



**T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

MOBİLYA VE DEKORASYON EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

**AÇIK HAVA ŞARTLARINDA BIRAKILMIŞ BAZI AĞAÇ
MALZEMELERİN RENK AÇMA İŞLEMİ İLE RESTORASYONU**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MEHMET KARAMANOĞLU

MAYIS 2012

DÜZCE

T.C
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KABUL VE ONAY BELGESİ

Mehmet KARAMANOĞLU tarafından hazırlanan AÇIK HAVA ŞARTLARINDA BIRAKILMIŞ BAZI AĞAÇ MALZEMELERİN RENK AÇMA İŞLEMİ İLE RESTORASYONU isimli Lisansüstü tez çalışması, Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 21/05/2012 tarih ve 2012-160 sayılı kararı ile oluşturulan jüri tarafından Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Üye
(Tez Danışmanı)
Doç. Dr. Mehmet BUDAKÇI
Düzce Üniversitesi

Üye
Doç. Dr. Mehmet Hakan AKYILDIZ
Kastamonu Üniversitesi

Üye
Yrd. Doç. A. Cemil İLÇE
Düzce Üniversitesi

Tezin Savunulduğu Tarih : 31.05.2012

ONAY

Bu tez ile Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Mehmet Karamanoğlu'nun Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans derecesini almasını onamıştır.

Doç. Dr. Haldun MÜDERRİSOĞLU
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

31.05.2012

Mehmet KARAMANOĞLU

Sevgili Aileme

TEŞEKKÜR

Lisans ve yüksek lisans öğrenimim sırasında ve tez çalışmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren, her türlü desteği sağlayan danışman hocam Sayın Doç. Dr. Mehmet BUDAKÇI'ya, çalışmam boyunca desteklerini esirgemeyen Bölüm Başkanım hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Cemil İLÇE'ye, tez savunmama katılan Sayın Doç. Dr. Mehmet Hakan AKYILDIZ'a, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Bölümü'nün değerli akademisyenlerine, kıymetli tecrübelerinden faydalandığım Arş. Gör. Memiş AKKUŞ'a, Kastamonu Üniversitesi Tosya Meslek Yüksekokulu'ndaki çalışma arkadaşlarıma manevi desteklerinden dolayı sonsuz teşekkür ve saygılarımı sunarım. Beni her konuda maddi ve manevi katkılarıyla destekleyen her zaman yanımda olan aileme teşekkürü bir borç bilirim.

Mayıs 2012

Mehmet KARAMANOğLU

| | |
|--|-------------|
| TEŞEKKÜR..... | i |
| İÇİNDEKİLER..... | ii |
| ŞEKİL LİSTESİ..... | vi |
| ÇİZELGE LİSTESİ..... | viii |
| SİMGELER VE KISALTMALAR | xii |
| ÖZET | 1 |
| ABSTRACT | 2 |
| 1. GİRİŞ..... | 7 |
| 2. GENEL BİLGİLER..... | 9 |
| 2.1 AĞAÇ MALZEMELER | 9 |
| 2.1.1. Sarıçam (<i>Pinus sylvestris</i> Lipsky) Odununun Özellikleri..... | 9 |
| 2.1.1.1. Makroskopik Özellikleri..... | 9 |
| 2.1.1.2. Mikroskopik Özellikleri..... | 9 |
| 2.1.1.3. Fiziksel ve Mekanik Özellikleri | 9 |
| 2.1.1.4. İşlenme ve Kurutma Özellikleri | 10 |
| 2.1.1.5. Dayanıklılık ve Emprenye Edilebilme Özelliği | 10 |
| 2.1.1.6. Kullanış Yerleri..... | 10 |
| 2.1.2. Doğu Kayını (<i>Fagus orientalis</i> Lipsky) Odununun Özellikleri..... | 10 |
| 2.1.2.1. Makroskopik Özellikleri..... | 11 |
| 2.1.2.2. Mikroskopik Özellikleri..... | 11 |
| 2.1.2.3. Fiziksel ve Mekanik Özellikleri | 11 |
| 2.1.2.4. İşlenme ve Kurutma Özellikleri | 12 |
| 2.1.2.5. Dayanıklılık ve Emprenye Edilebilme Özelliği | 12 |
| 2.1.2.6. Kullanış Yerleri..... | 12 |
| 2.1.3. Meşe (<i>Quercus petraea</i> Lieble) Odununun Özellikleri | 12 |
| 2.1.3.1. Makroskopik Özellikleri..... | 13 |
| 2.1.3.2. Mikroskopik Özellikleri..... | 13 |
| 2.1.3.3. Fiziksel ve Mekanik Özellikleri | 13 |

| | |
|---|-----------|
| 2.1.3.4. İşlenme ve Kurutma Özellikleri | 14 |
| 2.1.3.5. Dayanıklılık ve Emprenye Edilebilme Özelliği | 14 |
| 2.1.3.6. Kullanış Yerleri | 14 |
| 2.1.4. Kestane (<i>Castanea Sativa</i> Mill) Odununun Özellikleri..... | 14 |
| 2.1.4.1. Makroskopik Özellikleri | 15 |
| 2.1.4.2. Mikroskopik Özellikleri..... | 15 |
| 2.1.4.3. Fiziksel ve Mekanik Özellikleri | 15 |
| 2.1.4.4. İşlenme ve Kurutma Özellikleri | 16 |
| 2.1.4.5. Dayanıklılık ve Emprenye Edilebilme Özelliği | 16 |
| 2.1.4.6. Kullanış Yerleri | 16 |
| 2.2. DIŞ HAVA KOŞULLARINA MARUZ BIRAKMA (WEATHERING) | 16 |
| 2.2.1. Dış Hava Koşullarının Yıkılayıcı Faktörleri | 19 |
| 2.2.1.1. Rutubet(Nem) Etkisi | 19 |
| 2.2.1.2. Güneş Işınlari Etkisi | 19 |
| 2.2.1.3. Diğer Faktörlerin Etkileri..... | 20 |
| 2.2.2. Dış Hava Koşullarının Ağaç Malzemede Değişim Özellikleri | 20 |
| 2.2.2.1. Kimyasal Değişimler..... | 20 |
| 2.2.2.2. Biyolojik Değişimler | 22 |
| 2.2.2.3. Mikroskopik Değişimler..... | 23 |
| 2.2.2.4. Makroskopik Değişimleri..... | 27 |
| 2.2.2.5. Renk Değişimleri..... | 28 |
| 2.3. RENK VE AĞAÇ MALZEMEDE RENK AÇMA | 29 |
| 2.3.1. Rengin Oluşumu | 29 |
| 2.3.1.1. Tayf (Spektrum) Renkleri | 29 |
| 2.3.1.2. Soğurmaya (Absorbsiyon) Bağlı Tamamlayıcı Renkler..... | 31 |
| 2.3.1.3. Girişim Renkleri..... | 32 |
| 2.3.2. Rengin Tanımlanması..... | 32 |
| 2.3.2.1. Munsell Renk Sistemi | 32 |
| 2.3.2.2. Doğal Renk Sistemi (<i>Natural Color System, NCS</i>) | 34 |
| 2.3.2.3. CIELab Sistemi | 35 |
| 2.3.3. Renk Açma İşlemi..... | 37 |
| 2.3.4. Renk Açma İşleminin Teknik Yönü..... | 37 |
| 2.3.5. Renk Açma İşleminin Yapılışı | 38 |

| | |
|---|-----------|
| 2.3.5.1. Ağartma ile renk açma..... | 38 |
| 2.3.5.2. Redüksiyon etkisi ile renk açma..... | 39 |
| 2.3.6. Renk Açma İşleminin Amaçları | 39 |
| 2.5. ÖLÇÜMLER..... | 40 |
| 2.5.1. Renk Ölçümü..... | 40 |
| 2.5.3.1. Gözle Renk Ölçümü | 40 |
| 2.5.3.2. Aletsel Renk Ölçümü | 41 |
| 2.5.2. Parlaklık Kavramı ve Parlaklık Ölçümü..... | 41 |
| 2.5.3. Sertlik Kavramı ve Sertlik testleri | 42 |
| 2.5.3.1. Çizilmeye Karşı Direnç Esasına Dayalı Sertlik Testleri | 43 |
| 2.5.3.2. Sert Bir Maddenin Batmasına Karşı Direnç Esasına Dayalı Sertlik Testleri | 44 |
| 2.5.3.3. Periyodik Deformasyon Karşısında Yorulma Direnci Esasına Dayalı Sertlik Testleri..... | 44 |
| 2.6. LİTERATÜR ÖZETİ..... | 46 |
| 3. MATERYAL VE METOT | 53 |
| 3.1. AĞAÇ MALZEME..... | 53 |
| 3.2. KİMYASAL RENK AÇMA MADDELERİ VE UYGULAMASI | 54 |
| 3.2.1. Hidrojen Peroksit (H ₂ O ₂) | 54 |
| 3.2.2. Sodyum hidroksit (NaOH) | 54 |
| 3.2.3. Kalsiyum Hidroksit (Ca(OH) ₂)..... | 54 |
| 3.2.4. Sodyum bisülfid (NaHSO ₃) | 54 |
| 3.2.5. Potasyum Permanganat (KMnO ₄) | 54 |
| 3.2.6. Sodyum Silikat (NaSiO ₃) | 55 |
| 3.2.7. Cuprinol Decking Restorer (H ₂ C ₂ O ₄ + C ₂ H ₄ (OH) ₂)..... | 55 |
| 3.3. DENEY YÖNTEMLERİ..... | 57 |
| 3.3.1. Sertlik Ölçümü | 57 |
| 3.3.2. Renk Ölçümü..... | 58 |
| 3.3.3. Parlaklık Ölçümü..... | 59 |
| 3.4. İSTATİSTİKİ DEĞERLENDİRME..... | 60 |
| 4. BULGULAR | 61 |
| 4.1. DOĞAL KONTROL ÖRNEKLERİ İLE YAŞLANDIRILMIŞ ÖRNEKLERİN KARŞILAŞTIRILMASI | 61 |

| | |
|--|------------|
| 4.1.1. Sertlik..... | 61 |
| 4.1.2. Parlaklık | 63 |
| 4.1.3. Kırmızı Renk Değeri (+a)..... | 65 |
| 4.1.4. Sarı Renk Değeri (+b)..... | 67 |
| 4.1.5. Işıklılık Değeri/Renk Parlaklığı (L)..... | 69 |
| 4.1.6. Toplam Renk Değişimi (ΔE) | 72 |
| 4.2.a YAŞLANDIRILMIŞ KONTROL ÖRNEKLERİ İLE YAŞLANDIRILDIKTAN SONRA RENGİ AÇILMIŞ ÖRNEKLERİN KARŞILAŞTIRILMASI | 74 |
| 4.2.1. Sertlik..... | 74 |
| 4.2.2. Parlaklık | 77 |
| 4.2.3. Kırmızı Renk Değeri (+a)..... | 79 |
| 4.2.4. Sarı Renk Değeri (+b)..... | 81 |
| 4.2.5. Işıklılık Değeri/Renk Parlaklığı (L)..... | 84 |
| 4.2.6. Toplam Renk Değişimi (ΔE) | 86 |
| 4.3. DOğAL KONTROL ÖRNEKLERİ İLE YAŞLANDIRILDIKTAN SONRA RENGİ AÇILMIŞ ÖRNEKLERİN KARŞILAŞTIRILMASI | 88 |
| 4.3.1. Sertlik..... | 88 |
| 4.3.2. Parlaklık | 91 |
| 4.3.3. Kırmızı Renk Değeri (+a)..... | 93 |
| 4.3.4. Sarı Renk Değeri (+b)..... | 95 |
| 4.3.5. Işıklılık Değeri/Renk Parlaklığı (L)..... | 98 |
| 4.3.6. Toplam Renk Değişimi (ΔE) | 100 |
| 5. SONUÇLAR | 103 |
| 5.1. DOğAL KONTROL ÖRNEKLERİ İLE YAŞLANDIRILMIŞ ÖRNEKLERİN KARŞILAŞTIRILMASI | 103 |
| 5.2. YAŞLANDIRILMIŞ KONTROL ÖRNEKLERİ İLE YAŞLANDIRILDIKTAN SONRA RENGİ AÇILMIŞ ÖRNEKLERİN KARŞILAŞTIRILMASI | 108 |
| 5.3. DOğAL KONTROL ÖRNEKLERİ İLE YAŞLANDIRILDIKTAN SONRA RENGİ AÇILMIŞ ÖRNEKLERİN KARŞILAŞTIRILMASI | 111 |
| ÖZGEÇMİŞ..... | 122 |

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

- Şekil 2.1. Yumuşak dokulu bir ağaç malzemenin kimyasal bileşenlerine örnek bir hücre duvarı. Değerler % olarak verilmiştir 17
- Şekil 2.2. Bir ağaç malzemedede dış hava koşullarında enine kesitte meydana gelen çatlaklar 18
- Şekil 2.3. UV ışığı etkisi ile selülozda 1.C ve 4.C’da radikal oluşum reaksiyonu 21
- Şekil 2.4. UV ışığı etkisi ile ligninde oluşan α -karbonil gruplar ve radikaller 22
- Şekil 2.5. Üç yüzyıl Norveç’te Kuzey Avrupa’nın soğuk iklimine maruz kalmış çamın orta lamelinin ortadan kalktığını gösteren ve traheidleri arasındaki aşınma örneği 23
- Şekil 2.6. Dış hava koşullarına 33 ay maruz kaldıktan sonra aşınmış çam ilk bahar odunu 24
- Şekil 2.7. Ladinde yıllık halka sınırında çatlağın başlaması ve çoğalması 25
- Şekil 2.8. Ladin ağacında teğet yüzeydeki yaz odununda orta lameldeki bozunma 25
- Şekil 2.9. Dış hava koşullarına maruz kalan sugi ağacı traheidlerinin enine kesit görüntüsü 26
- Şekil 2.10. 30 günlük dış hava koşullarına maruz kalan laleağacının kesitleri 26
- Şekil 2.11. Dış hava koşullarına maruz bırakılmadan önce ve Dış hava koşullarına maruz bırakıldıktan 33 gün sonra ladin ağacı yüzeyleri 28
- Şekil 2.12. Gün ışığının bir prizmadan kırılarak tek dalga boylu renklere ayrışması . 30
- Şekil 2.13. Görülebilir tayf ve mikron olarak dalga boyları 30
- Şekil 2.14. Munsell renk ağacının seyreltilmiş bir görünümü 33
- Şekil 2.15. Doğal Renk Sistemi (NCS) uzaydaki doygun renklerin gösterimi 34
- Şekil 2.16. Doğal renk sistemi NCS’nin renk uzayının, bir renk tonundaki farklı doygunluk ve ışıklılıktaki renklerin toplu görünümü 35
- Şekil 2.17. Kromatik diyagramı, belli bir ışıklılık durumundaki renk düzleminde, renklerin koordinatları x, y cinsinden nasıl ifade edileceğini göstermektedir 36
- Şekil 2.18. CIELab renk uzayının L, a ve b koordinatları ile ve bunların ifade ettiği renklerin gösterimi 37
- Şekil 2.19. Doğal ve renklendirilmiş yüzeyde ışığın yansımaları 38

| | | |
|-------------|--|-----|
| Şekil 2.20. | Üç farklı açıda parlaklık ölçümünün şematik gösterimi ve 60° de yapılan ön ölçümün ardından, asıl ölçüm açısının belirlenme kriterleri | 42 |
| Şekil 2.21. | Standart kalem sertlikleri yumuşaktan sert olana doğru sıralanması | 44 |
| Şekil 2.22. | a) Sarkaç sertliği cihazının şematik görünümü; b) Salınım boyunca iki yana “yuvarlanan” yarı küre biçimli çelik topların, yüzey işleme katmanı üzerindeki basma noktalarının değişmesinin görüntüsü..... | 45 |
| Şekil 3.1. | Deney standı | 53 |
| Şekil 3.2. | Sertlik ölçme cihazı (Shoremetre - D)..... | 57 |
| Şekil 3.3. | BYK Gardner Spektro-guide 45/0 ölçüm prensibi. | 58 |
| Şekil 3.4. | <i>CIEL</i> * <i>a</i> * <i>b</i> * renk alanı..... | 59 |
| Şekil 3.5. | BYK – GARDNER SPEKTRO-GUIDE 45/0 renk ve parlaklık ölçer cihazı. | 59 |
| Şekil 3.6. | a) Gönderilen ve algılanan ışık, b) %100 gönderilen ışık ve %10 yansıyan ışık, c) %100 gönderilen ışık ve %85 yansıyan ışık | 60 |
| Şekil 5.1. | a) Yaşlandırılmış çam örneğinden seçilen bölge b) Örnek merkezi boyunca yapılan parlaklık ölçüm grafiği c) Çatlakların parlaklıkta meydana getirdiği durum. | 104 |
| Şekil 5.2. | a) Çam doğal kontrol örneği b) Yaşlandırılmış çam örneği | 105 |
| Şekil 5.3. | a) Kayın doğal kontrol örneği b) Yaşlandırılmış kayın örneği..... | 105 |
| Şekil 5.4. | a) Meşe doğal kontrol örneği b) Yaşlandırılmış meşe örneği | 106 |
| Şekil 5.5. | a) Kestane doğal kontrol örneği b) Yaşlandırılmış kestane örneği | 107 |
| Şekil 5.6. | a) Yaşlandırılmış çam örneği b) Rengi açılmış çam örneği | 108 |
| Şekil 5.7. | a) Yaşlandırılmış kayın örneği b) Rengi açılmış kayın örneği..... | 109 |
| Şekil 5.8. | a) Yaşlandırılmış meşe örneği b) Rengi açılmış meşe örneği | 110 |
| Şekil 5.9. | a) Yaşlandırılmış kestane örneği b) Rengi açılmış kestane örneği..... | 110 |
| Şekil 5.10. | a) Çam doğal kontrol örneği b) Rengi açılmış çam örneği..... | 111 |
| Şekil 5.11. | a) Kayın doğal kontrol örneği b) Rengi açılmış kayın örneği | 112 |
| Şekil 5.12. | a) Meşe doğal kontrol örneği b) Rengi açılmış meşe örneği..... | 113 |
| Şekil 5.13. | a) Kestane doğal kontrol örneği b) Rengi açılmış kestane örneği | 113 |

