 ile SV ile işlem gören deney örneklerinde gözlemlenirken; en düşük a^* değeri 2.72 ile WCX-8+ SV ile işlem gören deney örneklerinde belirlenmiştir.

4. Doğal yaşlandırma öncesi en yüksek b^* değeri 39.19 ile PV ile işlem gören deney örneklerinde gözlemlenirken; en düşük b^* değeri 27.25 ile CAC-500+PV ile işlem gören deney örneklerinde belirlenmiştir.

5. Doğal yaşlandırma sonrası tüm deney örneklerinin L^* değerlerinde düşüş gözlemlenmiştir.

6. Doğal yaşlandırma sonrası tüm deney örneklerinin pozitif a^* değerleri vermesi deney örneklerinin kırmızılaşma eğiliminde olduğunu göstermiştir.

7. Doğal yaşlandırma sonrası, SV ile işlem gören deney örnekleri dışında tüm deney örnekleri negatif b^* değerleri vermiştir. Buna göre, SV ile işlem gören deney örneklerinde sarılaşma, diğer deney örnekleri mavileşme eğilimi göstermişlerdir.

8. Doğal yaşlandırma sonrası toplam renk değişim en düşük CAC-500+PV ile işlem gören deney örneklerinde 17.04 ile elde edilirken; en yüksek renk değişimi 26.30 ile SV ile işlem gören deney örneklerinde gözlemlenmiştir.

Sarıçam odunu deney örneklerinin toplam renk değişim değerlerine ilişkin elde edilen varyans analizi sonuçları Çizelge 4.21’de verilmiştir.

Çizelge 4.21. Sarıçam odunu deney örneklerinin toplam renk değişim değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Hesap	Önem Düzeyi %5
Faktör A	153.36	5	30.67	2.76	0.049
Hata	133.25	12	11.10		
Toplam	9046.19	18			

Faktör A: Gruplar (Emprenye maddeleri ve vernikler)

Sarıçam odunu deney örneklerinin toplam renk değişim değerlerinin varyans analizi sonuçları incelendiğinde, doğal yaşlandırma sonrası toplam renk değişim değerleri $p \leq 0,05$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Toplam renk değişim değerlerine ilişkin Duncan testi sonuçları Çizelge 4.22’de verilmiştir.

Çizelge 4.22. Toplam renk değişim değerlerine ilişkin Duncan testi sonuçları

Gruplar	Ortalamalar	
	X (Ortalama %'lik değişim)	HG
SV	26.30	A
PV	20.31	AB
CAC-500-SV	21.58	AB
CAC-500-PV	17.04	B*
WCX-8-SV	23.32	AB
WCX-PV	23.81	A

DUNCAN: 0.050 X: Ortalama HG: Homojenlik Grubu, *En düşük düzeyde renk değişimi gösteren grup, Aynı harfi taşıyan gruplar arasında istatistiksel olarak fark yoktur.

Sarıçam odunu deney örneklerinin Duncan testi sonucu incelendiğinde toplam renk değişim değerlerine göre, vernikleme işlemi öncesi emprenye edilen deney grupları ile, yalnızca verniklenen deney gruplarının aynı homojenlik grublarında yer aldığı görülmektedir.

5. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Tartışma ve Sonuçlar

5.1.1. Sertlik

Baysal ve diğ. (2017), Vacsol aqua, imersol aqua ve CCB ile emprenye ettikleri sarıçam odunu deney örneklerinin doğal hava koşullarında sertlik değerlerini araştırmışlardır. Çalışma sonuçlarına göre, doğal yaşlandırma sonrası emprenye edilen deney örneklerinin sertlik değerleri, kontrol örneğine kıyasla daha yüksek değerler vermiştir. Yalınkılıç ve diğ. (1999), kestane ve sarıçam odunu deney örneklerine vernikleme işlemi öncesi, bakır içerikli CCB ile emprenye işlemi uygulamışlar ve Trabzon'da doğal yaşlandırma sonrası deney örneklerinin sertlik değerlerini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda; vernikleme öncesi emprenye edilen deney örneklerinin sertlik değerleri, sadece verniklenen deney örneklerine kıyasla daha yüksek değerler verdiğini gözlemlemişlerdir. Tez çalışmasında elde edilen bulgular, Baysal ve diğ. (2017) ve Yalınkılıç ve diğ. (1999) ile uyum göstermektedir.

5.1.2. Parlaklık

Baysal ve diğ. (2013), vernikleme öncesi çeşitli bakır esaslı emprenye maddeleriyle muamele ettikleri sarıçam odunu deney örneklerinin parlaklık değerlerini araştırmışlardır. Çalışma sonuçlarına göre; vernikleme öncesi emprenye işlemine tabi tutulan sarıçam odunu deney örneklerinin parlaklık değerlerindeki düşüşler, sadece verniklenen deney örneklerine oranla daha düşük düzeyde gerçekleşmiştir. Benzer bir çalışmada, Türkoğlu ve diğerleri (2015), bakır içerikli emprenye maddelerinden ADKD-5 ve Tanalith-E ile ön emprenye işlemi uygulanan, daha sonra poliüretan ve sentetik vernik ile vernikleme işlemi yapılan kayın ve sarıçam odunu deney örneklerini 6 ay boyunca Muğla iklim koşullarında doğal yaşlandırmaya maruz

bıraktıktan sonra deney örneklerinin parlaklık değerlerinde meydana gelen değişimi gözlemlenmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre; vernikleme işlemi öncesi empenye edilen deney örneklerinin parlaklık değerlerindeki azalma, sadece verniklenen deney örneklerine kıyasla daha düşük düzeyde gerçekleşmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar, Baysal ve diğ. (2013) ve Türkoğlu ve diğ. (2015) ile uyum arz etmektedir.

5.1.3. Renk

Can (2018), doğal yaşlandırmaya maruz bırakılan sarıçam odunu kontrol örneklerinin koyulaştığı ve L^* değerinin düştüğünü gözlemlenmiştir. Çalışmada renk parametrelerinden a^* değerleri empenyeli örneklerde artarken; kontrol örneklerinde ise düşüş göstermiştir. b^* değerlerinde ise genel olarak düşüş gözlenmiş ve empenyeli deney örneklerinin renk değişimi, kontrol örneğine göre daha düşük düzeyde gerçekleşmiştir. Çalışmamızda, doğal yaşlandırma sonrası kontrol ve deney örneklerinin L^* değerinin düştüğü, a^* değerlerinin kontrol örneğinde düştüğü, empenyeli deney örneklerinde arttığı, b^* değerlerinde düşüş gözlemlendiği ve toplam renk değişiminin empenyeli deney örneklerinde kontrol örneğine göre daha düşük çıktığı tespit edilmiştir. Çalışmada ayrıca, sarıçam odunu deney örneklerinin doğal yaşlandırma sonrası toplam renk değişimi (ΔE^*) değerlerine göre; empenye maddelerinin toplam renk değişimini azalttığı ve odunun rengini koruduğu tespit edilmiştir. Keskin ve diğ. (2009), borlu bileşiklerin odunun yüzeyini bozmadığını, renk ve deseninin değişimini azalttığını, tekstürünü koruduğunu ifade etmişlerdir. Baysal (2008), vernikleme öncesi CCB ile empenye ettiği sarıçam odunu deney örneklerinin Muğla yöresi doğal iklim koşullarında renk stabilitesi değerlerini araştırmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre vernikleme öncesi CCB ile empenye edilen deney örneklerinin, sadece verniklenen deney örneklerine kıyasla daha iyi renk stabilitesi sağladığını bildirmiştir. Türkoğlu ve diğ. (2015), Doğu kayını ve sarıçam odununu poliüretan vernik ve sentetik vernik ile vernikleme öncesi bakırlı bileşiklerden adolit KD-5 ve tanalith-E ile empenye yaptıktan sonra Muğla açık hava koşullarında renk stabilitesini araştırmışlardır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre; vernikleme işlemi öncesi bakır bileşikli empenye maddeleri ile

işlem gören deney örneklerinin, emprenye uygulanmayan deney örneklerine göre renk stabiliteleri bakımından daha iyi sonuçlar vermiş olduğu, dolayısıyla emprenye işleminin odunda daha iyi renk stabilitesi sağladığını bildirmişlerdir. Tez çalışmasında elde edilen sonuçlar; Can (2018), Keskin ve diğ. (2009), Baysal (2008) ve Türkoğlu ve diğ. (2015) tarafından yapılan çalışmaların sonuçlarıyla uyum göstermiştir.