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa No

| | |
|---|----|
| Çizelge 2.1. Sarıçam odununun fiziksel ve mekanik özellikleri..... | 10 |
| Çizelge 2.2. Doğu kayını odununun fiziksel ve mekanik özellikleri..... | 12 |
| Çizelge 2.3. Meşe odununun fiziksel ve mekanik özellikleri..... | 14 |
| Çizelge 2.4. Kestane odununun fiziksel ve mekanik özellikleri..... | 15 |
| Çizelge 2.5. Parlaklık değerlerinin sınıflandırılması | 42 |
| Çizelge 3.1. Renk Açmada Kullanılan Çözelti Grupları | 55 |
| Çizelge 4.1. Sertlik değeri aritmetik ortalamaları..... | 61 |
| Çizelge 4.2. Sertlik değeri varyans analizi sonuçları..... | 61 |
| Çizelge 4.3. Ağaç türü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları | 62 |
| Çizelge 4.4. Yöntem düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları | 62 |
| Çizelge 4.5. Ağaç türü-Yöntem etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları..... | 63 |
| Çizelge 4.6. Parlaklık değeri aritmetik ortalamaları..... | 63 |
| Çizelge 4.7. Parlaklık değeri varyans analizi sonuçları | 64 |
| Çizelge 4.8. Ağaç türü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları | 64 |
| Çizelge 4.9. Yöntem düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları | 64 |
| Çizelge 4.10. Ağaç türü-Yöntem etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları..... | 65 |
| Çizelge 4.11. Kırmızı renk değeri aritmetik ortalamaları..... | 65 |
| Çizelge 4.12. Kırmızı renk değeri varyans analizi sonuçları..... | 66 |
| Çizelge 4.13. Ağaç türü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları | 66 |
| Çizelge 4.14. Yöntem düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları | 66 |
| Çizelge 4.15. Ağaç türü-Yöntem etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları..... | 67 |
| Çizelge 4.16. Sarı renk değeri aritmetik ortalamaları..... | 67 |
| Çizelge 4.17. Sarı renk değeri varyans analizi sonuçları | 68 |
| Çizelge 4.18. Ağaç türü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları | 68 |
| Çizelge 4.19. Yöntem düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları | 69 |
| Çizelge 4.20. Ağaç türü-Yöntem etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları..... | 69 |
| Çizelge 4.21. Işıklılık değeri aritmetik ortalamaları..... | 70 |
| Çizelge 4.22. Işıklılık değeri varyans analizi sonuçları | 70 |
| Çizelge 4.23. Ağaç türü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları | 71 |
| Çizelge 4.24. Yöntem düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları | 71 |
| Çizelge 4.25. Ağaç türü-Yöntem etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları..... | 71 |

| | |
|---|----|
| Çizelge 4.26. Toplam renk değişimi değeri aritmetik ortalamaları | 72 |
| Çizelge 4.27. Toplam renk değişimi değeri varyans analizi sonuçları | 72 |
| Çizelge 4.28. Ağaç türü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları | 73 |
| Çizelge 4.29. Yöntem düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları | 73 |
| Çizelge 4.30. Ağaç türü-Yöntem etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları..... | 74 |
| Çizelge 4.31. Sertlik değeri aritmetik ortalamaları..... | 75 |
| Çizelge 4.32. Sertlik değeri varyans analizi sonuçları..... | 75 |
| Çizelge 4.33. Ağaç türü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları | 76 |
| Çizelge 4.34. Çözelti grubu düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları | 76 |
| Çizelge 4.35. Ağaç türü-Çözelti grubu etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları | 76 |
| Çizelge 4.36. Parlaklık değeri aritmetik ortalamaları..... | 77 |
| Çizelge 4.37. Parlaklık değeri varyans analizi sonuçları | 77 |
| Çizelge 4.38. Ağaç türü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları | 78 |
| Çizelge 4.39. Çözelti grubu düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları | 78 |
| Çizelge 4.40. Ağaç türü-Çözelti grubu etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları | 79 |
| Çizelge 4.41. Kırmızı renk değeri aritmetik ortalamaları..... | 79 |
| Çizelge 4.42. Kırmızı renk değeri varyans analizi sonuçları | 80 |
| Çizelge 4.43. Ağaç türü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları | 80 |
| Çizelge 4.44. Çözelti grubu düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları | 80 |
| Çizelge 4.45. Ağaç türü-Çözelti grubu etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları | 81 |
| Çizelge 4.46. Sarı renk değeri aritmetik ortalamaları..... | 82 |
| Çizelge 4.47. Sarı renk değeri varyans analizi sonuçları | 82 |
| Çizelge 4.48. Ağaç türü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları | 83 |
| Çizelge 4.49. Çözelti grubu düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları | 83 |
| Çizelge 4.50. Ağaç türü-Çözelti grubu etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları | 83 |
| Çizelge 4.51. Işıklılık değeri aritmetik ortalamaları..... | 84 |
| Çizelge 4.52. Işıklılık değeri varyans analizi sonuçları | 84 |
| Çizelge 4.53. Ağaç türü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları | 85 |
| Çizelge 4.54. Çözelti grubu düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları | 85 |
| Çizelge 4.55. Ağaç türü-Çözelti grubu etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları | 86 |
| Çizelge 4.56. Toplam renk değişimi değeri aritmetik ortalamaları | 86 |
| Çizelge 4.57. Toplam renk değişimi değeri varyans analizi sonuçları | 87 |
| Çizelge 4.58. Ağaç türü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları | 87 |

| | |
|--|-----|
| Çizelge 4.59. Çözelti grubu düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları | 87 |
| Çizelge 4.60. Ağaç türü-Çözelti grubu etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları | 88 |
| Çizelge 4.61. Sertlik değeri aritmetik ortalamaları | 89 |
| Çizelge 4.62. Sertlik değeri varyans analizi sonuçları | 89 |
| Çizelge 4.63. Ağaç türü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları | 90 |
| Çizelge 4.64. Çözelti grubu düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları | 90 |
| Çizelge 4.65. Ağaç türü-Çözelti grubu etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları | 90 |
| Çizelge 4.66. Parlaklık değeri aritmetik ortalamaları | 91 |
| Çizelge 4.67. Parlaklık değeri varyans analizi sonuçları | 91 |
| Çizelge 4.68. Ağaç türü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları | 92 |
| Çizelge 4.69. Çözelti grubu düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları | 92 |
| Çizelge 4.70. Ağaç türü-Çözelti grubu etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları | 93 |
| Çizelge 4.71. Kırmızı renk değeri aritmetik ortalamaları | 93 |
| Çizelge 4.72. Kırmızı renk değeri varyans analizi sonuçları | 94 |
| Çizelge 4.73. Ağaç türü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları | 94 |
| Çizelge 4.74. Çözelti grubu düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları | 94 |
| Çizelge 4.75. Ağaç türü-Çözelti grubu etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları | 95 |
| Çizelge 4.76. Sarı renk değeri aritmetik ortalamaları | 96 |
| Çizelge 4.77. Sarı renk değeri varyans analizi sonuçları | 96 |
| Çizelge 4.78. Ağaç türü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları | 97 |
| Çizelge 4.79. Çözelti grubu düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları | 97 |
| Çizelge 4.80. Ağaç türü-Çözelti grubu etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları | 97 |
| Çizelge 4.81. Işıklılık değeri aritmetik ortalamaları | 98 |
| Çizelge 4.82. Işıklılık değeri varyans analizi sonuçları | 98 |
| Çizelge 4.83. Ağaç türü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları | 99 |
| Çizelge 4.84. Çözelti grubu düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları | 99 |
| Çizelge 4.85. Ağaç türü-Çözelti grubu etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları | 100 |
| Çizelge 4.86. Toplam renk değişimi değeri aritmetik ortalamaları | 100 |
| Çizelge 4.87. Toplam renk değişimi değeri varyans analizi sonuçları | 101 |
| Çizelge 4.88. Ağaç türü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları | 101 |
| Çizelge 4.89. Çözelti grubu düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları | 102 |

| | |
|--|-----|
| Çizelge 4.90. Ağaç türü-Çözelti grubu etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları | 102 |
| Çizelge 5.1. Çözelti gruplarının ağaç türü düzeyinde değişim özelliklerine etkisi | 114 |

SİMGELER VE KISALTMALAR

| | |
|-------------------------------|--|
| %S | Kimyasal maddenin % safsızlık oranı |
| +a | Kırmızı renk değeri |
| +b | Sarı renk değeri |
| ASTM D | Amerika standartizasyon kurumu |
| Ca(OH) ₂ | Kalsiyum hidroksit |
| Ç1 | NaOH + H ₂ O ₂ |
| Ç2 | NaOH + Ca(OH) ₂ |
| Ç3 | KMnO ₄ + NaHSO ₄ + H ₂ O ₂ |
| Ç4 | NaSiO ₃ + H ₂ O ₂ |
| Ç5 | Cuprinol Decking Restorer |
| D | Çözeltinin yoğunluğu |
| D ₁₂ | Hava kurusu haldeki yoğunluk |
| D ₀ | Tam Kuru haldeki Yoğunluk |
| E-mod | Elastikiyet modülü |
| H ₂ O ₂ | Hidrojen peroksit |
| IR | İnfrared |
| ISO | Uluslararası standardizasyon örgütü |
| KMnO ₄ | Potasyum permanganat |
| L | Işıklılık değeri |
| LSD | En küçük önemli fark |
| M/M | İstenen çözeltinin ağırlıkça yüzdesi |
| Mç | Hazırlanması istenen çözeltinin miktarı |
| Mg | İstenilen çözeltinin miktarı (g) |
| NaHSO ₄ | Sodyum bisülfid |
| NaOH | Sodyum hidroksit |
| NaSiO ₃ | Sodyum silikat |
| UV | Ultraviyole |
| V/V | İstenen çözeltinin hacimce yüzdesi |
| V _ç | Hazırlanması istenen çözeltinin miktarı |
| V _{ml} | İstenen çözeltinin miktarı (ml) |
| β _r | Radyal yönde daralma yüzdesi |

| | |
|---------------|-----------------------------|
| β_t | Teĝet yönde daralma yüzdesi |
| β_v | Hacmen daralma yüzdesi |
| ΔE | Toplam renk deĝiřim deĝeri |
| σ_b | Basınç direnci |
| $\sigma_ç$ | Çekme direnci |
| σ_{DE} | Dinamik eĝilme direnci |
| σ_e | Eĝilme direnci |

ÖZET

AÇIK HAVA ŞARTLARINDA BIRAKILMIŞ BAZI AĞAÇ MALZEMELERİN RENK AÇMA İŞLEMİ İLE RESTORASYONU

Mehmet KARAMANOĞLU

Düzce Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. Mehmet BUDAKÇI

Mayıs 2012, 121 sayfa

Açık hava şartlarına maruz kalan korumasız ağaç malzemedeki fiziksel, kimyasal, biyolojik ve mikroskobik değişimler meydana gelerek yapısı ve rengi bozunmaktadır. Bu çalışmanın amacı, açık hava şartlarına maruz kalan ağaç malzemedeki meydana gelen bozunmaları renk açma işlemi ile restore etmek, malzemenin doğal renk, parlaklık ve sertlik değerlerini elde etmeye çalışmaktır. Bu maksatla, Sarıçam (*Pinus sylvestris* Lipsky), Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky), Meşe (*Quercus petraea* Lieble) ve Kestane (*Castanea sativa* Mill) odunları 12 ay ASTM D-1641 esaslarına göre açık hava şartlarına maruz bırakılmıştır. Daha sonra örnek yüzeylerine %18'lik Ç1 (NaOH + H₂O₂), Ç2 (NaOH + Ca(OH)₂), Ç3 (KMnO₄ + NaHSO₃ + H₂O₂) Ç4 (NaSiO₃ + H₂O₂) çözelti grupları ve ticari çözelti grubu Ç5 (Cuprinol Decking Restorer- (H₂C₂O₄ + C₂H₄(OH)₂) ile renk açma işlemi yapılmıştır. Örneklerde oluşan renk, parlaklık ve sertlik değişimleri, ASTM D 2244-2, ASTM D 2240 ve EN ISO 2813 standartlarına göre belirlenmiştir. Araştırma sonucuna göre; açık hava şartları renk, parlaklık ve sertlik değerlerini azaltıcı, açık hava şartları sonrası uygulanan renk açma işlemi ise artırıcı etki yapmıştır. Genel olarak, açık hava şartlarına maruz kalan ağaç malzemedeki meydana gelen renk, parlaklık ve sertlik bozunmalarını renk açma işlemi ile restore etmek için Ç4 çözelti grubunun uygulanması önerilebilir.

Anahtar sözcükler: Açık hava şartları, renk açma, sertlik, parlaklık, renk ölçümü, restorasyon

ABSTRACT

THE RESTORATION OF SOME WOOD MATERIALS EXPOSED TO OUTDOOR CONDITIONS BY BLEACHING PROCESS

Mehmet KARAMANOĞLU

Düzce University

Institute of Science and Technology, Department of Furniture and Decoration Education

Master of Science Thesis

Supervisor: Associate Professor Mehmet BUDAKÇI

May 2012, 121 pages

There brings out physical, chemical, biological and microscopical changes in unprotected wooden material which is exposed to weathering conditions and so its structure and color are spoiled. The objectives of this study are to restore the faded color of the wooden material which is exposed to weathering conditions with bleaching process and to try to gain the natural color, gloss and hardness values of the material. For this reason, Scotch Pine (*Pinus sylvestris* Lipsky), Eastern Beech (*Fagus orientalis* Lipsky), Sessile Oak (*Quercus petraea* Lieble) and Chestnut (*Castanea sativa* Mill) woods have been exposed to weathering conditions for 12 months by essentially taking ASTM D-1641 into consideration. Later on, bleaching process has been applied to the surface of the samples with 18% solution group S1 (NaOH + H₂O₂), S2 (NaOH + Ca(OH)₂), S3 (KMnO₄ + NaHSO₃ + H₂O₂) S4 (NaSiO₃ + H₂O₂) and commercial solution group S5 (Cuprinol Decking Restorer- (H₂C₂O₄ + C₂H₄(OH)₂). Changes in the color, gloss and hardness of the samples have been determined according to ASTM D 2244-2, ASTM D 2240 and EN ISO 2813 standarts. Research result shows that; weathering conditions have a reducing effect on color, gloss and hardness values while bleaching process following the weathering conditions has an increasing effect on values. In general, application of S4 solution group can be suggested to restore the color, gloss and hardness problems with bleaching process in wooden material exposed to weathering conditions.

Keywords: Weathering conditions, bleaching, hardness, gloss, color measurement, restoration

EXTENDED ABSTRACT

THE RESTORATION OF SOME WOOD MATERIALS EXPOSED TO OUTDOOR CONDITIONS BY BLEACHING PROCESS

Mehmet KARAMANOĞLU

Düzce University

Institute of Science and Technology, Department of Furniture and Decoration Education

Master of Science Thesis

Supervisor: Associate Professor Mehmet BUDAKÇI

May 2012, 121 pages

1. INTRODUCTION:

Physical life of wooden material in areas where it is exposed to weathering conditions is so limited. It is inevitable that weathering conditions can cause changes in the structure of the naturally used wooden material or it can happen with the application of preservers and layer appliance.

The main effects of weathering conditions are chemical, biological, macroscopical, microscopical and coloring changes in the structure of wooden material due to sun rays, rain, snow, dew, humidity, high temperature, mechanical powers (wind, sand etc.) and microorganisms. The color of wooden material exposed to weathering conditions changes in short time and the hardness and gloss of it decreases. Today, it is possible to remove the changes on the surface of the wooden material with the use of bleaching chemicals.

The objective of this study is to determine the effects of bleaching process on some unprotective wooden materials which are exposed to weathering conditions. For this reason, in order to remove physical problems of the woden material due to weathering conditions, the natural color, gloss and hardness values of the material have been tried to be gained with the application of bleaching chemicals.

2. MATERIAL AND METHOD:

Widely used in Furniture and decoration industry in Turkey, Yellow Pine (*Pinus sylvestris* Lipsky), Eastern Beech (*Fagus orientalis* Lipsky), Oak (*Quercus petraea* Lieble) and Anatolian Chestnut (*Castanea sativa* Mill) have been preferred for the

preparation of the samples. Samples have been placed towards South with standart 45⁰ position and they have been exposed to weathering conditions for 12 months by essentially taking ASTM D-1641 into consideration. Later on, bleaching process has been applied to the surface of the samples with 18% solution group (NaOH + H₂O₂), Ç2 (NaOH + Ca(OH)₂), Ç3 (KMnO₄ + NaHSO₃ + H₂O₂) Ç4 (NaSiO₃ + H₂O₂) and commercial solution group Ç5 (Cuprinol Decking Restorer- (H₂C₂O₄ + C₂H₄(OH)₂). Changes in the color, gloss and hardness of the samples have been determined according to ASTM D 2244-2, ASTM D 2240 and EN ISO 2813 standarts. Statistical evaluation has been obtained with the comparison between; the aged samples and naturally controlled samples; bleached samples after aging and aged control samples; bleached samples after aging and naturally controlled samples.

3. FINDINGS AND DISCUSSION:

According to the results of the experiment and measurements in the examination; the color, hardness and gloss values of the samples which have been exposed to weathering conditions for 12 months have been determined to decrease. In the works of literatrure it has been stated that; there has brought out photo-degradation on the surface of the wooden material which has been exposed to weathering conditions; there appeared harshness and cracks on the surface and degradation on the wooden material as a result of the chemical reactions. It has also been emphasized that, related to the biological degradation by microorganisms, the surface of the wooden material has been dirtied and its clor has turned to be grey and there has appeared a decrease in its gloss. (Feist, 1983; Feist 1990; Williams 2005; Sandaberg D 1999; Sandberg D and Söderström 2006; Budakçı and Atar, 2001; Bucur 2011).

When compared the aged samples with natural control samples, the hardness value has been found to be the highest in the oak natural control samples and lowest in the aged pine trees. In literature, a decrease has been stated in the hardness values of the samples awaiting in weathering conditions. (Sönmez and Özen 1996). Following the bleaching process, the highest hardness has been found in the blecahed beech by S5 solution group, the lowest hardness in the blecahed beech by S2 solution group. Values which are close to the natural hardness have been found in pine tree and chestnut by S2 solution group, in beech by S5 solution group, in oak by S1 solution group. S2 solution group has showed the highest increasing effect for the hardness of the pine tree. In

literature, solution groups have been mentioned to be able to decrease the degradation of the wood due to weathering conditions (Budakçı and Atar 2001).

In gloss comparisons, the highest value has been found in pine tree natural control samples and the lowest in aged samples. In literature, decrease of gloss in duglas and cashew wood which have been exposed to weathering conditions has been found after 6 months. (Gorman and Feist 1989). Following the bleaching process, the highest value has been found in the bleached oak tree and the lowest value in the aged pine tree and oak tree by S1 solution group. The closest value to the natural gloss has been found in pine tree and chestnut by S2 solution group, and in beech and oak by S1 solution group. When compared with the aged samples, more gloss changes have occurred in oak tree by S1 solution group and values over the natural gloss have been obtained in oak tree.

According to the measurements, the highest value of red has been found in beech natural control samples and the lowest in the aged aged samples. The highest change of red has appeared in the beech. This is because the natural color of the beech is reddish white and according to the statistics, it has the maximum changes due to aging. Following the bleaching procedure, the highest red color value has been found in bleached pine tree by S5 solution group, the lowest value in bleached chestnut tree by S4 solution group. The most natural red color value has been obtained in all wooden materials by S5 solution group. S5 solution group has led to the highest red color value increase in pine tree and has obtained values over the values of natural red color value.

According to the results of the experment; yellow color value has been found to be highest in pine tree natural control samples, the lowest in aged samples. The reason of obtaining the highest value in pine tree could be the result of its natural color. In literature, more yellow color tone has been mentioned in the natural structure of yellow pine (Sönmez and Budakçı 2003). Following the bleaching procedure, the highest yellow color value has been found in bleached pine tree by S1 and S5 solution group, the lowest value in the aged samples. The most natural yellow color value has been found in pine tree, beech and oak tree by S1 solution group, and in chestnut tree by S5 solution group. Maximum change in the value of yellow color has been found in pine tree by S1 solution group.

The highest brightness/color gloss value has been found in pine tree natural control samples and the lowest in aged oak tree samples. Following the bleaching process, the highest value has been found in bleached chestnut tree by S4 solution group and the lowest in bleached pine tree by S3 solution group. In literature, the decrease in brightness value has been mentioned to darken the color tone and the increase in brightness value has been mentioned to lighten the color tone (Söğütlü and Sönmez 2006). The most natural brightness value has been found in pine tree, beech and chestnut tree by S4 solution group and in oak tree by S1 solution group. When compared with the aged samples, maximum change in brightness value has been found to be almost the same in pine tree and chestnut tree.

In the comparison of natural and aged samples, the total color change value has been found to be the highest in pine tree natural color samples and the lowest in aged oak tree samples. Following the bleaching process, the highest total color change has been found in the bleached chestnut tree by S4 solution group and the lowest in the bleached pine tree by S3 solution group. When compared with natural samples, S4 solution group has had an effect on the color of chestnut tree and beech and S1 solution group on the color of oak tree. S4 has led to the most natural results in pine tree. Maximum total color change has occurred in pine tree by S4 solution group. In literature; Chemical bleaching solutions have been found to increase the hardness and gloss values of the wooden material which has been exposed to weathering conditions and to change the color of it. However, the changes due to the weathering condition have been mentioned to be changed (Budakçı and Atar, 2001). In this concept, obtained findings have been compatible with literature.

4. CONCLUSION AND SUGGESTIONS:

In conclusion, weathering conditions cause changes in the color, gloss and hardness values of the wooden material surface related to the type of the material. Application of bleaching solutions has led to increase in the color, gloss and hardness values of the wooden material surface which is exposed to weathering conditions. As a result, application of S4 ($\text{NaSiO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2$) solution group applications can be suggested to restore the color, gloss and hardness problems with bleaching process in wooden material exposed to weathering conditions.

1. GİRİŞ

Ağaç malzemenin hammadde olarak kullanıldığı yerlerin yaklaşık olarak 10.000 civarında bulunduğu belirtilmektedir (Örs ve Keskin 2001). Dünya nüfusunun hızlı artışına paralel olarak gelişen teknoloji ile birlikte artan ihtiyaçlar ve bilinçsiz tüketim doğal kaynaklı hammaddelerin azalmasına neden olmaktadır. Kişi başına düşen tüketimin artması ve orman alanlarının giderek azalması ağaç malzeme ile üretilen mamullerin uzun süre kullanılmasını zorunlu kılmaktadır (Budakçı 2003).

Ağaç malzeme gerek doğal halde gerekse açık hava şartlarına veya harici bir etkiye maruz kaldığında deformasyona, yapısal bozunmaya uğrar (Özçifçi ve diğ. 1998; Atar 1999; Budakçı ve Atar 2001; Yazıcı 2005; Kılıç ve Hafızoğlu 2007). Açık hava etkisi ile ağaç malzemede meydana gelen değişimler; kimyasal değişim, fiziksel değişim, renk değişimi, mikroskopik değişim ve biyolojik değişim olarak sıralanabilir. Fiziksel bozunma, ağaç malzeme yüzeyinin pürüzlenmesi ve çatlaması olarak ifade edilmektedir. Kimyasal bozunmada, serbest radikal reaksiyonların kompleks bir sıra izlediği belirtilmektedir. Bununla birlikte UV ışınların ağaç malzeme yüzeyinin en fazla 200 mikronmetre içerisinde bozunma reaksiyonuna etki ettiği vurgulanmaktadır (Feist 1990). Ağaç malzeme her ne kadar harici etkilere karşı kendisini koruyacak doğal dayanıklılığa sahip ise de ısı, ışık (UV, IR), rutubet (yağmur, kar, nem, çığ), mekanik etkiler (rüzgar, kum, kir), biyolojik zararlıların etkisi vb. etkilere karşı korunmasız olarak uzun süre dayanıklı kalmaz (Sönmez 2005; Budakçı 2006; Kılıç ve Hafızoğlu, 2007; Williams 2005; Feist 1983). Bu durum tekniğine uygun kullanım, kurutma, emprenye ve uygun üstyüzey işlemleri ile en aza indirilebilmektedir (Sönmez 2005; Kurtoğlu 2000; Yazıcı 2005).

Dış hava etkisinden kaynaklanan ana problem, ağaç malzemede renk bozunması, sertlik ve parlaklıkta azalmadır (Budakçı 2006). Üstyüzey işlemi yapılmaksızın harici etkilere maruz bırakılan ağaç malzemenin sertlik ve parlaklık değerlerinde azalma meydana gelir, bu olumsuz etki renk açma işlemi ile giderilebilmektedir. Bu bakımdan açık hava şartlarında koruyucu bir örtü gereci olmaksızın 12 ay süreyle kullanılan veya kullanılmış mobilya ve dekorasyon elemanlarının restorasyonunda renk açma işlemi yapılması halinde, ağaç malzemenin kullanım ve ekonomik ömrünün arttırılmasında avantaj sağlamaktadır (Budakçı ve Atar 2001).

Renk açma, ağacın yapısında bulunan renk pigmentlerinin çeşitli kimyasallarla ve yöntemlerle etkisizleştirilmesi ile ağaç malzeme yüzeyinin rengini daha açık hale getirme işlemidir. Renk açıcı kimyasal maddeler genellikle ağaç malzeme yan bileşiklerine etki eden reaktiflerdir, renkleri yok etmezler, yan bileşikleri etkileyerek ağaç malzemeyi daha açık hale getirirler (Budakçı ve Atar 2001; Atar 1999; Uysal ve diğ. 1999)

Bu çalışmanın amacı, açık hava şartlarına maruz kalan ağaç malzemedeki meydana gelen bozunmaları renk açma işlemi ile restore ederek, malzemenin doğal renk, parlaklık ve sertlik değerlerini elde etmeye çalışmaktır. Bu maksatla, sarıçam (*Pinus sylvestris* Lipsky), Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky), sapsız meşe (*Quercus petraea* Lieble) ve kestane (*Castanea sativa* Mill) odunları 12 ay süre ile açık hava şartlarına maruz bırakılmıştır. Daha sonra örnek yüzeylerine %18 konsantrasyondaki ve ticari renk açma çözeltileri uygulanarak, oluşan renk, parlaklık ve sertlik değişim değerleri belirlenmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 AĞAÇ MALZEMELER

2.1.1. Sarıçam (*Pinus sylvestris* Lipsky) Odununun Özellikleri

Sarıçam geniş coğrafi yayılım gösteren çam taksonlarından biridir. İskoçya'dan başlayarak tüm Avrupa, Alp'ler, Pirene, Voj, Karpat'lar ile Balkanlar, İskandinavya, Türkiye ve Asya'da çok geniş alanlarda yayılır. Sarıçam hafif kumlu toprakların ağacıdır. Mineral madde ve nem istekleri yüksek değildir. Kurak, fakir ve kayalık yerlerde bile yetişebilmektedir (Anşin ve Özkan 1997). Gövde şekli narin, sivri tepeli ve ince dallı ya da dolgun ve düzgün gövdeli, yayvan tepeli ve kalın dallı herdem yeşil bir ağaçtır (Bozkurt 1992). Sarıçam odunu, 30-45 m boy, 0.6-1.0 m çap yapmakta, gövde şekli düzgün ve dolgun olup, kullanılabilir gövde uzunluğu 18-20 m'dir (Bozkurt ve Erdin 2000).

2.1.1.1. Makroskopik Özellikleri

Diri odun 5-10 cm genişlikte, sarımsı beyaz renkte, öz odun kırmızımsı sarı ve kırmızımsı kahverengidir. Yaz odunu koyu renkli olup, açık renkli ilkbahar odunu ile kontrast yaratır. Yetiştirme muhitine bağlı olarak yıllık halkalar dar veya geniş olabilir. Öz ışınları çıplak gözle görülmemektedir. Odunu mat olup, parlak değildir. Dekoratif bir görünüşü vardır. Odunu oldukça sert ve orta ağırlıktadır (Bozkurt ve Erdin 2000).

2.1.1.2. Mikroskopik Özellikleri

Yıllık halka sınırları belirgin, yaz odunu traheidleri radyal yönde çok yassılaştırmış, kalın çeperli, dar lümenlidir. Traheidlerin teğet çapı 10-50 µm, uzunlukları 1800-4500 µm'dir. Öz ışınları tek sıralı, reçine kanalı bulunan öz ışınları orta kısımda 2-5 sıralıdır. Öz ışınlarının yüksekliği çoğunlukla 1-12 hücre, bazen 15 hücreden fazladır. Ülkemizde doğal olarak yetişen diğer çam türlerinde genç ağaçlarda diri odun geniş, sarıçamda ise daha dardır (Bozkurt ve Erdin 2000).

2.1.1.3. Fiziksel ve Mekanik Özellikleri

Sarıçam odununun fiziksel ve mekanik özellikleri Çizelge 2.1'de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Sarıçam odununun fiziksel ve mekanik özellikleri (Bozkurt ve Erdin 2000).

| | | | |
|------------------|---------------|-----------|----------|
| Yoğunluk | D_0 | 0.49 | g/cm^3 |
| | D_{12} | 0.52 | g/cm^3 |
| Daralma yüzdesi | β_r | 4.0 | % |
| | B_t | 7.7 | % |
| | B_v | 12.1 | % |
| E-Modül | E-Mod. | 11 700 | N/mm^2 |
| Eğilme Direnci | σ_E | 98 | N/mm^2 |
| Çekme Direnci | σ_C | 102 | N/mm^2 |
| Basınç Direnci | σ_B | 54 | N/mm^2 |
| Din.Eğil.Direnci | σ_{DE} | 0.39-0.70 | kN/cm |

2.1.1.4. İşlenme ve Kurutma Özellikleri

Kolay kurutulur, çatlamaya ve dönüklüğe eğilimi azdır. İyi işlenir ve yapıştırılır. Yüzey işlemlerinde reçine sızıntısı nedeniyle güçlük çıkarır (Bozkurt ve Erdin 2000).

2.1.1.5. Dayanıklılık ve Emprenye Edilebilme Özelliği

Öz odunu oldukça dayanıklı, diri odunu mantar ve böceklere karşı hassas, odunun rutubeti % 25'den fazla olduğu hallerde, 20-25 °C sıcaklıklarda mavi renk oluşumu görülür. Öz odun orta derecede güç, diri odun kolay emprenye edilebilmektedir (Bozkurt ve Erdin 2000).

2.1.1.6. Kullanış Yerleri

Binalarda iç ve dış maksatlarda, pencere doğramalarında, emprenye edildiğinde toprak ve su tahkimatında, maden direği, tel direği ve travers olara, kaplama levha, kontrplak, lif ve yonga levha ile kağıt endüstrisinde kullanılmaktadır (Bozkurt ve Erdin 2000). Özellikle yapı malzemesi (kapı, pencere, lambri tavan ve taban kaplaması) olmak üzere mobilyacılık ve oymacılıkta kullanılır (Örs ve Keskin 2001).

2.1.2. Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) Odununun Özellikleri

Yerel bir coğrafi yayılımı vardır. Kafkasya, Kuzey İran, Türkiye ve kuzey doğu Avrupa'da yayılır. Dolgun ve düzgün gövdeli birinci sınıf orman ağacıdır. Açık kül rengine, kabuk ince ve düzgündür (Anşin ve Özkan 1997). Olgun odunlu ağaçlar grubundandır. Odun tabii halde kırmızımsı beyaz, fırınlanmış halde tuğla kırmızısı rengindedir (Örs ve Keskin 2001). Ülkemizde doğal olarak yetişmekte olup, ağaç boyu

30-40 m, gözde orta çapı 1.0-1.5 m, kullanılabilir gözde uzunluğu 15-20 m kadardır. (Bozkurt ve Erdin 2000).

2.1.2.1. Makroskopik Özellikleri

Diri odun ile öz odun arasında renk farkı yoktur. 80 yaşın üzerindeki ağaçlarda kırmızımsı kahverenginde düzensiz şekilli, iç kısımda dalgalı şeritli ve kırmızı yürek oluşumu adı verilen bir öz odun bulunur. Dağınık trahelidir, yıllık halka sınırları yaz odunu tabakasında trahelerin az sayıda olması nedeniyle belirgindir. Traheler küçük çaplıdır.

Geniş öz ışınları çıplak gözle dahi görülebilmekte, 0.5-1.0 mm aralıkla uzanmakta ve kalın öz ışınları yıllık halka sınırında genişlemektedir. Radyal yüzeylerde koyu renkli geniş aynacıklar, teğet kesitte kırmızımsı iğ şeklinde lekeler halindedirler. Odunu sert ve ağırdır (Bozkurt ve Erdin 2000).

2.1.2.2. Mikroskopik Özellikleri

Dağınık traheli, traheler yaz odununa doğru gidildikçe sayıları azalmakta, çapları küçülmektedir. Trahe sayısı fazla olup mm²'de 80-180 adet, teğet çapları 60-80 (100) µm, şekilleri yuvarlak, oval ya da köşelidir. Öz odunun da içleri yabancı maddelerle dolu traheler bulunabildiği gibi tüller de mevcuttur. Öz ışınları iki tipte, geniş öz ışınları 15-25 hücre genişliğinde, homojen yapıdadır. Çok nadir olarak hetorejen öz ışınlarına rastlanmakta, trahelerle karşılaşma yerlerinde büyük geçitler görülmektedir. Dar öz ışınları 1-5 hücre genişliğinde, yükseklikleri 500 µm kadardır. Geniş öz ışınları ise birkaç mm yüksekliktedir (Bozkurt ve Erdin 2000).

2.1.2.3. Fiziksel ve Mekanik Özellikleri

Doğu kayını odununun fiziksel ve mekanik özellikleri Çizelge 2.2'de verilmiştir.

Çizelge 2.2. Doğu kayını odununun fiziksel ve mekanik özellikleri (Bozkurt ve Erdin 2000).

| | | | |
|------------------|---------------|--------|----------|
| Yoğunluk | D_0 | 0.68 | g/cm^3 |
| | D_{12} | 0.72 | g/cm^3 |
| Daralma yüzdesi | β_r | 5.8 | % |
| | B_t | 11.8 | % |
| | B_v | 17.9 | % |
| E-Modül | E-Mod. | 15 700 | N/mm^2 |
| Eğilme Direnci | σ_E | 120 | N/mm^2 |
| Çekme Direnci | σ_C | 132 | N/mm^2 |
| Basınç Direnci | σ_B | 60 | N/mm^2 |
| Din.Eğil.Direnci | σ_{DE} | 0.98 | kN/cm |

2.1.2.4. İşlenme ve Kurutma Özellikleri

Çatlamaya ve dönüklüğe eğilimi olduğundan dikkatli kurutulmalıdır. İşlenmesi kolaydır. Boyanması iyi değildir. Yapıştırması ve yüzey işlemlerinde güçlük yoktur. İyi renk verebilir ve iyi vernikleme kabul eder. (Bozkurt ve Erdin 2000).

2.1.2.5. Dayanıklılık ve Emprenye Edilebilme Özelliği

İşlenmesi kolay olup özellikle diri odunu oldukça kolay emprenye edilir. Buna mukabil yalancı öz odunda traheler tül yapısı ile dolu olduğundan emprenye de güçlükler meydana çıkmaktadır (Bozkurt 1992). Böcek ve mantarlara karşı çok hassas olup dayanıksızdır. Çabuk ardaklanır (Bozkurt ve Erdin 2000).

2.1.2.6. Kullanış Yerleri

Geniş bir kullanım alanına sahiptir. Masif mobilya, bükme mobilya, spor aletleri, alet sapları, tornacılıkta, kontrplak, kaplama levha, parke, fiçi sanayinde, karoser yapımı, yonga levha, lif levha ve kağıt odunu olarak kullanılır. Odun kömürü yapımında da değerlendirilmektedir (Bozkurt ve Erdin 2000). Ayrıca ambalaj, oyuncak, tarım aletleri, demir yolu traversleri, mutfak aletleri üretiminde de yararlanılmaktadır (Örs ve Keskin 2001).

2.1.3. Meşe (*Quercus petraea* Lieble) Odununun Özellikleri

Genele yayılışı Avrupa, Balkanlar, Trakya ve Anadolu'dur. Yetiştirme yeri istekleri açısından gölgeye dayanıklı ve nem istemi azdır. Bu nedenle tepelik kesimlerde ve kurakçıl alanlarda da yetişebilir (Anşin ve Özkan 1997). 25 m boya ve 2 m gövde

çapına erişebilen geniş tepeli ağaçlardan 3-5 m boya sahip çalılara kadar değişen yaklaşık 400 adet türleri vardır. Bu bitkilerin gövdeleri düzgün, kabuk önceleri düzgün, sonraları kalın ve yırtılmış durumda olup, esmer renktedir. Göbek odunlu ağaçlar grubundandır (Bozkurt 1992). Ağaç boyu 20-40 m (50m), gövde çapı 1.0 m (2.0 m'ye kadar), kullanılabilir gövde uzunluğu 10-20 m'dir (Bozkurt ve Erdin 2000).

2.1.3.1. Makroskopik Özellikleri

Diri odun çoğunlukla dar, 2-5 cm genişlikte, sarımsı beyaz renkte, öz odun açık kahverengi ile sarımsı kahverengindedir. İlkbahar odunu traheleri çok büyük, çıplak gözle görülebilir ve 1-5 adet genişlikte bir halka oluşturur. Yaz odunu traheleri çok sayıda, küçük, doku içerisinde alev şeklinde yayılmışlardır ve lup altında görülebilirler. Tekstür kaba, iğne çizikli, genellikle düzgün bazen düzensiz lifli, parlak, dekoratif, sert ve ağır bir odunu vardır (Bozkurt ve Erdin 2000).

2.1.3.2. Mikroskopik Özellikleri

Traheler halkalı dizilişte, ilkbahar odun trahekeri çok büyük, teğet çapı 400 µm kadar, tek tek veya çoklu kümeler oluştururlar. Yaz odunu traheleri küçük, 30-140 µm kadar, çok sayıda ve yıllık halka sınırına doğru çaplar azalmaktadır. Öz ışınları homojen yapıda ve iki ayrı genişliktedir. Tek sıralılar 25 hücre yüksekliğinde ve aralarında mesafe düzensiz, geniş olanlar 20 hücreden daha geniş (0.5-1.0 mm) ve birkaç cm yüksekliktedir. Daimi yeşil meşelerde trahe dağılışı halkalı traheli yapıdan çok, dağınık traheli yapıya benzemekte ve traheler radyal sıralar teşkil etmektedir (Bozkurt ve Erdin 2000).

2.1.3.3. Fiziksel ve Mekanik Özellikleri

Meşe odununun fiziksel ve mekanik özellikleri Çizelge 2.3'te verilmiştir.

Çizelge 2.3. Meşe odununun fiziksel ve mekanik özellikleri (Bozkurt ve Erdin 2000).

| | | | |
|------------------|---------------|--------|----------|
| Yoğunluk | D_0 | 0.65 | g/cm^3 |
| | D_{12} | 0.69 | g/cm^3 |
| Daralma yüzdesi | β_r | 4.0 | % |
| | B_t | 7.8 | % |
| | B_v | 12.2 | % |
| E-Modül | E-Mod. | 11 500 | N/mm^2 |
| Eğilme Direnci | σ_E | 86 | N/mm^2 |
| Çekme Direnci | σ_C | 88 | N/mm^2 |
| Basınç Direnci | σ_B | 60 | N/mm^2 |
| Din.Eğil.Direnci | σ_{DE} | 0.59 | kN/cm |

2.1.3.4. İşlenme ve Kurutma Özellikleri

Kurutmada şekil değişimleri ve çatlama meydana gelebileceği için çok yavaş bir program uygulanmalıdır. İşlenme özellikleri yıllık halka genişliğine göre değişir. Yapıştırılması iyidir. Metallerle temasta mavi renklenme olur. Kolay verniklenebilmektedir (Bozkurt ve Erdin 2000).

2.1.3.5. Dayanıklılık ve Emprenye Edilebilme Özelliği

Diri odun az dayanıklı, öz odun dayanıklıdır. Odunu su altında da çok dayanıklıdır. Öz odun çok güç, diri odun kolay emprenye edilir. Tül oluşumu çok az görülen kırmızı meşelerin öz odunları kolay emprenye edilebilmektedir (Bozkurt ve Erdin 2000).

2.1.3.6. Kullanış Yerleri

Meşenin çok geniş kullanım alanı vardır. Yapı ve konstrüksiyon malzemesi, köprü, vagon yapımı, merdiven basamağı, parke, masif mobilya, kutu, sandık, palet, küçük gemi yapımı, tarım aletleri, alet sapları, alkollü madde fiçileri ve travers olarak kullanılır. Dar yıllık halkalılar mobilya, tornacılık ve çok değerli kesme kaplama levha yapımında kullanılır (Bozkurt ve Erdin 2000). Ayrıca, iskele, tavan ve taban kaplamada da kullanılmaktadır (Örs ve Keskin 2001).