5.1.4. Yapışma

Peker (1997), Vernikleme öncesi emprenye işleminin doğal yaşlandırma sonrası sarıçam odunu deney örneklerinin yapışma direncine etkisini araştırmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre; deney örneklerinin yapışma direnci değerleri Duncan test analizine göre farklılık göstermemiştir. Ancak yapışma direnci bakımından en yüksek değeri Tanalith CBC+PV'li deney örneği vermiştir. Çalışmamızın bulgularına göre, doğal yaşlandırma öncesi, vernikleme işleminden önce emprenye edilen deney örneklerinin yapışma direnci değerleri, sadece verniklenen deney örneklerine kıyasla daha düşük değerler vermiştir. Bu durum emprenye maddelerinin odun yüzeyinde pürüzlülüğü artırarak yapışma direncini olumsuz etkilemesinden kaynaklanabilir. Doğal yaşlandırma sonrası da aynı şekilde vernikleme öncesi emprenye edilen deney örneklerinin yapışma direnci değerleri, sadece verniklenen deney özelliklerine kıyasla daha düşük düzeyde gerçekleşmiştir. Bu amaçla tez çalışmasından elde edilen sonuçlar Peker (1997) ile uyum arz etmemiştir. Sönmez (1989), mobilya üst yüzeylerinde kullanılan verniklerin mekanik, fiziksel ve kimyasal etkilere karşı dayanıklılıklarını incelediği çalışmasında poliüretan verniğin yapışma direnci bakımından en iyi sonucu verdiğini belirtmiştir. Bu araştırmanın bulgularıyla uyumlu olarak, tez çalışmasında da poliüretan vernik en yüksek yapışma direnci değerlerini vermiştir.

5.2. Öneriler

Çalışma sonuçlarına göre; bakır içerikli emprenye maddeleri ile emprenye edilen sarıçam odunu deney örneklerinin, doğal yaşlandırma sonrasında kontrol örneğine kıyasla renk, parlaklık ve sertlik gibi fiziksel özellikler açısından daha olumlu sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Benzer şekilde vernikleme işlemi öncesi emprenye edilen deney örnekleri de yapışma direnci dışında incelenen fiziksel özellikler açısından sadece verniklenen deney örneklerine kıyasla doğal yaşlandırma sonrası daha olumlu sonuçlar vermiştir.

Çalışmanın birinci bölümünde, bakır içerikli kimyasal maddelerle işlem gören sarıçam odunu deney örneklerinin Muğla yöresi iklim koşullarında sertlik, parlaklık ve renk gibi fiziksel özellikleri araştırılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre; emprenye edilen sarıçam odunu deney örnekleri emprenyesiz kontrol örneğine kıyasla, incelenen özellikler açısından daha olumlu sonuçlar vermiştir. Çalışmada Celcure AC-500 maddesi incelenen fiziksel özellikler açısından en olumlu sonuçların alındığı emprenye maddesi olmuştur.

Çalışmanın ikinci bölümünde sadece vernik ve vernikleme işlemi öncesi bakır esaslı empreye maddeleri işlem gören sarıçam odunu deney örneklerinin sertlik, parlaklık, renk ve yapışma özellikleri incelenmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre vernikleme öncesi emprenye işlemi, yapışma direnci dışında incelenen parametreler açısından daha olumlu sonuçlar vermiştir. Doğal yaşlandırma sonrası elde edilen verilere göre, CAC-500+PV sertlik, renk ve parlaklık değeri bakımından en iyi sonuçların alındığı emprenye ve vernik türü olmuştur. Çalışmada doğal yaşlandırma sonrası vernikleme öncesi emprenye işlemi deney örneklerinin yapışma direnci değerlerinde düşüşe sebep olmuştur. Çalışmada doğal yaşlandırma sonrasında PV ile işlem gören deney örnekleri, genellikle SV ile işlem gören deney örneklerine kıyasla daha olumlu sonuçlar vermiştir.

Elde edilen sonuçlara göre, sarıçam odunun doğal koşullar altında emprenye edilerek kullanılması dayanım süresinin uzatılması ve kendinden beklenen performans özelliklerinin geliştirilebilmesi açısından emprenye edilerek kullanılması ve emprenye maddesi olarak Celcure AC-500 emprenye maddesinin kullanılması

önerilebilir. Bunun yanında, dış ortam koşullarında ağaç malzemenin performans özelliklerinin geliştirilmesi amacıyla vernikleme öncesi emprenye edilmesi ve emprenye maddesi olarak da Celcure AC-500'in seçilmesi uygun olacaktır. Bununla birlikte; vernikleme işlemi öncesi emprenye işlemi hem doğal yaşlandırma öncesi hem de doğal yaşlandırma sonrası deney örneklerinin yapışma direnci değerlerinde düşüşe sebep olmuştur. Ayrıca dış ortam koşullarında poliüretan verniklerin kullanılmasının uygun olacağı söylenebilir.



KAYNAKLAR

- Anderson, E.L., Pawlak, Z., Owen, N.L. ve Feist, W.C. (1991) Infrared studies of wood weathering, *Applied Spectros*, 45: 641-647.
- Agnes, R. ve R.A. Young (1999) Reduction of weathering degradation of wood through plasma-polymer coating, *Hozforschung*, 53: 632-640.
- Anonim, (03.01.2017) <http://www.gorgoda.com/poliuretan-vernik.html>.
- Aslan, S. (1998) *Ağaç zararlıları koruma ve emprenye teknikleri*, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara, 81-104.
- ASTM–D 2244., (2007) “*Standard practice for calculation or color tolerances and color differences from instrumentally measured color coordinates*”, ASTM Standards, ABD.
- ASTM D 2244-02., (2003) “*Standard practice for calculation of color tolerances and color differences from instrumentally measured color coordinates*”, American Society for Testing and Materials, 450-457.
- ASTM D-4541., (1995) “*Standard test method for pull-of strength of coatings using portable adhesion testers*”, American Society for Testing and Materials, 256-259.
- ASTM-D 1413-07., (2007) “*Standard test method of testing wood preservatives by laboratory soilblock cultures*”, ASTM, USA, 1-9.
- ASTM D 3023 (1998) *Standard practice for determination of resistance of factory applied coatings on wood products of stain and reagents*. American Society for Testing and Materials: West Conshohocken, PA, USA, 3 pages.
- Aşçı, T. (2016) *Emprenye maddesi olarak kullanılan borlu bileşiklerin performans özelliklerinin modifikasyonu*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara, 167s.
- Atar, M. (1999) *Renk açıcı kimyasal maddelerin ağaç malzemedeki üst yüzey işlemlerine etkileri*, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara, 148s.
- Atar, M. (2007) PVAC tutkalında viskozite değişiminin bazı ağaç malzemelerde yapışma direncine etkileri, *Politeknik Dergisi*, 10 (1): 85-91.
- Baysal, E., Sonmez, A., Colak, M., ve Toker, H. (2006) Amount of leachant and water absorption levels of wood treated with borates and water repellents. *Bioresource Technology*, 97(18): 2271-2279.
- Baysal, E., Sönmez, A., Gökteş, O., Demirci, Z., Çolak, M., Özen, E. ve Çolak, A.M. Muğla (2007) *Çeşitli üst yüzey işlem maddelerinin hızlandırılmış-yaşlandırma (accelerated-weathering) metoduyla fiziksel ve biyolojik performanslarının belirlenmesi ve performans özelliklerinin iyileştirilmesi*, Muğla Üniversitesi Bilimsel Araştırma Birimi Projesi.
- Baysal, E. (2008) Some physical properties of varnish coated wood preimpregnated with copper-chromated boron (CCB) after 3 months of weathering exposure in Southern Egean Sea region. *Wood Research*, 53(1): 43-54.