2.1.4. Kestane (*Castanea Sativa Mill*) Odununun Özellikleri

Anadolu kestanesinin genel yayılışı Güney Avrupa, Kuzey Afrika, Türkiye ve Kafkasya'dır. Anadolu kestanesi 20-25 (30) m boylara ulaşan dolgun gövdeli, geniş ve dağınık tepeli bir ağaçtır (Anşin ve Özkan 1997). Ağaç boyu 25-30 m, gövde orta çapı 1.5 m, kullanılabilir gövde uzunluğu 6-10 m'dir (Bozkurt ve Erdin 2000).

2.1.4.1. Makroskopik Özellikleri

Diri odun çok dar (13 mm), gri ile kahverengimsi beyaz, öz odun taze halde gri-sarı ile soluk kahverenginde, kesimden sonra koyulaşır. Yıllık halka sınırları, halkalı büyük traheli oluşu nedeniyle belirgindir. İlbahar odunu traheleri büyük, enine kesitleri oval, 2-6 sıralı ve tüllerle tıkalıdır. Küçük yaz odunu traheleri genellikle radyal veya diyagonal sıralıdır. Bazen çatallaşma görülür. Boyuna kesitlerde iğne çizikleri mevcuttur. Öz ışınları çok ince ve belirgin değildir. Lup altında da güçlkle görülür. Oldukça sert ve orta ağırlıkta, mat, dekoratif bir odunu vardır (Bozkurt ve Erdin 2000).

2.1.4.2. Mikroskopik Özellikleri

Halkalı traheli, ilkbahar odunu traheleri çok büyük oval ve radyal çapları 500 μm , teğet çapları 300 μm kadardır. Çoğunlukla tek tek ya da ikisi bir arada ve 2-6 sıralıdır. Yaz odunu trahe çapları giderek küçülmekte ve 30-40 μm kadar teğet çapta, dar radyal ve eğik, bazen çatallı sıralar meydana getirmektedir. Öz ışınları 1 hücre genişliğinde, çoğunlukla 5-30 hücre yüksekliğinde ve homojen yapıdadır (Bozkurt ve Erdin 2000).

2.1.4.3. Fiziksel ve Mekanik Özellikleri

Kestane odununun fiziksel ve mekanik özellikleri Çizelge 2.4'de verilmiştir.

Çizelge 2.4. Kestane odununun fiziksel ve mekanik özellikleri (Bozkurt ve Erdin 2000).

| | | | |
|------------------|---------------|-------|-----------------|
| Yoğunluk | D_0 | 0.59 | g/cm^3 |
| | D_{12} | 0.63 | g/cm^3 |
| Daralma yüzdesi | β_r | 4.3 | % |
| | B_t | 6.4 | % |
| | B_v | 11.3 | % |
| E-Modül | E-Mod. | 8 800 | N/mm^2 |
| Eğilme Direnci | σ_E | 76 | N/mm^2 |
| Çekme Direnci | σ_C | 132 | N/mm^2 |
| Basınç Direnci | σ_B | 49 | N/mm^2 |
| Din.Eğil.Direnci | σ_{DE} | 0.56 | kN/cm |

2.1.4.4. İşlenme ve Kurutma Özellikleri

Kurutulması güçtür, çatlama, dönme ve kollapsa eğilimlidir. İyi ve kolay işlenir, çok güç yararılır. Yeterli derecede yapıştırılabilir. Fazla tanen nedeniyle metallere temasta koyu renkler oluşur. Çivi ve vida tutma kabiliyeti iyidir. Kolay verniklenebilir. (Bozkurt ve Erdin 2000).

2.1.4.5. Dayanıklılık ve Emprenye Edilebilme Özelliği

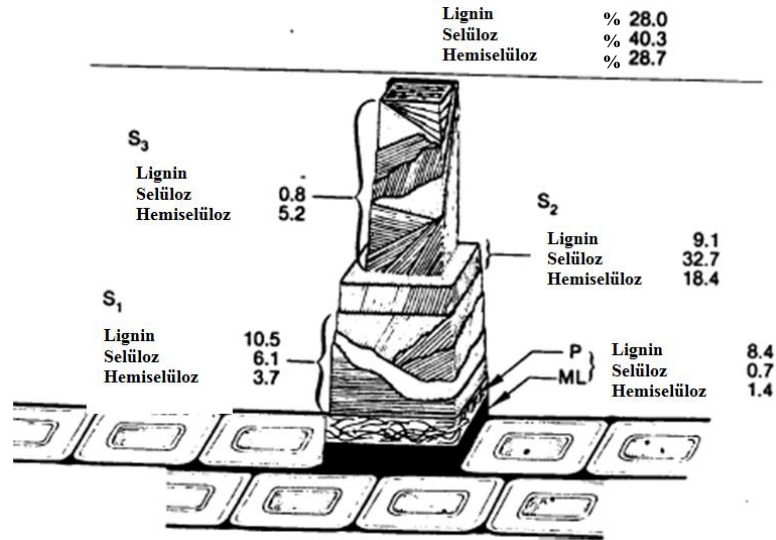
Öz odunu dayanıklı, su altında kullanıldığında çok dayanıklı, diri odunu böceklere karşı hassastır. Öz odun çok güç emprenye edilmektedir (Bozkurt ve Erdin 2000).

2.1.4.6. Kullanış Yerleri

Tel direği, çit direği, travers, kuru madde fiçileri, mobilya, bükme mobilya, döşeme tahtaları, paneller, yarı kimyasal selüloz yapımında kullanılır. Odunun yongalarından ekstraksiyon yolu ile sepi maddesi elde edilir. Ülkemizde genç sürgünleri “bambu” taklidi olarak mobilya sanayiinde kullanılmaktadır (Bozkurt ve Erdin 2000).

2.2. DIŞ HAVA KOŞULLARINA MARUZ BIRAKMA (WEATHERING)

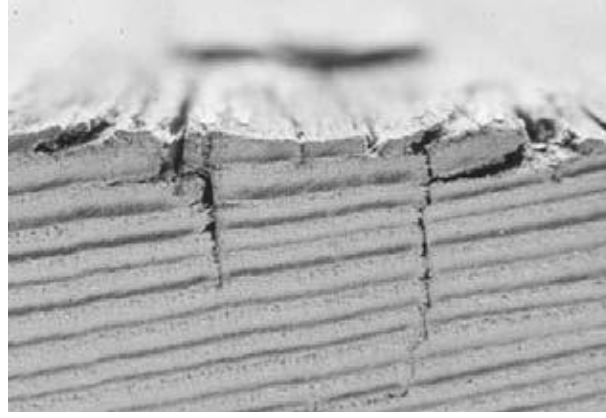
Ağaç malzeme şüphesiz, yapısal özellikleri, mühendislikte çekiciliği ve farklı kullanım alanları olduğu için geçerliliği kabul edilmiş dayanıklı bir malzemedir. Büyük oranda arkeolojik bir öneme sahiptir. Diğer biyolojik canlılar gibi çevresel yıkımlamalara karşı duyarlıdır. Ağaç malzeme biyolojik veya fiziksel bir etki tarafından bozunmaya uğradığında ağacın organik bileşenlerinde (Şekil 2.1) (polisakkaridler (selüloz, hemiselüloz) ve polifenoller (lignin)) değişiklikler meydana gelmektedir (Feist 1990; Williams 2005).



Şekil 2.1. Yumuşak dokulu bir ağaç malzemenin kimyasal bileşenlerine örnek bir hücre duvarı. Değerler % olarak verilmiştir (Feist 1990).

Weathering, kimyasal, mekanik ve ışık enerjisi faktörlerinin kompleks bir birleşimidir. Işık (UV, IR), rutubet (yağmur, kar, nem, çığ), mekanik güçler (rüzgar, kum, kir) ve sıcaklık etkisi ile yüzeyde meydana gelen renk değişimi, yüzey pürüzlüğü (Şekil 2.2) ve çatlamalardır. Bütün ağaç türleri uzun süre atmosferik koşullarda açık hava etkisine maruz kaldıklarında ekstraktif maddeler ve odunlaşmamış lifler ayrılmakta ve ağaç malzeme grileşmektedir. Güneş ışınları (fotokimyasal bozunma) ve suyun (yağışlar, yağmur suyu, kar) birleşik etkisi odunun ana bileşiklerini bozmakta ve yüzeyi mikroorganizmalar tarafından hızlı bir şekilde bozulacak bir ağa dönüştürmektedir. Dış hava koşullarında bozunma, güneş ışınlarının UV etkisi, ıslanma-kuruma döngülerinin etkileri ve mikroorganizmaların faaliyetlerinin neden olduğu öncelikle ligninin ayrışması ile başlayan hücre duvarında meydana gelen kimyasal değişimin bir sonucudur. Islanma ve kuruma döngülerine ek olarak donma ve çözünme döngülerinin de etkisi bulunmaktadır. Bozunma genellikle ligninin ayrışması sonucu orta lamelde meydana gelen hücre ayrılması ile ortaya çıkmaktadır. Ağaç malzeme hücre duvarında sekonder çeper lümen yüzeylerinin aşınması ile lif veya lif demetlerine ayrılmaktadır. Mikrofibril demetleri hücre duvarındaki kimyasal ve fiziksel süreçlerden dolayı soyulmaktadır. Bunun yanında, ağaç malzemenin hızlıca ıslanması ve kurumması, günlük ve sezonluk nisbi nem değişimleri, sıcaklık değişimleri, rüzgâr, atmosferik kirlilik, oksijen ve malzeme yüzeyinde yürüme, yüzeyleri temizleme (temizleyiciler, parlaticılar, tazyikli su ile yıkama, zımparalama vb.) gibi insan aktiviteleri ağaç malzeme yüzeyini

bozmaktadır (Feist 1983; Feist 1990; Williams 2005; Kılıç ve Hafızoğlu 2007; Bucur 2011).



Şekil 2.2. Bir ağaç malzemedede dış hava koşullarında enine kesitte meydana gelen çatlaklar (Williams 2005)

Weathering'i çürüme ile karıştırmamak gerekir. Çürüme, çürütücü organizmalar tarafından, aşırı nem ve hava eşliğinde belirli bir zaman içerisinde meydana gelen bir durumdur. Uygun ortam olduğunda çürüme çok hızlı bir şekilde olur ve yaşlanmadan çok farklı bir sonuca erişilmiş olur.

Herhangi bir koruma işlemine tabi tutulmaksızın dış hava koşullarına maruz kalan her tür ağaç malzeme;

- 1-) UV etkisi altında fotobozunmaya,
- 2-) Su etkisi ile yıkanmaya, hidrolize ve şişmeye,
- 3-) Kirlenme ve çürütücü mikroorganizmalar etkisi ile renk bozunması ve ayrışmaya uğramaktadır.

İşlem görmemiş ağaç malzeme yüzeyleri dış hava koşullarına maruz kaldıklarında fotobozunma ve yüzey çatlama nedenleri ile kabalaşır ve aşınırlar. Görünümleri birkaç ay içerisinde belirgin bir şekilde değişir, ancak bu görünüm uzun yıllar değişmeden kalabilir. Bozunma (çürüme, aşınma vb.) olmadığı takdirde yüzeyi işlem görmemiş ağaç malzemeler uzun yıllar dayanabilir. Fiziksel değişimlerin yanında kimyasal değişimlerinde yaşandığı bu durumdan sadece dış yüzeyler etkilenmektedir. Yüzeyin birkaç mm altındaki bölge genel olarak değişmemekte ve etkilenmemektedir. Ağaç malzeme içerisinde çeşitli kimyasallar ve ekstraktif maddeler olduğundan ortamdaki su ile (yağmur, çiğ vb.) reaksiyona girip başka kimyasal tepkiler oluşturur. Hidroliz

reaksiyonu asidik ya da bazik ortamlarda daha hızlı ve kolay olur. Bu nedenle asidik yağmur yağan bölgelerde hidroliz daha etkili olmaktadır (Feist 1983).

2.2.1. Dış Hava Koşullarının Yıkımlayıcı Faktörleri

Açık hava koşullarına maruz kalmış ağaç malzeme yüzeyine etki eden bozucu faktörler genel olarak şunlardır;

- Rutubet (çiğ, yağmur, kar ve nem)
- Güneş ışınları (UV ışınlar, gözle görülen ve kızıl ötesi ışınlar)
- Diğer faktörler (Feist 1983; Feist 1990).

Bu faktörlerden en fazla zararı veren UV ışınlar, ağaç malzeme yüzeyinde kimyasal değişiklikleri başlatmaktadır. Son zamanlarda bozunma faktörlerine UV ışınların yanında sülfür dioksit, azot dioksit ve ozon gazı gibi atmosferi kirletici gazlarda bulunmaktadır. Bu bozucu etkileri rutubet, asit yağmurları, ışık, sıcaklık gibi faktörler izlemektedir (Feist 1990).

2.2.1.1. Rutubet(Nem) Etkisi

Bozunmanın asıl nedeni, ağaç malzeme yüzeyindeki rutubet miktarının hızlı değişimidir. Korunmasız ağaç üzerine düşen yağmur ya da çiğ, kapiler hareket ile yüzey katmanları tarafından çabucak emilmekte, bunu hücre duvarlarının adsorpsiyonu takip etmektedir. Ağaç malzeme su buharını direk olarak dışarı atmakta ama artmış olan nispi nemin altındakini adsorbe etmekte ve ağaç malzeme şişmektedir. Ağaç malzemede iç ve yüzey arasındaki rutubet değişimi nedeni ile şişme ve büzülme gerilimleri meydana gelmektedir. Ağaç malzemede yüzey çatlakları ve çarpılma (biçimsel bozunma) bu düzensiz gerilimlerin sonucudur (Feist 1990).

2.2.1.2. Güneş Işınları Etkisi

Güneş ışınları ağaç malzeme yüzeyinde oldukça hızlı fotokimyasal bozunma meydana getirmektedir. Güneş ışınlarına maruz kalan ağaç malzemenin rengi sararmakta veya kahverengileşmekte, sonra grileşmektedir. Bu renk değişimleri ağaç malzeme yüzeyindeki hücrelerin lignininin bozunmasından olabilir. Değişiklikler, kesinlikle yüzeyden algılanabilen ve sadece 0.05-2.5 mm derinlikte meydana gelmektedir. Güneş ışınlarının neden olduğu bozunmada özellikle UV ışınlar, öncelikle ligninde ve bunu

takip eden renk değişimleri ile kimyasal bileşimlerde değişikliklere neden olmaktadır (Feist 1990).

2.2.1.3. Diğer Faktörlerin Etkileri

Sıcaklık, UV ışın etkisi, su miktarı ve sıcaklık artmadıkça fotokimyasal ve oksidatif reaksiyon oranında artışa sebep olacak bir bozunma faktörü olmamaktadır. Emilen suyun donma ve erimesi ağacın çatlamasına sebep olmaktadır. Aşındırma veya mekanik etkiye sebep olacak rüzgâr, kum ve kir gibi etkiler ağaç malzeme yüzeyinin bozunmasında önemli olmaktadır. Yüzey çatlakları arasına dolmuş kum gibi küçük tanecikler ağaç malzemenin genişleme ve büzülmesinde lifleri zayıflatmaktadır (Feist 1990).

2.2.2. Dış Hava Koşullarının Ağaç Malzemedeki Değişim Özellikleri

Dış hava koşullarının yıkımlayıcı etkilerin sonucunda ağaç malzemenin yüzey ve yüzey katmanlarında kimyasal, biyolojik, mikroskopik, makroskopik ve renk değişimlerine neden olmaktadır.

2.2.2.1. Kimyasal Değişimler

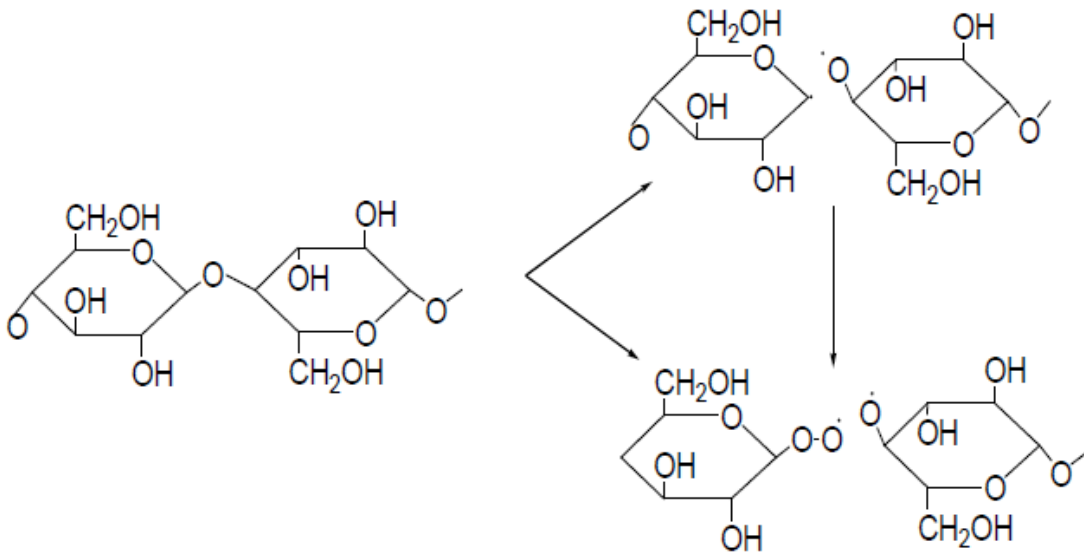
Açık hava koşullarında kullanılan ağaç malzemedeki meydana gelen renk değişimi, parlaklığın kaybolması, yüzey pürüzlüğü, çatlak oluşumu ve ağırlık kaybı gibi değişiklikler odunun asli kimyasal bileşikleri olan selüloz, hemiselülozlar ve ligninin yapısında meydana gelen kimyasal modifikasyonlardan kaynaklanmaktadır. Açık hava etkisi oldukça karmaşık reaksiyonlar dizisini içerir.

Ağaç malzeme sahip olduğu kimyasal yapısı ile ışığı absorplama özelliği gösterir. Bu özellik, ağaç malzemeye güzel bir renk kazandırırken istenmeyen fotokimyasal ve fotofiziksel olayları da tetikler. Meydana gelen fotokimyasal olaylar ile odun yüzeyinde kimyasal, fiziksel ve mekanik özellikler de değişmeler ve kimyasal bağlarda kopmalar gözlemlenir. Fotokimyasal bir reaksiyonun oluşması için ilk kural, sistemin bazı bileşenlerinin öncelikle ışığı absorplama gereğidir. İkinci kural ise bir molekül ancak ışığın bir kısmını absorbe edebilir.

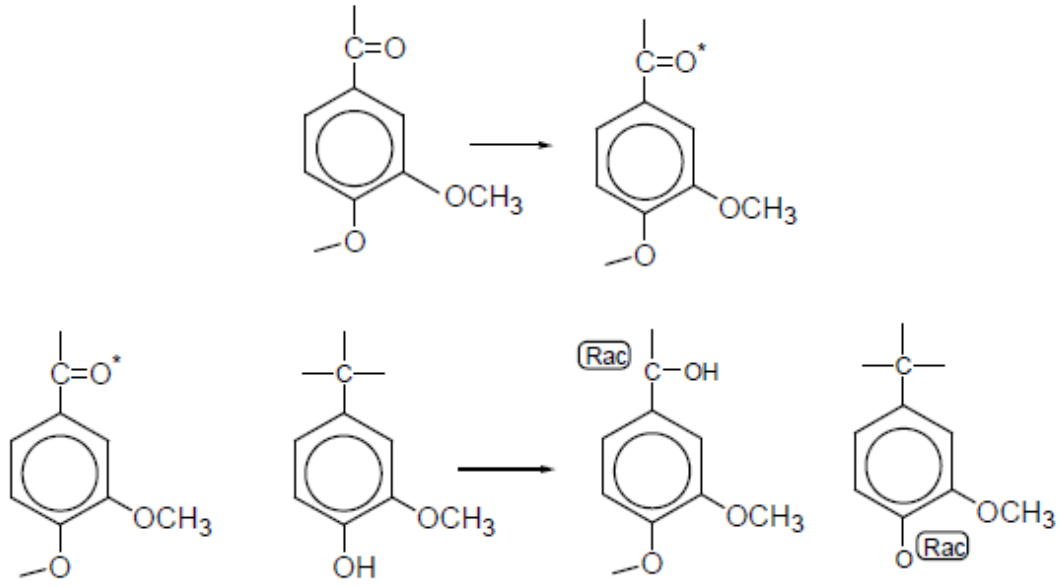
Absorbe edilen ışık yani enerji, moleküller arasına yerleşerek depolimerizasyon, dehidrojenasyon ve dehidrometilasyon gibi ayrılma reaksiyonlarına neden olur. Bununla birlikte, karboniller, karboksiller, peroksitler, hidroperoksitler ve konjuge çift bağlar

gibi kromoforik gruplar da oluşur. Kromofor gruplar, renk veren hidrokarbon gruplarına yeteri derecede bağlanan özel gruplardır.

Lignin, iyi bir ışık absorplama özelliği gösterir. Bu nedenle, selüloza oranla daha fazla degrade olmaktadır. Absorplama lignin içindeki kromoforik yapılar sayesinde gerçekleşir. Fotokimyasal reaksiyonlarla, selülozda 2 tip ayrılma gözlemlenir. Birinci ayrılmada glikozid bağların kopmasıyla birinci karbon ve dördüncü karbondaki alkoksiradikaller oluşur. İkinci reaksiyonda ise beşinci karbon ve altıncı karbon arasındaki bağlar koparak hidroksimetil radikal oluşur (Şekil 2.3). Ligninde ise çok az sayıda reaksiyon fenolik radikaller oluşturur. Lignindeki α -karbonil gruplar ışığı absorplayarak uyarılırlar. Uyarılmış α -karbonil grup komşu fenolik yapıdan bir hidrojeni alarak radikallerin oluşmasını sağlar (Şekil 2.4). Anderson ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada açık hava koşullarının gerek yapraklı gerekse iğne yapraklı türlerde zamanla karbonil absorpsiyonunu azalttığı belirtilmiştir. Karmaşık yapıları nedeniyle lignin de serbest radikallerin oluşma noktalarını tespit etmek zordur (Kılıç ve Hafizoğlu 2007).



Şekil 2.3. UV ışığı etkisi ile selülozda 1.C ve 4.C’da radikal oluşum reaksiyonu (Kılıç ve Hafizoğlu 2007).



Şekil 2.4. UV ışığı etkisi ile ligninde oluşan α -karbonil gruplar ve radikaller (Kılıç ve Hafizoğlu 2007).

Fotokimyasal reaksiyonların karakteristik özellikleri;

1. Lignin < 350 μm dalga uzunluğunda ışık ile kolayca bozunabilir. Önemli renklenmeler ve kromografik gruplar oluşur,
2. Lignin > 350 μm ' de ışık ile önemli ölçüde bozunmaz fakat > 400 μm 'deki ışığa maruz kalma durumunda ligninde beyazlanma ve ışık geçirgenliği görülür,
3. Ligninin metoksil oranı azalır,
4. Fenolik hidroksil gruplarında fenoksi radikaller kolayca üretilir,
5. Karbon-karbon bağları komşu karbonil bağları ile ışık radyasyonu vasıtasıyla ayrılır,
6. Taşınabilir benzol-alkol grupları fotosensitizörlerin varlığı dışında ışık etkisiyle ayrılmaya karşı hassas değildirler,
7. α - Karbonil grupların fonksiyonları (ligninin fotosensitizörler ile ışık etkisiyle bozunması gibi) (Feist 1990).

2.2.2.2. Biyolojik Değişimler

Yapılan son çalışmaların sonuçlarına göre ağaç malzeme yüzeyinde meydana gelen renk değişimi (solma, grileşme v.b.) rutubetin (nem) varlığında mantarlardan (küf, maya ve şapkallı mantarlar) dolayı oluşmaktadır. Organik veya inorganik maddelerle kaplanmış ağaç malzeme yüzeylerinde veya korumasız ağaç malzeme yüzeylerinde

gelişmesi için uygun şartlar bulunan ve en çok gözlemlenen mantar türü “*Aureobasidium pillulans (Pullularia pullulans)*” dır (Feist 1990).

Avrupa’da yetişen ve yetişmeyen 20 adet yumuşak dokulu ve sert dokulu ağaç türünü korumasız yüzeyleri güneye bakacak şekilde ve 45⁰ eğim ile İsviçre’de açık hava koşullarına maruz bırakılmıştır. Çalışmanın başında bütün türler yoğunluk ve mekanik güç bakımından çok farklı iken, bu farklılıklar fotokimyasal ve mekanik bozunma ile azalmış, bununla birlikte mavi renk mantarlarının etkisi de görülmüştür (Feist 1990).

2.2.2.3. Mikroskopik Değişimler

Borgin (1970, 1971) ve Borgin et. al. (1975) yaptıkları çalışmalarda elde ettikleri mikrografik resimlerde (Şekil 2.5), ağaç malzemenin yüzeyinde lif demetlerinin aşındığını kısmen veya tamamen gevşediğini, orta lamelde liflerin kısmen çatlayarak kalktığını, torus halkalarının tamamen zarar gördüğünü, mikrofibril yapılarının aşındığını, uzun süre dış hava etkisinden dolayı orta lamelin, primer çeperin ve sekonder çeper dış tabakasının (S₁) ortadan kalktığını belirtmişlerdir (Feist 1990; Bucur 2011).

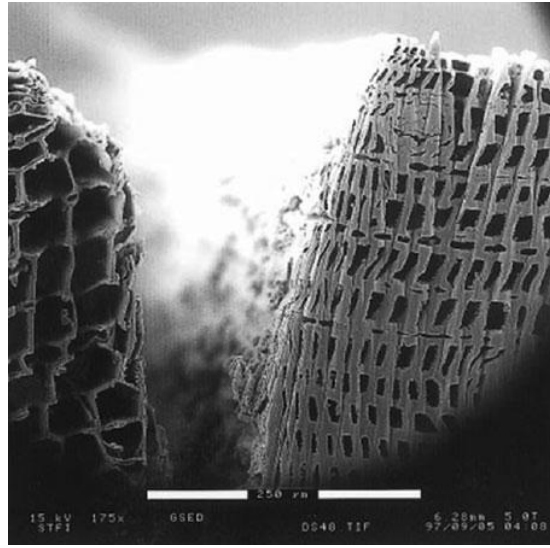


Şekil 2.5. Üç yüzyıl Norveç’te Kuzey Avrupa’nın soğuk iklimine maruz kalmış çamın orta lamelinin ortadan kalktığını gösteren ve traheidleri arasındaki aşınma örneği (Bucur 2011)

Yapılan çalışmada traheidlerin tamamen tahribi nadir görülmüştür. En çok zarar gören bölüm enine kesitte ilk kesilen liflerdir. Tek lifler dikkat çekecek derecede sabit ve dayanıklıydı. Yapısal elementler arasındaki adezyon aşamalı olarak zarar görmüştür. En

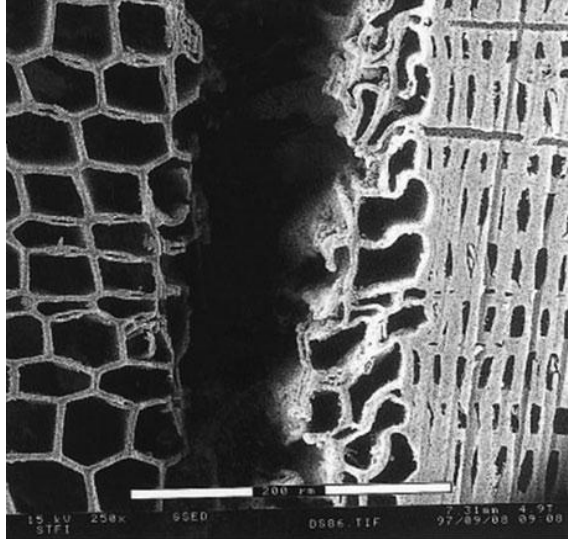
zayıf yapı ligninden oluşan orta lameldir. Dış hava koşullarına maruz kalan sert ağaçlarda en zayıf yapının sekonder çeper dış tabakası (S₁), orta lamel ve interfibriler matris arasındaki kenarların olduğu belirtilmiştir (Bucur 2011).

Sandberg D (1990) tarafından rapor edilen çalışmada, traheidlerin yağmur ve rüzgâr tarafından aşındırılarak bozunduğu gözlenmiştir. Nem dinamiklerinin neden olduğu çekme geriliminde çatlamanın 3 ila 10 hücre dizisinde başladığı, ilkbahar odunu hücre dizisi boyunca yayıldığı (Şekil 2.6) ve nadiren yıllık halka kenarlarında görüldüğü ve yıllık halka kenarında iki sıradan fazla olmadığı belirtilmiştir. İğne yapraklı ağaçlarda mikrodensimetrik bileşenler yaz odununda ve ilkbahar odununda farklı yapılara sahiptir. Çalışmada kullanılan ladin ve çam ağacının radyal yönde hücre duvarları arasında çok sayıda kenarlı geçit vardır. Bu geçitler aşınmanın erken evrelerinde bozular ki bu çatlakların ilkbahar odunu ile yıllık halka kenarlarında (Şekil 2.7) başlamasının nedenidir (Bucur 2011).



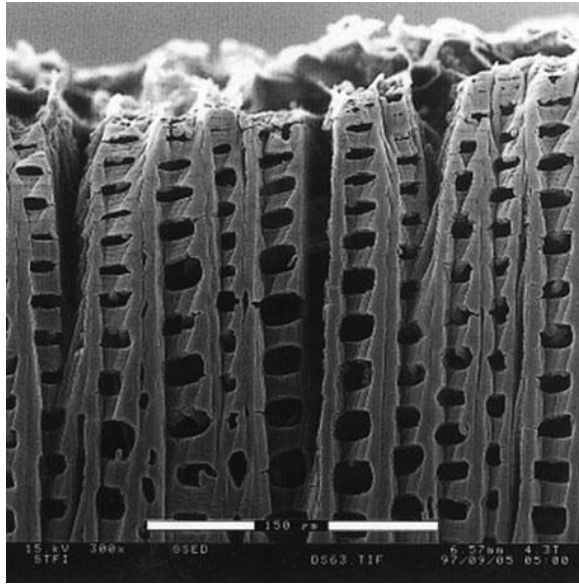
Şekil 2.6. Dış hava koşullarına 33 ay maruz kaldıktan sonra aşınmış çam ilk bahar odunu (Bucur 2011).

Çatlaklar geçitlerin içine doğru çoğalır ve hücre duvarının dengesine zarar vererek yeni gerginliklere neden olur. Bir sonraki aşamada hücre duvarı bozunur. İlkbahar ve yaz odununda çatlaklar sekonder çeper orta tabakasında (S₂) mikrofibrillere paralel olarak gelişir. Mikrofibriller önemli miktarda selüloz içermektedir ve traheidlerin en sağlam yapı elemanıdır. Bu nedenle bozunmanın ilerlemesi mikrofibriller ve farklı hücre katmanları arasındaki bağlılığa zarar verir.



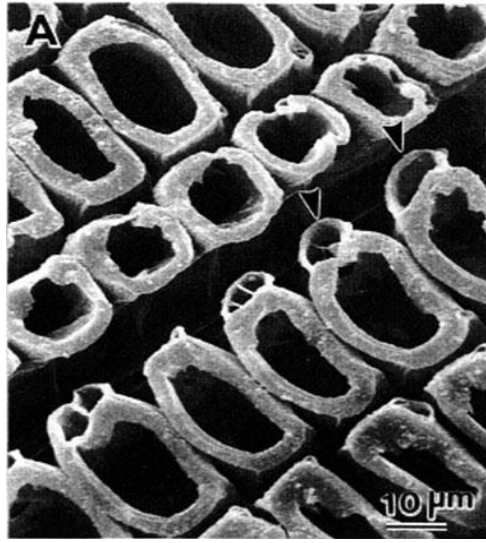
Şekil 2.7. Ladinde yıllık halka sınırında çatlağın başlaması ve çoğalması (Bucur 2011).

Teğet yüzeyin bozunma modeli radyal yüzeyden farklıdır çünkü bu iki yüzeyin ince yapıları farklıdır. Teğet yüzeyde zayıf olan bölge orta lameldir. Teğet yüzeyde hücre duvarında bozunma orta lamelde başlar ve 10 hücre dizisine kadar keskin bir biçimde ilerler. Teğet yüzeydeki yaz odununda orta lameldeki bozunma (Şekil 2.8) çok belirgindir (Bucur 2011).

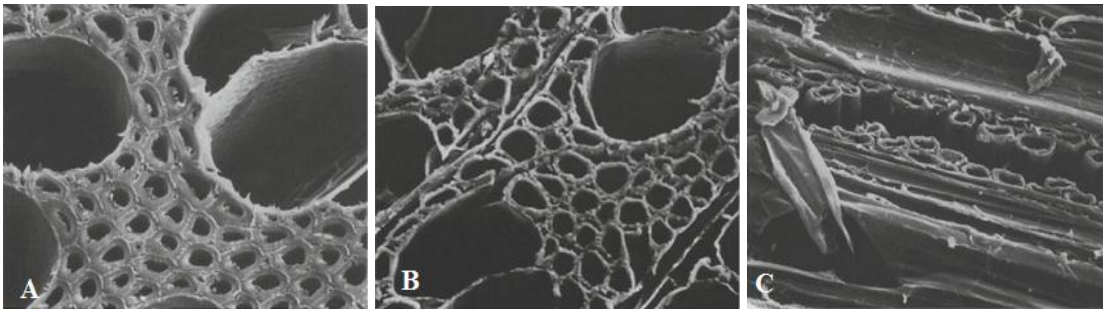


Şekil 2.8. Ladin ağacında teğet yüzeydeki yaz odununda orta lameldeki bozunma (Bucur 2011).

Bozunma nedeni ile çatlakların başlaması, gelişmesi ve çoğalması nem muhtevasının neden olduğu gerilim alanlarının gelişimi ile açıklanabilir. Teğet yönde büzülme ve şişme yaklaşık olarak radyal yüzeyin iki katıdır. Yağmur ve güneş ışınlarına maruz kalan yüzey alanları alt katmanlar ile yüksek nem eğilimine neden olur. Buda teğet yüzeyin (Şekil 2.9, Şekil 2.10) radyal yüzeyden daha fazla çatlamasına neden olur. Yaz odunununda ilkbahar odununa göre yoğunluğu fazladır ve daha fazla büzülür. Bu durumda çatlağın neden yaz odunu ve ilkbahar odunu arasındaki sınırdan başladığını ve ilkbahar odununda çoğaldığını açıklamaktadır (Bucur 2011; Williams 2005).



Şekil 2.9. Dış hava koşullarına maruz kalan sugi ağacı traheidlerinin enine kesit görüntüsü (Oklar S1 ve S2 tabakalarında meydana gelen bozunmayı göstermektedir) (Bucur 2011).



Şekil 2.10. 30 günlük dış hava koşullarına maruz kalan laleağacının kesitleri a) maruz kalmadan önceki enine kesit b) maruz kaldıktan sonraki enine kesit c) maruz kaldıktan sonraki teğet yüzey (Bucur 2011).

Sandberg and Söderström (2006) çam ve ladinin teğet ve radyal yüzeydeki ayrışmadan meydana gelen çatlak oluşumunu 61 aylık dış hava koşulları etkisinden sonra mikroskopik düzeyde yapmış oldukları çalışmada incelemişler ve aşağıdaki faktörlerin bozunmada olumsuz etkisi olduğunu belirlemişlerdir.

- Ladinde, yıllık halka yönünde teğet yüzeyde toplam ortalama çatlak uzunluğu birim alan başına radyal yüzeyden 1.7....2.2 kat daha büyüktür.
- Çamda, yıllık halka yönünde teğet yüzeyde toplam ortalama çatlak uzunluğu birim alan başına radyal yüzeyden 2.2....2.7 kat daha büyüktür.
- Her iki türde, teğet yüzeyler radyal yüzeylerden daha çok ve derin çatlaklara sahiptir. Teğet yüzeyde çatlaklar hem ilkbahar odununda hemde yaz odununda ortaya çıkmaktadır.
- Her iki yüzeyde de çatlaklar öncelikle yıllık halka sınırında ortaya çıkmaktadır. Bazen ilkbahar odununda yayılmaktadır.
- Her iki türde de hücre duvarının bozunması S2 tabakasındaki mikrofibril demetlerinden devam etmektedir. Çam ağacının çok sayıda öz ışını ihtiva etmesi radyalde ilkbahar odunu hücre duvarlarının daha erken bozunmasına neden olmuştur.

Orta lamelin aşınmaya başlaması bir çatlağın yapısal başlangıcı olarak düşünülebilir (Bucur 2011; Williams 2005; Hon and Feist 1986).

2.2.2.4. Makroskopik Değişimleri

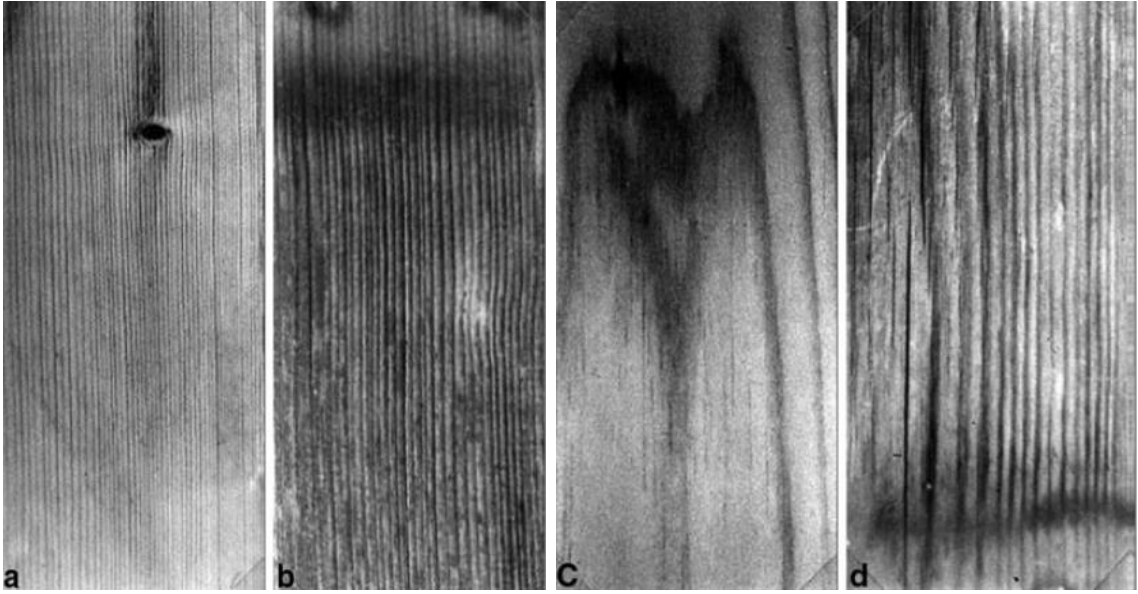
Ağaç malzemenin anizotrop yapısı, tekstürü, yıllık halka yapısı, diri odunu, öz odunu, reaksiyon odunu gibi özel odun dokularının varlığı makroskopik ölçekte uzun süreli dış hava koşullarına maruz kalmadan kaynaklanan bozunmalara etki eden faktörlerdir (Bucur 2011).