- Baysal, E., Tomak, E.D., Özbey, M. ve Altın, E. (2013) Surface properties of impregnated and varnished scots pine wood after accelerated weathering, *Coloration Technology*, 130: 140-146.
- Baysal, E. (2017) Weathering properties of scots pine treated with some chemicals, *Wood Research*, 62(5): 737-750.
- Beatty, L. ve Penboss, I. (1993) *Surface coatings raw materials and their usage*, Chapman And Hall Publications, London, 610 s.
- Berkel, A. (1970) *Ağaç malzeme teknolojisi, 1. cilt*, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul, 592s.
- Berkel, A.,(1972) *Ağaç malzeme teknolojisi cilt II: ağaç malzemenin korunması ve emprenye tekniği*, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul, 386s.
- Bozkurt, Y. ve Erdin, N. (1995) *İğne yapraklı ve yapraklı ağaç odunlarında tanım özellikleri*, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- Bozkurt, Y., Erdin, N. ve Ünlügil, H. (1995) *Odun patolojisi ders kitabı*, İstanbul Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul, 398s.
- Bozkurt, Y., Göker, Y. ve Erdin, N. (1993) *Emprenye tekniği*, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul, 425 s.
- Bozkurt, A.Y. ve Göker, Y. (1996) *Fiziksel ve mekanik ağaç teknolojisi*, İstanbul Üniversitesi Yayınları, İstanbul,
- Bozkurt, A.Y. ve Erdin, N. (1997) *Ağaç teknolojisi ders kitabı*, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul, 372s.
- Bravery, A.F., Dobbs, A.J., Laidlaw, R.A. ve Miller, E.R. (1981) Research in wood protection at the Princes Risborough Laboratory 1979 and 1980. *Record of the Annual British Wood Preserving Association Convention*, (pp. 3-11).
- Banks, W.B., ve Miller, E.R. (1982) Chemical aspects of wood technology sweden. *Forest Products Journal*, 11(4), 57-64.
- Budağcı, M., & Sertlik, A.V.K.K. (1997) *Parlaklık ve yüzeye yapışma mukavemetine etkileri*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara, 68s.
- Derbyshire, H., ve Miller, E.R. (1981) The photodegradation of wood during solar irradiation. *Holz als Roh-und Werkstoff*, 39(8): 341-350.
- Desch, H.E., Dinwoodie, J.M., (1996) *Timber: structure, properties, conversion and use*, 7. baskı, MacMillan, New York, 306s.
- Dhamodaran, T.K., ve Gnanaharan, R. (2007) Boron impregnation treatment of Eucalyptus grandis wood. *Bioresource Technology*, 98(11), 2240-2242.
- Erten, A.P., Sözen, M.R., (1995) *Karakavak (populus nigra 56/52) ve melez kavak (populus euroamericana 1.214) odununun çeşitli yöntemlerle emprenyesi*, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, 27-50 s., Ankara.
- Erdin, N. (2009) *Ahşap konservasyonu*, İstanbul Üniversitesi Yayınları, İstanbul.

- Feist, W.C. (1979) Protection of wood surfaces with chromium trioxide', Research Paper FPL 339. *US Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, Madison, WII.*
- Feist, W.C., ve Hon, D.N.S. (1984) Chemistry of weathering and protection. *The Chemistry Of Solid Wood*, 207, 401-451.
- Feist, W.C. (1990) Weathering performance of painted wood pretreated with water-repellent preservatives. *Forest Products Journal*, 40(7/8), 21-26.
- Feist, W.C., ve Williams, R.S. (1991) Weathering durability of chromium-treated southern pine. *Forest Prod Journal*, 41(1), 8-14.
- Feist, W.C., ve Ross, A.S. (1995) Performance and durability of finishes on previously coated CCA-treated wood. *Forest Products Journal*, 45(9), 29-36.
- Günay, R., (2007) *Geleneksel ahşap yapılar sorunları ve çözüm yolları*, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- Gür, İ., (2003) *Emprenye işleminin sarıçam ve kızılçamın bazı mekanik ve fiziksel özelliklerine etkilerinin belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara, 56s.
- Hon, D.N., (1983) Weathering reactions and protection of wood surfaces, *Journal of Applied Polymer Science*, 37: 845-864.
- Hu, X.P., Appel, A.G., Oi, F.M., ve Shelton, T.G., (2001) *IPM tactics for subterranean termite control*, Alabama Cooperative Extension System, July 2001, ANR- 1022.
- ISO 7724-2 (1984) “*Paints and varnishes, colorimetry—part 2: color measurement*”, ISO Standard,.
- Jin, L., Archer, K. ve Preston, A. (1991) *Surface characteristics of wood treated with various AACs, ACQ and CCA formulations after weathering*, Int. Res. Group on Wood Pres., Doc No. IRG/WP/2369.
- Kartal, S.N., ve Imamura, Y. (2004) Borlu bileşiklerin emprenye maddesi olarak ağaç malzeme ve kompozitlerde kullanımı, *II. Uluslararası Bor Sempozyumu*, Eylül, Eskişehir, Bildiriler Kitabı II, 333-338.
- Köse, C. (2000) *Esmer çürüklük mantarlarının (basidiomycetes) odunun fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, 113s.
- Kurtoğlu, A. (2000) *Ağaç malzeme yüzey işlemleri*, İ.Ü. Orman Fakültesi, İstanbul,
- Keskin, H., Atar, ve M., Ketizmen, A. (2009) Impacts of impregnation with boric acid and borax on the red colour tone of some hardwoods and varnishes, *African Journal of Biotechnology*, 8(16), 3958-3963.
- Liu, R. (1997) *The influence of didecyldimethylammonium chloride treatment on wood weathering*, (Ph.D Thesis), The University of British Columbia, Canada.
- Miller, E.R. (1980) Exterior wood stains. *Exterior wood stains.*, (IRG/WP/3135).