Açık hava koşullarında yaşlanma sürecinde, ağaç malzemenin yüzeyleri kabalaşıyor, yapısında küçük kılcal çatlaklar oluşuyor, dokusu gevşiyor, eğilme, çarpılma ve burkulmalar meydana geliyor ve bağlayıcılarından ayrılıyor. Bunun yanında ağaç malzemede renk değişiyor ve yüzey küf tutuyor (Feist 1983).

Sandberg D (1999) yaptığı çalışmada makroskopik düzeyde çatlakların teğet yüzeyde başladığını, yıllık halka yapısının takip ettiği ve ilkbahar odununun yaz odunundan daha

hızlı bozunduğunu, radyal yüzeyde de meydana gelen oluklu yapının önemli olduğunu vurgulamış ve şu şekilde tarif etmiştir;

- Radyal yüzeyde çatlaklar bölgesel, ilkbahar odununda ve yıllık halka kenarlarında görülmektedir.
- Teğet yüzeyde çatlaklar yaz odununda ve bütün yüzeyde görülmektedir.
- Büyük bir derinliğe sahip ve 0.25 mm'den büyük olan çatlaklar numunenin tüm uzunluğu boyunca yayılmıştır ve bunun haricindeki çatlaklar birkaç yıllık halka boyunca uzanmaktadır şeklinde (Şekil 2.11) belirtmiştir (Bucur 2011).
-



Şekil 2.11. Dış hava koşullarına maruz bırakılmadan önce ve Dış hava koşullarına maruz bırakıldıktan 33 gün sonra ladin ağacı yüzeyleri a) ladinin maruz kalmadan önceki radyal yüzeyi b) 33 gün dış hava etkilerine maruz kalan aynı radyal yüzey c) çamın maruz kalmadan önceki teğet yüzeyi d) 33 gün dış hava etkilerine maruz kalan belirgin çatlaklarla aynı teğet yüzey (Bucur 2011).

Ağaç malzemenin türüne bağlı olarak dış hava koşullarına dayanıklılığı kesim zamanından, kökeninden, yer özelliklerinden ve büyüme şartlarından etkilenebilir ya da etkilenmeyebilir (Bucur 2011).

2.2.2.5. Renk Değişimleri

Yapılan çalışmalarda harici etkiler altında odunda rengin çok hızlı bir şekilde değiştiğini, genellikle odundaki renk değişikliklerinin odun ekstraktifleri ve ligninin

kimyasal bozunmasından dolayı sarı ve kahverengi tonlarında olduğunu bildirilmektedir (Budakçı 2006; Feist 1990; Anderson et. al. 1991; Kılıç ve Hafizoğlu 2007).

Bu renk bozunması birkaç ay içerisinde güneşin sebep olduğu etkiden meydana gelmektedir. Ekstraktiflerce zengin olan ağaç malzemeye kahverengileşmeden önce renk açma yapılabilir. Dış hava etkilerinin erken dönemlerinde koyu renkli ağaç malzemelerin rengi açılabilir. Er ya da geç bütün ağaç malzemeler bozunma süresince güneş ve yağmur tarafından tamamen grileşmektedir (Feist 1990).

2.3. RENK VE AĞAÇ MALZEMEDE RENK AÇMA

2.3.1. Rengin Oluşumu

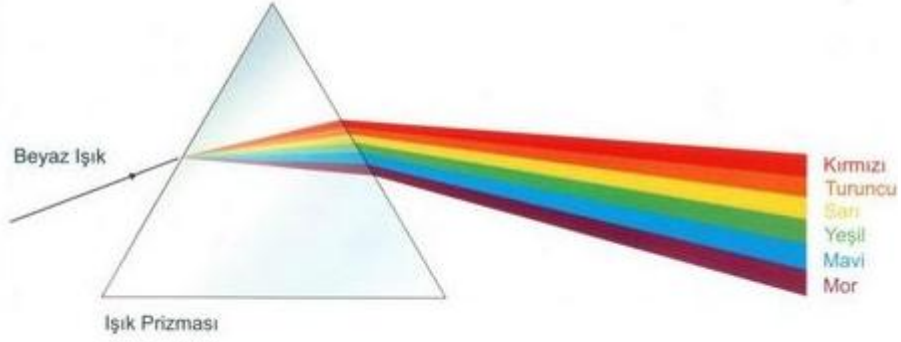
Renk, gözün retina tabakasından sinirlerin iletimi ile beyinin arka kısmında bulunan loblarda enerji naklinden üretilen hislerin yorumu olarak bilinmektedir. Vernik ve ağaç malzeme renklendiricilerinin; renk, parlaklık, ışık yansıtma derecesi, yüzey pürüzlülüğü gibi özellikleri, ahşap mobilyalar için önemlidir. Rengin oluşmasında, ışık önemli bir faktördür. Çünkü karanlık bir odada mobilyalar sayı olarak belli olur, fakat renk ve şekil tam olarak görülemez. Bu nedenle vernikli ya da boyalı yüzeylere yansıyan ışığın davranışları, gelen ışığın, özelliğine bağlıdır (Payne, 1967).

İnsan gözünün algıladığı renkleri, oluşum mekanizmalarına göre üç grub altında toplamak mümkündür;

- Tayf (spektrum) renkleri,
- Soğurma (absorbsiyon) renkleri,
- Girişim (interferans) renkleri.

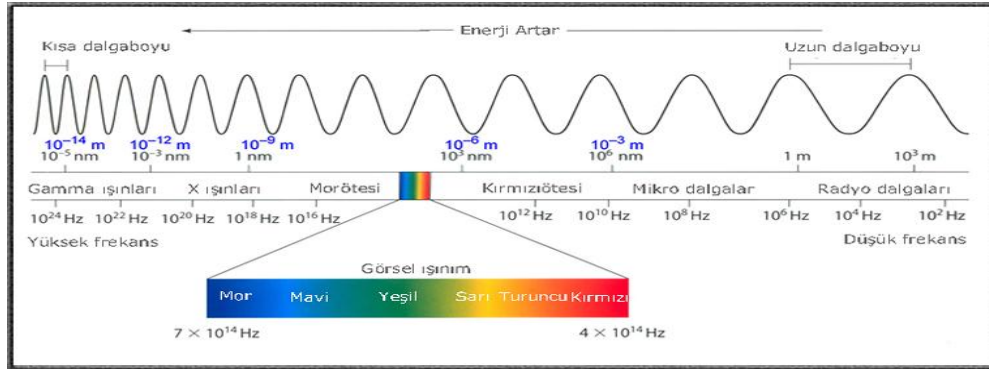
2.3.1.1. Tayf (Spektrum) Renkleri

Güneş yüzeyindeki atomlarda bulunan atomaltı parçacıklar ortalama 6000 °C olduğu belirtilen sıcaklığın etkisiyle uyarılarak, geniş bir dalga boyu aralığındaki ışınları kapsayan bir ışımaya yayarlar. Dünyamıza ulaşan güneş ışığı, farklı dalga boylarındaki ışık ışınlarını içerdiğine göre, güneş ışığını bir prizmadan geçirerek, her biri farklı dalga boylarına sahip sonsuz çeşitlilikte “tek dalga boylu (Monokromatik)” ışık elde etmek mümkündür. Şekil 2.12’de gün ışığının bir prizmadan kırılarak tek dalga boylu renklere ayrışması gösterilmektedir (Tunçgenç 2004).



Şekil 2.12. Gün ışığının bir prizmadan kırılarak tek dalga boylu renklere ayrışması (Akkuş 2012).

Bu dalga boylarının en kısası, 400 μm ile mor renk olup; en uzun dalga boylu olanı ise 700 μm olan kırmızı rengidir. Bu iki dalga arasında görünen tayflar ise mavi, yeşil, sarı ve turuncudur. 400 μm 'den küçük dalga boylarına mor ötesi (ultraviyole), 700 μm 'den büyük dalga boylarına kızılötesi (ultrared) denir. Bu ışınlar insan gözü ile görülemez. Görülebilir tayf ve mikron olarak dalga boyları Şekil 2.14'de gösterilmektedir (Payne 1967).



Şekil 2.13. Görülebilir tayf ve mikron olarak dalga boyları (Akkuş 2012).

Güneş ışığının kırılmasıyla elde edilen ve tek dalga boylu ışık ışınlarından oluşan renklere “tayf renkleri (Spektrum renkleri)” adı verilmektedir. Tek dalga boylu renkleri elde etmenin bir yolu da, bir referans cismi kontrollü biçimde ısıtarak ışımaya yapmasını sağlamaktır. Bu amaçla, en yaygın kullanılan cisim tungsten telidir. Tungsten teli çeşitli sıcaklıklara ısıtılarak, o sıcaklığa özgü “tek dalga boylu” bir ışımının oluşması sağlanır. Sonuç olarak, tüm tayf renkleri, bir çerçeve yazısının giriş paragrafında özetlenen mekanizmayla oluşurlar (Tunçgenç 2004).

2.3.1.2. Soğurmaya (Absorbsiyon) Bağlı Tamamlayıcı Renkler

Güneşin, yeryüzüne ulaşan görünür bölge ışınları cisimlerin yüzeylerine çarptıklarında, içerdekileri farklı dalga boylarındaki bileşenlerden bir bölümü, yüzey atom veya moleküllerince soğurulur, bu enerji fazlasını, ısı biçiminde çevreye iade ederek algıladığımız cisimler, üzerine düşen ve görünür bölgede yer alan tüm dalga boyundan ışınları içeren güneş ışığının bir bölümünü soğurur ve kalanını yansıtırlar. Burada, insan gözünün ve beyninin bir algılama hatası devreye girer. Yansıyan ışığı oluşturan ve farklı dalga boylarındaki ışıklardan oluşan (dolayısıyla farklı renklerdeki pek çok ışını içeren) huzmeyi tek bir renk olarak algılarız. Gelen ışık, soğuran ışık ve yansıyan ışık olarak ikiye ayrıldığından, yansıyan ışığın algıladığımız renge “tamamlayıcı renk (complementary color)” adı verilir.

Tayf renkleri ve soğurma renklerinin ve bu arada floresant ve fosforesant renklerin oluşumunu daha iyi anlayabilmek için, atomaltı (subatomik) etkileşimleri topluca özetlemek yararlı olacaktır.

Yüksek enerjili uyarıcıların etkisiyle uyarılan elektronlar, soğurdukları enerji fazlasını, ışık enerjisi halinde dış ortama geri vererek, (ışyarak) denge durumuna geri dönerler. Bu ışıma dolayısıyla çeşitli renklerde ışıklar oluşur. Bu biçimde oluşan renklere ışıma (radyasyon) renkleri veya tayf (spektrum) renkleri adı verilir.

Herhangi bir cismin üzerine düşen güneş ışığı, o cisim oluşturan elektronlardan, uyarılması en az enerji gerektirenler olan “dış yörünge elektronlarını uyarabilir. Uyarılmış yörüngeye bir an için sıçrayan elektron hızla, uyarılmadan önceki yörüngesine geri döner ve uyarılma enerjisini üç biçimde dış çevreye geri verir:

- Isı enerjisi biçiminde (renk pigmentlerinin büyük çoğunluğunun davranışı bu şekildedir).
- Bir kısmını ısı enerjisi biçiminde, kalanını gelen ışıktan daha düşük enerjili bir ışıma biçiminde (gelen huzmedeki, görünmeyen mor ötesi ışınları, mavimsi görünür ışınlar biçiminde yansıtır, floresant beyazlatıcılar bu şekildedir.).
- Bir kısmını ısı enerjisi biçiminde, kalanını, bir sürelik gecikmenin ardından ışıma biçiminde gerçekleştirir (fosforesant pigmentlerin davranışı bu şekildedir).

Renkli cisimler en çok, ısı enerjisi biçiminde olduğu gibi davranırlar. Burada, cismin rengini, gelen ışık huzmesinin içinden hangi dalga boyundaki kısmın soğurulduğu belirler. Bu da son yörüngedeki elektronların uyarılma enerjileriyle ilgilidir. Moleküller üzerindeki bazı gruplar, moleküler orbitallerin, farklı renklerin oluşumuna yol açacak uyarılma enerjilerine sahip olmalarına yol açarlar. Bu gruplara “kromofor gruplar” adı verilir. Pigmentler ve boyar maddeler, yapılarında yüksek oranda kromofor grupların yer aldığı maddelerdir (Tunçgenç 2004).

2.3.1.3. Girişim Renkleri

Özellikle, kalınlıkları ışığın dalga boyu civarında olan ince levhalar üzerine düşen ışık ışınlarının, ince levhanın alt ve üst yüzeylerinden yansıyan bölümleri “girişim (interference)” adı verilen bir fiziksel etkileşime uğrayarak farklı renkte algılanırlar (Tunçgenç 2004).

2.3.2. Rengin Tanımlanması

Günlük hayatta, nesnelere algılamamızda söz konusu olan renklerin çok büyük bir bölümünü soğurmaya bağlı tamamlayıcı renkleri belirleyen üç temel etkenden söz edilebilir:

- Işık kaynağı
- Renkli yüzey
- Gözlemci

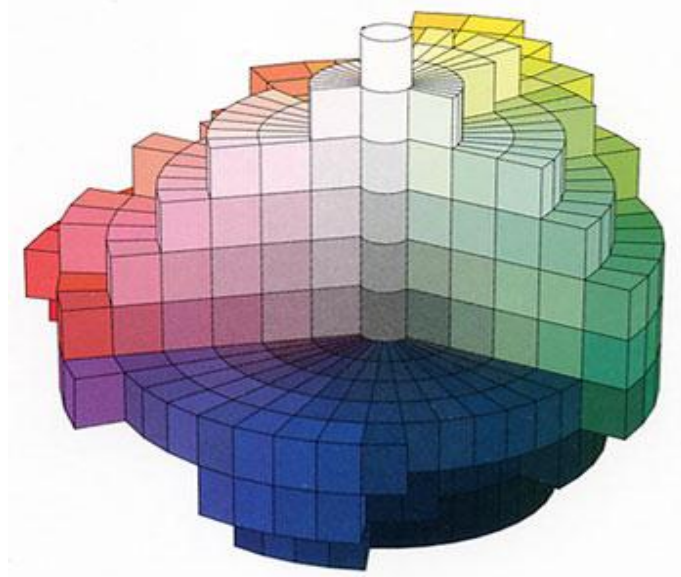
Tarihsel olarak, ilk aşamada, renkli cisimlerin hangi dalga boylarını soğurduklarını hassas ölçümlerle belirlemek amacı ile, birçok araştırma yapılmıştır. Daha sonra geliştirilen renk sistemleri, yüzeye düşen ışıkla ilgili belirlemeleri de dikkate almışlardır. Tüm bunlar sonucunda, renkleri çeşitli bileşenlere ayırarak tanımlamayı hedefleyen renk sistemleri geliştirilmiştir. Bunların içinde en çok kullanılan sistemler Munsell Renk Sistemi, Doğal Renk Sistemi (Natural Color System, NCS) ve CIELab Sistemleridir (Tunçgenç 2004).

2.3.2.1. Munsell Renk Sistemi

Tüm renklerin üç boyutlu bir silindirik uzaydaki noktalar olarak temsil edildiği bir sistemdir. Munsell renk sistemine göre her renk üç bileşenden oluşur:

- Renk tonu (Hue),
- Doygunluk (Croma veya Saturation),
- Işıklılık (Lightness veya value).

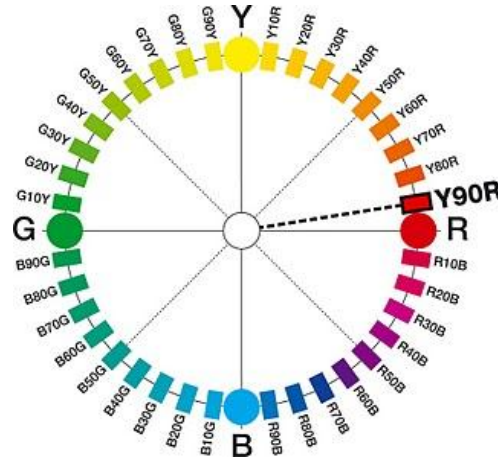
Her noktası, bir renk yaprağının asılı olduğu küre biçimli Munsell renk ağacının, dalları seyreltilmiş bir görünümü Şekil 2.14’de yer almaktadır. Gerçek tasarlandığı biçimi ile Munsell renk ağacı 100 daldan oluşmaktadır. Her daldaki en doygun renge sahip yapraklar kürenin ekvator çizgisi üzerinde yer almaktadır. Dal üzerinde, kürenin tepesine doğru gidildikçe aynı renk tonuna sahip olan daha ışıklı, daha aydınlık yapraklara; alt ucuna gidildikçe aynı renk tonunda fakat daha karanlık yapraklara rastlanır. Ekvator çizgisi üzerindeki herhangi bir noktadan kürenin merkezine doğru gidildikçe aynı renk tonunda fakat giderek azalan doygunlukta yapraklarla karşılaşılır, munsell renk ağacında en ışıklı (beyaz) yaprakla en karanlık (siyah) yaprak arasında 10 adım tanımlanmıştır (Tunçgenç 2004).



Şekil 2.14. Munsell renk ağacının seyreltilmiş bir görünümü (Akkuş 2012).

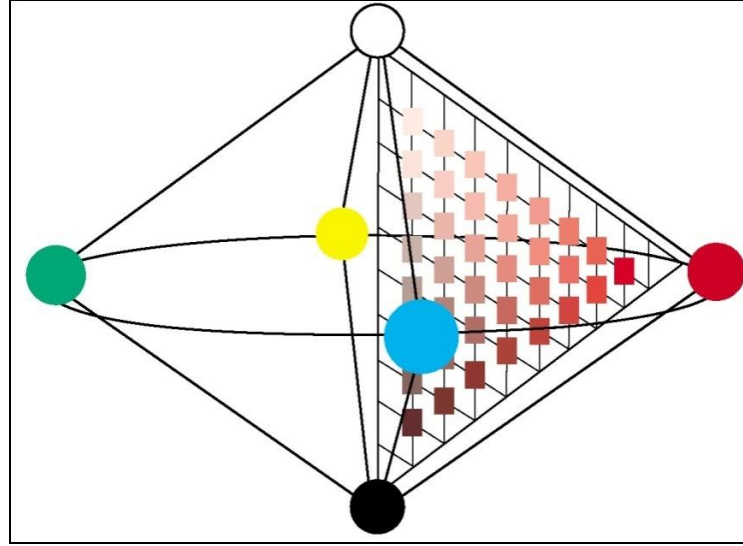
2.3.2.2. Doğal Renk Sistemi (Natural Color System, NCS)

Doğal renk sisteminde pek çok açıdan Munsell Renk sistemi ile benzerlik gösterir. Işıklılık ve doygunlukla ilgili tanımlar Munsell tanımı ile aynıdır. Renk tonunu tanımlamada ise Yeşil – Kırmızı zıt renk çiftiyle, Sarı – Mavi zıt renk çiftinin ana renkleri olarak tanımlanmasıyla Şekil 2.15’de gösterilen bir renk çemberi oluşturulur.



Şekil 2.15. Doğal Renk Sistemi (NCS) uzaydaki doygun renklerin gösterimi (Akkuş 2012).

NCS sisteminde Şekil 2.15’de görüldüğü gibi 40 adet renk tonu tanımlanmıştır. Bunun yanı sıra 10 adet ışıklılık ve 10 adet de doygunluk derecesi tanımlanmıştır. NCS renk uzayının ve bu renk uzayındaki dallardan birinin görünümü Şekil 2.16’de verilmiştir. Bu renk uzayındaki bir menekşe rengi 2080-R70B olarak belirtilebilir. Bu kısaltmanın açılımı, rengin tonu % 70 mavi ile % 30 kırmızıdan oluşmaktadır. Renk % 80 oranında doygun ve % 20 oranında siyah içermektedir (Tunçgenç 2004).

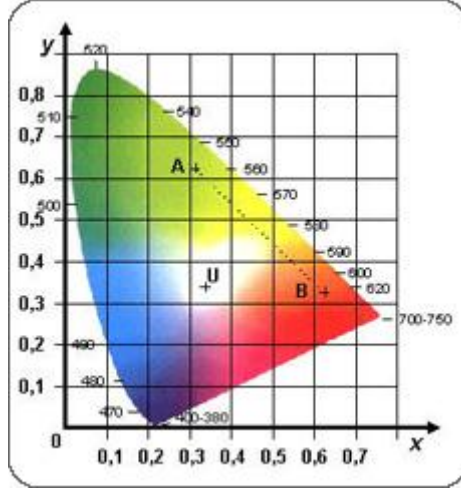


Şekil 2.16. Doğal renk sistemi NCS'nin renk uzayının, bir renk tonundaki farklı doygunluk ve ışıklılıktaki renklerin toplu görünümü (Akkuş 2012).

2.3.2.3. CIELab Sistemi

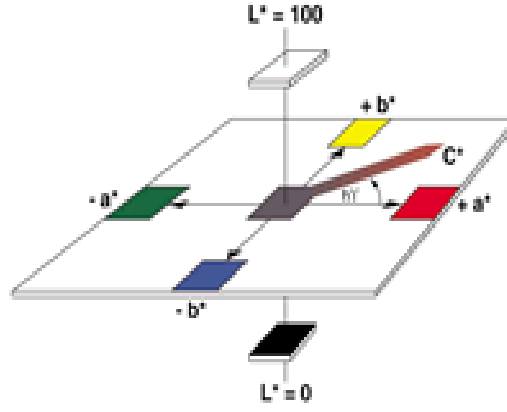
CIELab sisteminin ismi Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (Comission International de l'Eclair CIE)'nun Fransızca olan adının kısaltılmasından türemiştir. Komisyon 1931 yılında, kendi adı ile anılan, CIE renk sistemini oluşturmuştur. Tüm renklerin, üç renkli ışığın değişik oranlarda karıştırılmasıyla elde edilebildiği bilinmektedir. Sistemin modellenmesi, insan gözündeki konik ışık algılama hücrelerinin üç tipte olduğu ve bunların mavi, yeşil ve kırmızı renkteki ışıklar olduğu bilgisini temel alır.

CIE sisteminde hangi dalga boylarındaki ışık ışınlarını ne oranda içerdiği tanımlanmış olan standart ışık, renkli bir yüzeyin üzerine düşürülür ve bir kısmı soğurulduktan sonra, kalan ışık huzmesi yüzeyden gözlemcinin gözüne yansır. Yansıyan huzmenin mavi, yeşil ve kırmızı ışıkları ne oranda içerdiği aletsel olarak ölçülür. Anılan üç ışık, gözdeki üç farklı algılayıcı hücreyi uyardıkları ve bunların oranlarına “üç uyarıcı değerler (Tristimulus values)” adı verilir (Tunçgenç 2004).



Şekil 2.17. Kromatik diyagramı, belli bir ışıklılık durumundaki renk düzleminde, renklerin koordinatları x , y cinsinden nasıl ifade edileceğini göstermektedir (Akkuş 2012).

x , y ve z renk koordinatlarını kullanarak tüm renkleri ifade etmek mümkündür. Bu biçimde Şekil 2.17 gibi hazırlanan çizimlere Kromatiklik (Chromaticity) Diyagramı adı verilir. Kromatiklik diyagramlarında temel sorun şudur: diyagramda yer alan nokta çiftleri arasındaki uzaklık olsa bu nokta çiftleri arasındaki “renk uzaklıkları” farklı olabilmektedir. Yani kromatiklik diyagramının içinde yer aldığı uzay uniform (Tek biçimli) değildir. Uniform özellikte bir uzayı oluşturmak amacı ile karmaşık sayılabilecek matematiksel işlemler sonucunda L , a ve b koordinatlarından oluşan kartezyen bir koordinat sistemi geliştirilmiştir. CIELab renk sistemi; tüm renkleri, geometrik uzaklıklarla renk uzaklıklarının hep aynı oranı koruduğu Şekil 2.18’de gösterilen kartezyen yapıya sahip Lab uzayında ifade edilebilmektedir (Tunçgenç 2004).



Şekil 2.18. CIELab renk uzayının L, a ve b koordinatları ile ve bunların ifade ettiği renklerin gösterimi (Akkuş 2012).

Ağaç türlerinin koku, tat, renk, desen vb. fiziksel karakteristikleri farklıdır. Odunda renk bozulmaları canlı odunda yaralanma, ölü budak oluşumu, hastalık, vb. sebepler yanında odundaki bazı kimyasal maddelerin oksidasyonu veya ileri yaşlarda öz odunu oluşumu ya da tanenli odunların metallerle teması sonucu oluşan renklemeler ile meydana gelmektedir. Ayrıca ağaç malzemenin yıllık büyüme halkasında yoğunluk farkından dolayı (yaz odunu, ilkbahar odunu) renk farklılıkları oluşmaktadır (Atar 1999).

Renk değişiminde, renk maddelerinin güneş ışığındaki U.V. dalga boylarının katalizörlüğünde odun dokusundaki diğer kimyasallar ile etkileşime girerek yeni renkli bileşikler oluşturması önemli bir faktördür (Sönmez 2005).

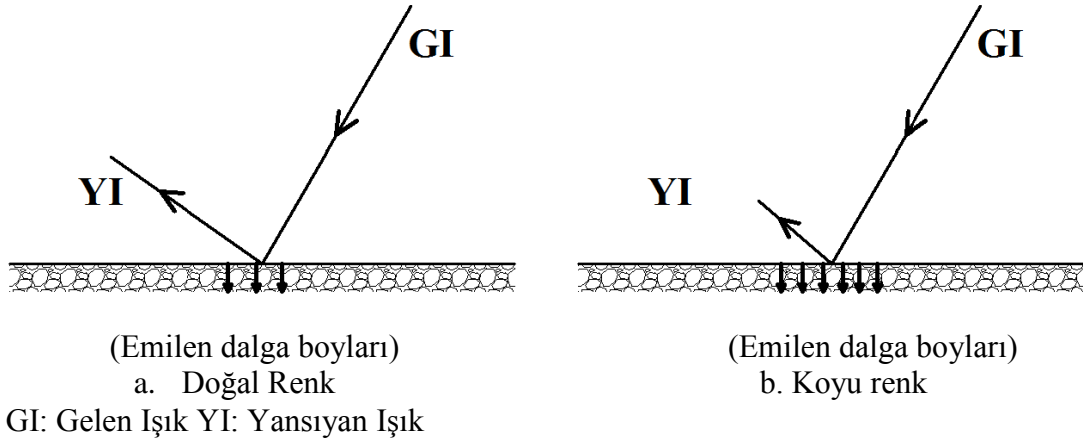
2.3.3. Renk Açma İşlemi

Ejechi and Obuekwe (1996) renk açma, ağacın yapısında bulunan renk pigmentlerinin çeşitli kimyasallarla ve yöntemlerle etkisiz hale getirilmesi işlemi olarak tanımlamaktadır.

2.3.4. Renk Açma İşleminin Teknik Yönü

Renk, gözle algılanabilen ışığın 400 – 700 nm arasındaki dalga boylarının cismin yüzeyine çarptıktan sonra yüzey tarafından emilen ve geri yansıtılan bölümlerince belirlenir. Ağaç malzemenin doğal rengi, odunun tekstürü ve hücre çeperine yerleşmiş renk verici maddeler sayesinde yüzeye gelen ışığın bazı dalga boylarının emilip, bazılarının yansıtılması sonucu belirlenir. Ancak zamanla ve daha çok harici etkiler nedeniyle renk maddeleri, ekstraktif vb. meydana gelen değişiklikler ağaç malzemenin doğal renginin değişmesine yol açar. Renk değişiminde, renk maddelerinin güneş

ışığındaki U.V. dalga boylarının katalizörlüğünde odun dokusundaki diğer kimyasallar ile etkileşime girerek yeni renkli bileşikler oluşturması önemli bir faktördür. Odun dokusundaki bu yeni oluşum nedeniyle yüzeye gelen ışınların emilen ve yansıtılan bölümleri (Şekil 2.19) farklılaşır ve yeni renk, malzemenin doğal renginden farklı konuma geçer.



Şekil 2.19. Doğal ve renklendirilmiş yüzeyde ışığın yansımaları (Sönmez 2005).

Renk değişiminin bir diğer nedeni de oksidasyondur. Yapısında tanen ve okside olma özelliğinde diğer kimyasalları bulduran ağaç malzemelerde, havanın oksijeni ile girdikleri oksidasyon sonucu zamanla odun dokusunda yeni renkli bileşikler hazırlanır. Bu gibi yüzeylerde, gelen ışığın emilen miktarı yansıtılan miktardan fazla olduğu için renk koyu görünür (Sönmez 2005).

2.3.5. Renk Açma İşleminin Yapılışı

Renk açma işleminde birbirinden farklı özellikte kimyasallar kullanılır. İşleminde kullanılacak kimyasalların seçiminde yapılacak hatalar daha sonra giderilmesi mümkün olmayan sonuçlara sebep olabilir. Bu nedenle öncelikle renk bozunmasının nedenlerinin araştırılması, buna göre de uygun malzemenin seçilmesi ve işlem yönteminin belirlenmesi gerekir. Renk açma uygulamasının yapılmasında, uygun malzeme seçimi ve işlemleri belirlerken iki temel yöntem esas alınır. Bunlar;

2.3.5.1. Ağartma ile renk açma

Bu yöntem genellikle açık renk ağaç malzemelerde sararma şeklinde görülen renk bozunmalarına uygulanır. Ayrıca, daha önce arzu edilen koyu tonda renklendirilmiş yüzeylerde rengi açmak ve ağaç malzemedeki oluşumunu tamamlamamış renk

pigmentlerinin renk değiştirici etkisini azaltmak amacıyla da uygulandığında başarılı sonuçlar verir.

2.3.5.2. Redüksiyon etkisi ile renk açma

Bu yöntemde, oksidasyon sonucu rengi koyulaşan ahşap yüzeylerde oksidasyonun bozulması ile rengin açılması yoluna gidilir. Yöntemin dayandırıldığı temel ilke, asitlerin sürüldükleri yüzeyden oksijen alarak oksidasyonu bozma özelliğidir (Sönmez 2005).

2.3.6. Renk Açma İşleminin Amaçları

Renk açma işlemi aşağıda belirtilen amaçlar doğrultusunda yapılmalıdır.

1. Mobilyayı oluşturan parçaların tamamında renk bütünlüğü sağlamak.
2. Renk koyulaşmasının sebeplerini gidermek suretiyle renk açarak ağaç malzemenin rengini, lif ve damar yapısını belirgin hale getirmek.
3. Meşe dişbudak gibi tekstür bakımından birbirine benzeyen ancak renk farklılıkları olan ağaç malzemeleri birlikte kullanma imkânı yaratmak.
4. Rengi kontrol altında tutmak, farklı zamanlarda üretilen mobilyalarda renk farklılaşmasının önüne geçmek, arzu edilen renklerin üretimine olanak sağlamak ve dolaylı olarak pazarlama imkânlarını arttırmak.
5. Uzun dönemde, odun yan bileşikleri ve ekstraktif maddelerden kaynaklanabilecek renk değişimi ihtimalini azaltarak renk sabitesini sağlamak.
6. Meşe, ceviz gibi ağaç odunlarında zamanla ışık etkisiyle görülen renk bozulmalarına karşı direnç kazandırmak.
7. Mavi küf ve mantar etkisiyle görülen ve arzu edilmeyen renk bozulmalarını gidermek.
8. Önceden koyu tonla renklendirilmiş ağaç malzemedeki rengin arzu edilen açık tonlara getirmek.
9. Odun dokusunda bulunan renk maddeleri (pigmentler) ile boya pigmentlerinin etkileşimi sonucu ortaya çıkan ve istenmeyen renklemelerin önüne geçmektir (Sönmez 2005).

2.5. ÖLÇÜMLER

2.5.1. Renk Ölçümü

Renk; kendisini meydana getiren bileşenlerin farklılığı, renk pigmentlerinin mikromoleküler yapılarındaki elektronların frekans ve titreşimlerinin farklı oluşu ile ortaya çıkar. Oluşan renk standardın her zaman aynı olmasına özen gösterilmesi, üretici firmalar için sürekli problem oluşturmaktadır. Bu nedenle renklerin uygunluğu ve ölçümler için hazırlanan metotlar iki grupta incelenmektedir (Payne 1967; Çakıcıer 2007).

2.5.3.1. Gözle Renk Ölçümü

Gözle renk ölçümü sırasında, aşağıdaki amaçlardan biri ya da birkaçı göz önünde tutulmalıdır (Tunçgenç 2004).

- Gözlemlenen ve bileşimi bilinmeyen bir rengin hangi pigment veya boyar maddelerden oluştuğunun tahmin edilebilmesi,
- Gözlemlenen rengin, bir referans renkle uyum derecesinin belirlenmesi,
- Gözlemlenen rengin, referans renkle daha uyumlu hale getirilmesi için hangi renklendiricilerin ne oranda eklenmesinin gerekli olduğunun belirlenmesi.

Bu amaçlara ulaşılabilmesi için öncelikle gözlemcinin renk ayırt etme yeteneği çok önemlidir. Kişilerin renk yeteneklerinin belirlenmesi için geliştirilmiş bazı düzenekler vardır. Bunlar içinde Munsell renk küresi testi en yaygın kullanılanıdır. İkinci önemli konuyu, incelenecek yüzeyi aydınlatacak ışığın niteliği oluşturur. Rengi ölçülmeye çalışılan nesnenin özellikleri kadar, gelen ışık huzmesinin özelliği de algılanan renk üzerinde etkilidir. Bu nedenle, bir ışık altında referans renge çok benzeyen renkteki bir cisim, başka bir ışık altında tamamen farklı görülebilir. Bir cismin farklı ışık kaynakları altında değişik renkte görünmesi olgusu metamerizm olarak adlandırılır. Bu nedenle renk incelemelerinde öğle vakti yüzü kuzeye döndürerek alınan güneş ışığının veya D65 ışığı olarak anılan ve gün ışığını temsil eden ışığın kullanılması uygun olur. Bir metamerizm sorunu olup olmadığını anlayabilmek için sarımsı tondaki ışıkta ayrıca renklerin karşılaştırılması yararlı olur (Tunçgenç 2004).

Renk incelemesi yapılacak ortamın ışık ve renk özellikleri önemlidir. Bu konudaki seçimlerle ilgili bir standart davranış bulunmaktadır. Ancak, geniş bir deneyim temeline

sahip kaynaklar, yapay ışıklandırılmalı ortamlarda yapılacak renk değerlendirmelerinde, renk kabini içlerinin L ışık değerinin 60–70 arasında olduğu mat gri renge sahip olmasının, çok parlak renklerin karşılaştırılması dışında çok uygun olduğu; çok parlak renklerin incelenmesi sırasında kabin içi duvarlarına siyah bir kadife perde indirilmesinin en uygun ortamı yaratacağı belirtilmektedir (Berns 2000; Tunçgenç 2004).

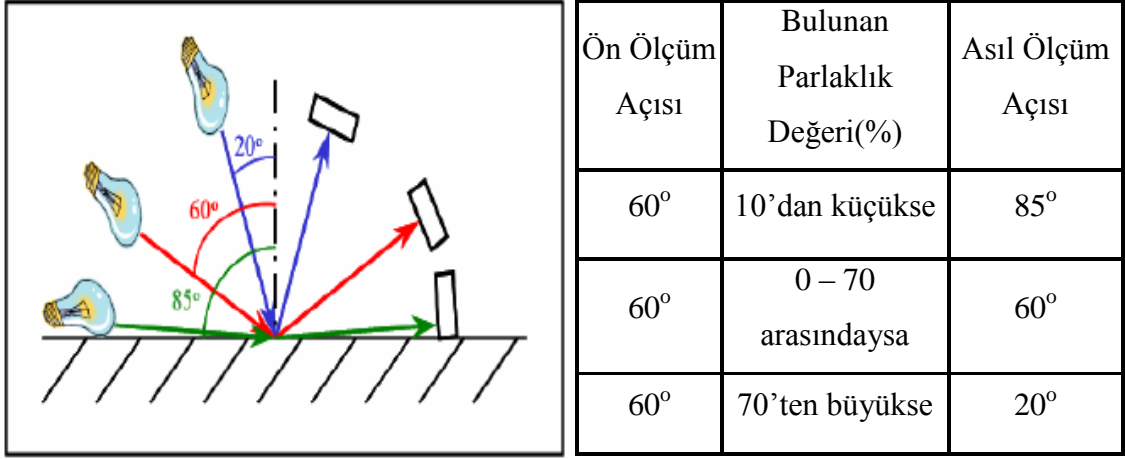
2.5.3.2. Aletsel Renk Ölçümü

Fotoelektrik metodlar, standart renk (kalibre) kullanarak sayısal değerler verirler. Örnek renkten yansıma ile standart numuneden yansımaların ölçüm karşılaştırmasını yaparlar. Fotoelektrik metodlar olarak bilinen aletler iki grupta toplanırlar; bunlar ışık yansıması ile ölçüm yapan (colorimeter) ve ışık tayfı ile ölçüm yapan (spectrophometer) aletleridir. Renk ölçme aletinde genellikle üç ya da daha fazla renklendirilmiş filtre bulunur. Bunlar mavi, yeşil ve sarı renkler olup yansıma ölçümü bu filtrelerden geçirilerek yapılır (Çakıcıer 2007).

Gözlemcinin, yüzeyden gelen ışık huzmesinin renginin nasıl algılandığının tahmin edilmesi esasına dayanır. Bu amaçla, o rengi oluşturan üç uyarıcı rengin oranlarını yani tristumulus değerlerini ölçen renk ölçerler (colorimeters) kullanıldığı gibi, yüzeyin her dalga boyunda yaptığı soğurmaya ve saçınmaya veren daha gelişkin cihazlar olan spektrometreler de kullanılırlar. Tristumulus değerlerinin ölçümleriyle yetinen renk ölçerlerle, kalite kontrol amaçları açısından son derece hassas ve tekrarlanabilir sonuçlar alınabilir. Ancak, eğer aletsel renk ölçümünden; Rengi oluşturan pigment veya boyar maddelerin neler olduğunu ve ne oranlarda bulunduğunu (renk analizi), mevcut pigment veya boyar maddelerin öngörülen oranlarda kullanılmasıyla, hedef renge ne ölçüde yaklaşılabileceğini (renk sentezi) anlamak amaçlanıyorsa, spektrometrelerle çalışmak gerekli olmaktadır (Tunçgenç 2004).

2.5.2. Parlaklık Kavramı ve Parlaklık Ölçümü

Parlaklık kavramı; gelen ışığın ne oranda, aynı açıyla yansıdığı ölçüsüdür. Dolayısıyla, yüzeyin yansıtmayı ne oranda yaptığını belirlemek için “parlaklık ölçer (glossmetre)” adı verilen cihazlar kullanılır. Parlaklık ölçme işlemi, yaygın olarak 20°’de, 60°’de ve 85°’de (Şekil 2.20) ışık ışınları göndermek ve aynı derecelerde dönen ışık yeğnilik oranını ölçmek biçiminde yapılır.