- Örs, Y., Atar, M. ve Peker, H. (1999) Bazı emprenye maddelerinin sarıçam ve doğu kayını odunlarının yoğunluklarına etkileri. *Tübitak, Doğa Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi*, 23(5), 1169-1179.
- Örs, Y. ve Keskin, H. (2001) *Ağaç malzeme bilgisi*, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 183s.
- Örs, Y., ve Keskin, H. (2008) *Ağaç malzeme teknolojisi*. Gazi Kitabevi, Ankara, 199s.
- Panshin, A.J. ve Brown, H.P. (1964) *Textbook of wood technology*, McGraw-Hill, United Kingdom.
- Peker, H. (1997) *Mobilya üst yüzeylerinde kullanılan verniklere emprenye maddelerinin etkileri*, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, 116s.
- Potter, M.F. (2010) Bugs without borders: defining the global bed bug resurgence. *Pestworld*, 8-20.
- Raczkowski, J., (1980) *Seasonal effects on the atmospheric corrosion of spruce micro section*, Holz als-Roh Und Werkstoff, 38: 231-234
- Rose, A.S., ve Feist, W.C. (1992) The effects of CCA-treated wood on the performance of surface finishes. In *Proceedings... annual meeting-American Wood-Preservers' Association (USA)*.
- Ross, A.S., Feist, W.C., (1992) *The effects of CCA-treated wood on the performance of surface finishes*, American Wood Preservers' Association Annual Meeting, Seattle, W.A.
- Sell, J., Feist, W.C., (1986) Role of denstiy in the erosion of wood during weathering, *Forest Products Journal*, 57-60.
- Scott, G.A. (1968) *Deterioration and preservation of timber in building*, Longmans, Wisconsin, 148s.
- Sönmez, A. (1989) *Ağaçtan yapılmış mobilya üst yüzeylerinde kullanılan verniklerin önemli mekanik, fiziksel ve kimyasal etkilere karşı dayanıklılıkları*, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara, 142s
- Sönmez, A. ve Budakçı, M. (2001) Tahta koruyucunun dış cephe verniklerinin yapışma direncine etkisi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 14(2), 305-314.
- Sönmez, A. (2003) *Ağaç işlerinde üst yüzey işlemleri 2. cilt ders notları*, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Ankara.
- Sönmez, A. ve Budakçı, M. (2004) Ağaç işlerinde üst yüzey işlemleri II. koruyucu katman ve boya/vernik sistemleri. *Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Ankara*.
- Sönmez, A., (2005) "Üst yüzey işlemleri I", Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Düzeltilmiş ve genişletilmiş II. Baskı, Ankara, 132.
- Stamm, A.S. (1978) Wood and coating. *Wood and Cellulose Science*, 120, 45-47.

- Sudiyani, Y., Ryu, J.Y., Hattori, N. ve Imamura, Y. (2001) Phenolic resin treatment of wood for improving weathering properties. *High-performance utilization of wood for outdoor uses. Wood Research Inst, Kyoto Univ*, 85-96.
- Şanıvar, N. (1978) Ağaç işleri üst yüzey işlemleri, Milli Eğitim Basımevi.
- Şen, S. (2001) *Bitki fenollerinin odun koruyucu etkinliklerinin belirlenmesi*, Doktora Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Zonguldak.
- TS EN-24624, (1996) “Boya ve vernikler – çekme deneyi”, T.S.E., Ankara, 1-13.
- Tsoumis, G. (1991) *Science and technology of wood: structure, properties, utilization*, Van Nostrand Reinhold, New York, 491s.
- Temiz, A. (2005) *Benzetilmiş dış hava koşullarının emprenyeli ağaç malzemeye etkileri*, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, 228s.
- Temiz, A., Gezer, E.D., Yıldız, U.C., ve Yıldız, S. (2008) Combustion properties of alder (*Alnus glutinosa* L.) Gaertn. subsp. *barbata* (CA Mey) Yalt.) and southern pine (*Pinus sylvestris* L.) wood treated with boron compounds, *Construction and Building Materials*, 22(11), 2165-2169.
- Turkoglu, T., Baysal, E., ve Toker, H. (2015) The effects of natural weathering on color stability of impregnated and varnished wood materials. *Advances in Materials Science and Engineering*, 2015:1-9.
- Ustun, S., Baysal, E., Turkoglu, T., Toker, H., Sacli, C. ve Peker, H. (2016). Surface characteristics of scots pine treated with chemicals containing some copper compounds after weathering. *Wood Research*, 61(6), 903-914.
- Yalınkılıç, M.K. (1990), *Odun zararlıları I. bölüm*, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, No: 39, Trabzon, 258 s.
- Yalınkılıç, M.K., Baysal, E., ve Demirci, Z. (1997) Bazı borlu bileşiklerin ve su itici maddelerin kızılçam odununun yanma özelliklerine etkileri. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 21, 423-431.
- Yalınkılıç, M.K., İlhan, R., Imamura, Y., Takahashi, M., Demirci, Z., Yalınkılıç, A.C. ve Peker, H. (1999) Weathering durability of CCB-impregnated wood for clear varnish coatings, *Journal Of Wood Science*, 45: 502-514.
- Yakın, M. (2001) *Su bazlı verniklerde sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma mukavemetinin tespiti*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara, 56s.
- Yıldız, Ü.C. (2005) *Odun koruma basılmamış ders notları*, KTÜ Orman Endüstri Müh. Bölümü, Trabzon.
- Yıldız, S. ve Yıldız, Ü.C., (2010) *Mikoloji laboratuvar teknikleri yüksek lisans basılmamış ders notları*, KTÜ Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Trabzon
- Zhang, J., Kamdem, D.P. ve Temiz, A. (2009) Weathering of copper-amine treated wood, *Applied Surface Science*, 256: 842-846.
- Wicks, Z., Jones E. ve Pappas, S. (1989) *Organic coatings science and technology*, Wiley Interscience Publication, USA, 722s.
- Williams, R.S. (1987) Acid effects on accelerated wood weathering, *Forest Products Journal*, 37:37-38.

Williams, R. ve Feist, W.C. (1993) Durability of paint or solid color stain applied to preweathered wood, *Forest Products Journal*, 43: 1–5.

Winandy, J.E. ve Morell, J.J. (1990) Protection of wood design in adverse environments, *In: Proceedings of I. Forest Product*, 354-359.



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler:

Adı, soyadı : Süleyman ÜSTÜN
Cinsiyet : Erkek
Uyruk : T.C.
Doğum yeri : Tekkeköy / SAMSUN
Doğum tarihi : 10.03.1990
Medeni hali : Evli
Askerlik Durumu: Yedek Subay olarak yaptı.
Tel : 0545 318 45 25
E-Posta : slymnustun@yahoo.com

Eğitim Bilgileri:

- ❖ Ali Emine Kahvecioğlu Endüstri Meslek Lisesi, Mobilya ve Dekorasyon Bölümü, 2003-2006
- ❖ Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Bölümü 2008-2012
- ❖ Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı 2014-2019

İş Tecrübesi:

- ❖ Yozgat /Çekerek Şehit Mehmet Ünver Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi, Mobilya ve İç Mekân Tasarımı öğretmeni, 2016-2017
- ❖ Marmaris Mesleki Eğitim Merkezi, Mobilya ve İç Mekân Tasarımı öğretmeni, 2017-2018
- ❖ Marmaris Söğüt Vacide Tugay Ortaokulu Müdür Yardımcısı 2018-...

Bilgisayar Bilgisi:

- ❖ İyİ derece internet ve bilgisayar kullanımını,
- ❖ Microsoft Office programları,
- ❖ AutoCAD,
- ❖ Photoshop,
- ❖ Adeko programı kullanım bilgisine sahiptir.

Yabancı Dil :

- ❖ İngilizce

Yaptığı Çalışmalar:

- ❖ Ustun, S., Baysal, E., Turkoglu, T., Toker, H., Sacli, C. ve Peker, H. (2016). Surface Characteristics of Scots Pine Treated With Chemicals Containing Some Copper Compounds After Weathering. Wood Research, 61(6), 903-914.