Şekil 2.20. Üç farklı açıda parlaklık ölçümünün şematik gösterimi ve 60° de yapılan ön ölçümün ardından, asıl ölçüm açısının belirlenme kriterleri

60° de yapılan parlaklık ölçümlerine göre yüzeylerin mat, yarı mat, yarı parlak, parlak ve çok parlak gibi sınıflara sokulmaları yaygın bir alışkanlıktır. Öte yandan, hangi parlaklık ölçüm sonuçlarına göre, vernikli yüzeyin hangi parlaklık sınıfına sokulması gerektiği konusunda da, genel bir görüş birliğinden ya da bir standarttan söz edilmektedir. Yine de aşağıdaki tanımların, ülkemizde genel kabul gören sınıflandırmaları, büyük bir hata olmaksızın yansıttığı söylenebilir. Parlaklık ölçüm sonuçları, Çizelge 2.5’de belirtilen aralıkların dışında kalan yüzey işleme sisteminin, aşağıda anılan sınıfların arasında kaldıklarının belirtilmesi uygun olur (Tunçgenç 2004).

Çizelge 2.5. Parlaklık değerlerinin sınıflandırılması (Tunçgenç 2004).

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

2.5.3. Sertlik Kavramı ve Sertlik testleri

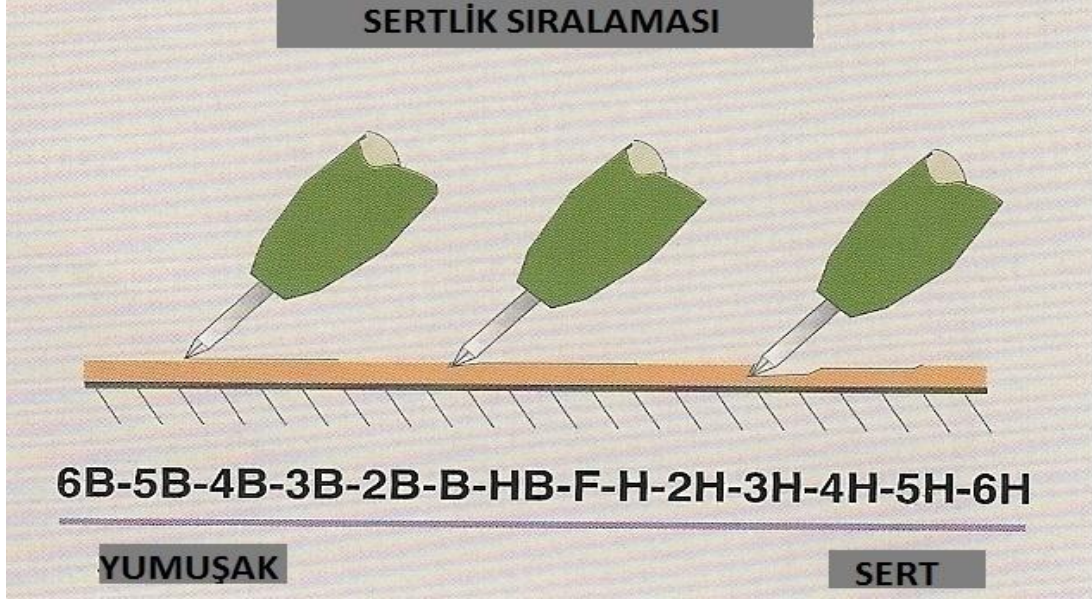
Sertlik, daha sert bir malzemeye göre mukayese edilen bir malzeme özelliğidir. Bu özellik tamamen olmasa da yeterli derecede, diğer malzeme özellikleri hakkında bizlere

fikir verir, yapılacak işler için önceden yardımcı olur. Bu açıklamaya uygun olarak sertliğin tanımını aşağıdaki gibi yapmak mümkündür. Bir malzemenin, kendisinden daha sert başka bir malzemenin batmasına, çizmesine karşı gösterdiği dirence sertlik denir (Megep 2006).

2.5.3.1. Çizilmeye Karşı Direnç Esasına Dayalı Sertlik Testleri

Çizilmeye karşı direnç esasına göre çalışan sertlik testlerinde; prensip olarak katmanlar belirli ağırlık ve açılar altında sert çiziciler ile çizilmeye çalışılır. Değişik metotlarda farklı çizicilerin kullanıldığı görülmekle beraber, çoğunlukla metal çiziciler tercih edilmektedir. Çizme işlemi iki şekilde yapılmaktadır. Ya çizici sabit, panel hareketli veya panel sabit çizici hareketli olabilir. Her ikisinde de çizme işlemi belirli bir uzunluğa kadar devam ettirilir. Ağırlıklı yüzey çizilme testlerini gerçekleştiren cihazlarda, çizme çizilme sırasındaki gerilim-gerinim değerlerinin, ağırlık miktarına göre kayıtları ve yüzeydeki mikroskobik gözlem sonuçları ile polimerim kaplamaların çizilme dirençleri belirlenmektedir (Tunçgenç 2004).

Bu testlerinin en yaygınını “Kalem Sertliği Testleri” oluşturur. Sertleşmiş vernik katmanı; artan sertliklerde standart kalemlerle yüzeye 30°-45° açı yapacak şekilde tutularak itilmek suretiyle çizilmeye çalışılır; zig zag boyları en az 6.5 mm olmalıdır (Sönmez 1989). Kalem sertlikleri yumuşaktan sert olanına doğru (Şekil 2.21) sıralanırlar. Katmanı ilk çizen kalemde bir kademe daha yumuşak olan kalemin kodu katmanın kalem sertliği olarak belirtilir (TS 7385).



Şekil 2.21. Standart kalem sertlikleri yumuşaktan sert olana doğru sıralanması

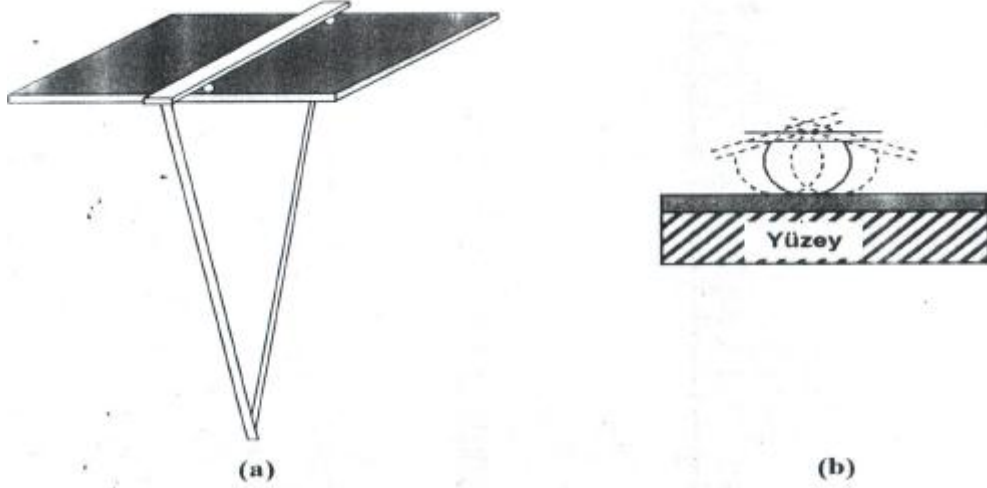
2.5.3.2. Sert Bir Maddenin Batmasına Karşı Direnç Esasına Dayalı Sertlik Testleri

Bu sertlik testlerinde, organik kaplamaya göre çok daha sert bir ucun, kontrollü bir kuvvet kullanılarak katman içine doğru itilmesi karşısında, yüzey işleme sisteminin hangi noktaya kadar direnebildiği ölçülür. Bu seride yer alan testlerin, organik kaplama katmanlarına göre çok daha kalın polimerik malzemelerin sertliklerinin ölçülmesinde kullanılmaları daha yaygındır. Kare prizma şeklindeki ucun, katman içine 1 dakika sonra ne kadar battığının bulunması esasına göre genellikle oto lastik üretimlerinde kullanılır. Kaplama sektöründe de kullanılan testler arasındaysa; Buchholz sertlik testi, Tukon veya Knoop sertlik testi ve Fischer Mikro-Batma (micro indentation) testi sayılabilir. Üç test de uçların katmana batması için güç uygulanarak gerçekleştirilir. İşlerinde en yaygın kullanılanı olan Buchholz testinde yüzey işleme katmanı üzerinde yürütülen keskin kenarlı tekerleğin, üzerindeki ağırlığın etkisiyle katmanda açtığı V kesitli oyuğun derinliği ölçülerek katman sertliği belirlenir (Tunçgenç 2004).

2.5.3.3. Periyodik Deformasyon Karşısında Yorulma Direnci Esasına Dayalı Sertlik Testleri

Bu yaklaşımın nasıl çalıştığını daha iyi anlatmak için, Avrupa’da ve ülkemizde en yaygın uygulanan test olan “Sarkaç Sertliği Testi” veya “Sarkaç Sönümlenme Testi’ni açıklamak uygun olacaktır. Sarkaç Sertliği Testi’nde, yarı küre biçimli iki temas noktası aracılığıyla yüzey işleme sistemi katmanının üst yüzeyine temas eden bir sarkaç

(Şekil 2.22), belli bir genişlikten başlayarak salınmaya baslar. Yarı küre biçimli çelik toplar, sarkacın hareketine bağlı olarak konum değiştirir ve sarkacın salınım periyodu dolunca tekrar aynı basma noktasına dönerler (Tunçgenç 2004).



Şekil 2.22. a) Sarkaç sertliği cihazının şematik görünümü; b) Salınım boyunca iki yana “yuvarlanan” yarı küre biçimli çelik topların, yüzey işleme katmanı üzerindeki basma noktalarının değişmesinin görüntüsü (Tunçgenç 2004).

Yüzey işleme katmanı, kendi esnekliği ölçüsünde çelik topu iter. Katmanın, çelik topun etkisini aynı ölçüde esnek bir tepkiyle karşılayamamasına bağlı olarak sarkacın salınım genişliği giderek sönümlenir ve bir süre sonra sarkaç durur. Durma süresince sayılan salınım miktarı sertliği belirler. Avrupa’da yaygın olan sarkaç testlerinin yanı sıra, Kuzey Amerika’da da, aynı ilkeye göre çalışan Sward Rocker Testi yaygındır. Bu testte, hacıyatmaz adı verilen oyuncakları andıran, yüzey üzerinde periyodik salınımlar yapabilen küçük bir portatif aygıt kullanılır. Sward Rocker aygıtı, portatif olması nedeniyle laboratuvar dışında da kullanılabilme pratikliğine sahiptir (Tunçgenç 2004).

Sarkaç kütlesi ve topların büyüklükleri açısından iki ayrı sarkaç testi yaygın olarak kullanılmakta olup, kullanılan pandülün türüne göre salınım başlangıç ve durma noktaları farklılık gösterir. Bunlar Köning sarkacı 6° den 3° ye ve Persoz sarkacı 12° den 4° ye kadar olan salınımlar sayılarak yapılan testlerdir (ASTM D 4366).

2.6. LİTERATÜR ÖZETİ

Sudiyani et. al. (2003), ağaç malzeme yüzeyindeki koruyucu katmanın bozunması durumunda, yüzeye gelen UV ışınların ve suyun, hücre çeperlerindeki lignin-hemiselüloz tahribatında önemli rol oynadığını, bunun ağaç malzemedeki renk değişikliğine sebep olduğunu ve değişimde ilk aşamanın ligninin bozulması şeklinde meydana geldiğini vurgulamıştır.

Anderson et. al. (1991) yaptıkları çalışmada harici etkiler altında odunda rengin çok hızlı bir şekilde değiştiğini, genellikle odundaki renk değişikliklerinin odun ekstraktifleri ve ligninin kimyasal bozunmasından dolayı sarı ve kahverengi tonlarında olduğunu bildirmişlerdir.

Temiz (2005), renk değişiminin sıcak iklimlerde birkaç ay içinde gerçekleştiğini, bazı ağaç türlerinde ise parlaklığın bir ay sonunda belirgin bir şekilde azaldığını belirtmiştir.

Bir Budist tapınağının dış hava koşullarına maruz kalmış, çam ağacından yapılmış pencerelerinin ultrastrüktürel özellikleri TEM ve UV mikroskopları ile incelenmiştir. Çalışma sonucunda; ağaç malzemenin hücrelerinin hem orta lamelinin hem de sekonder çeper iç tabakasında (S₃) bozunma ve ayrışma gözlenmiştir. Bunun yanında daha çok bozunma ve ayrışma olan yüzeylerde sekonder çeper dış tabakasındaki (S₁) delemantasyonlarında eşlik ettiği belirtilmiştir. Sekonder çeper orta tabakasının (S₂) aşınmaya karşı en büyük direnci gösterdiği fakat hücre duvarı matrisindeki bozunmadan dolayı parçalandığı belirtilmiştir (Kim et. al. 2008).

Biblis (2000), Amerika Alabama'da yaptığı çalışmada; farklı ağaç malzeme ve türlerinin yüzey kalitesine ve yapısal özelliklerine dış hava koşullarının etkisini 6 yıl maruz bırakarak belirlemiştir. Bütün malzemelerin yüzeylerinin çatladığını ve ayrıştığını belirtmiştir.

Kalnins and Feist (1993) yaptıkları çalışmada; video kayıt sistemini kullanarak ağaç malzemenin dış hava koşullarında ıslanabilirliğin etkisini ölçmüştür. Çalışma boyunca örnekleri 77⁰'den 51⁰'ye daha sonra 0⁰'ye kadar düşürmüştür. Sonuç olarak; ıslanabilirliğin yüzeyin bozunmasına katkıda bulunan bir faktör olduğunu belirtmiştir.

Sandberg and Söderström (2006) çam ve ladin malzemelerinin dış hava koşullarında teğet ve radyal yüzelerinde meydana gelen yıkımlanmayı (bozunma ve çatlak) araştırmıştır. Radyal ve teğet yüzeler ayrışmaya karşı farklı tepkiler göstermiştir. Teğet yüzey radyal yüzeye karşılaştırıldığında her iki türde daha fazla sayıda ve genişlikte yıkımlanma olduğu görülmüştür. Teğet yüzeyde hem yaz odununda hem de ilkbahar odununda çatlaklar gözlenmiştir. Fakat radyal yüzeyde çatlakların yıllık halka kenarlarında yaygın olduğu görülmüştür. Orta lameldeki bozunmanın sıklıkla teğet yüzeyde yaz odununda görüldüğünü belirtmiştir.

Dış hava koşullarının etkisi yada çürüme sebebi ile trahee/traheidlerde yada hücre duvarı liflerinde meydana gelen bozunma da çatlakların büyümesinin sekonder çeper orta tabakası (S₂) mikrofibrillerinin düz bir sıra izlemesinden kaynaklanabileceği belirtilmiştir. Bu çatlakların çürüklük boşlukları yada hücre duvarı bozunmaları ile ilgili olabileceği ve ıslanma-kuruma döngüsünün etkisinden kaynaklanabileceği ifade edilmiştir (Nilsson and Daniel 1990).

12 ay dış ortam şartlarında bırakılan sarıçam örneklerine %18'lik NaOH+H₂O₂, NaSiO₃+H₂O₂ ve Ca(OH)₂+H₂O₂ çözelti grupları ile renk açma işlemi yapılmış ve tekrar 12 ay açık hava şartlarına maruz bırakılması sonucunda, dış ortam şartları örneklerin renklerinde farklılaşmaya sebep olurken, çözelti grupları bu olumsuz etkiyi gidermiş ve doğal kontrol örneklerindeki renk değerlerine yakın sonuçlar verdiği ifade edilmiştir (Budakçı 2006).

“Açık hava koşullarında bırakılmış sarıçam (*Pinus Sylvestris* Lipsky) odununda renk açma işleminin sertlik ve parlaklığa etkisi” isimli çalışmada örnekler 12 ay dış ortam şartlarında bırakıldıktan sonra % 18'lik NaOH+H₂O₂, NaSiO₃+H₂O₂ ve Ca(OH)₂+H₂O₂ çözelti grupları ile renk açma işlemi yapılmıştır. Yapılan işlemler sonrasında, dış ortam şartlarının ağaç malzeme sertlik, liflere paralel ve dik parlaklık değerlerini azaltıcı, dış ortam sonrası uygulanan renk açma işleminin ise arttırıcı etki yaptığı belirtilmiştir. (Budakçı ve Atar 2001).

Sarıçam (*Pinus silvestris* L.), doğu kayını (*Fagus orientalis* L.), dişbudak (*Fraxinus excelsior* L.) ve sapsız meşe (*Quercus petraea* Spp.) üzerinde, sodyum hidroksit + hidrojen peroksit, sodyum hidroksit + kalsiyum hidroksit + hidrojen peroksit, hipoklorit ve hidroklorik asitin renk açma uygunlukları belirlenmiştir. Kayın ağacında en iyi renk

açıcı olarak NaOH+H₂O₂, çam ağacında NaOH + Ca(OH)₂ + H₂O₂, dişbudak ağacında NaOH+H₂O₂ ve meşe ağacında Ca(OH)₂ + H₂O₂ çözeltileri tespit edilirken çam ağacında HClO çözeltisi, diğer ağaç türlerinde ise HCl çözeltisi en başarısız sonucu verdiği bildirilmiştir (Uysal ve diğ. 1999).

Söğütü ve Sönmez (2006), Akasya, armut, kestane, sapsız meşe ve toros sediri odunu örneklerine değişik koruyucularla işlem uyguladıktan sonra UV ışınlarının renk değiştirici etkilerini araştırmıştır. Araştırma sonuçlarına göre; yağ, mum ve cila ağaç malzemelerin rengini UV ışınlarına karşı koruyamamıştır. En az renk değişiminin sıvı parafinde elde edildiğini bildirmiştir.

Özçifçi (2001) çeşitli kimyasal maddelerle rengi açılan sapsız meşe (*Quercus sessiliflora* Salisb.) odununun alev kaynaklı ve alev kaynaksız yanma özelliklerini belirlemek amacıyla yaptığı yanma deneyleri sonucunda; en fazla ağırlık kaybı II. çözeltide (NaOH), en fazla O₂ değişim miktarı III. çözeltide (H₂O₂), en fazla CO değişim miktarı IV. çözeltide (NH₃+H₂O₂), en fazla sıcaklık artışı ve CO₂ miktarı I. çözeltide (C₂O₄H₂), en fazla kül miktarını II. çözeltide (NaOH elde edilmiştir. Hidroklorik asitin tek başına renk açmada kullanılamayacağı, ancak uygun çözeltilerle düşük oranlardaki konsantrasyonlarda kullanılabileceği vurgulamıştır.

Sönmez ve Budakçı (1999) işlem görmemiş (doğal) ve vernikli ağaç malzemenin açık hava şartlarına karşı davranışını araştırdığı çalışmada, sarıçam (*Pinus sylvestris* Lipsky) odunundan hazırlanmış verniklenmiş örneklere önce koruyucu zehirli kimyasal madde (Pinoteks ve Immersol WR-2000) daha sonra Hicson Decor firma adı ile bilinen sentetik vernik uygulamıştır ve 12 ay açık hava şartlarına maruz bırakılmıştır. Araştırma sonucuna göre; doğal örneklerin kimyasal yapısında vernikli örneklerden daha fazla bozunma olduğu belirtilmiştir.

Özçifçi ve diğ. (1999) yaptıkları çalışma sonucunda; araştırmada kullanılan ağaç türlerinden naturel sarıçam en parlak yüzeyi verirken kayın ve meşe ağaçları en mat yüzeyi vermiştir. Çeşitli kimyasallarla rengi açılan ağaçlarda, en parlak yüzey NaOH+Ca(OH)₂+H₂O₂ çözeltisi ile rengi açılan sarıçam ağacında tespit edilirken en mat yüzey HCl çözeltisi ile rengi açılan kayın ağacında tespit edildiği belirtilmiştir.

Sarıçam (*Pinus sylvestris* Lipsky) odunundan emprenyeli (Tanalith-CBC and Imersol-WR2000) ve emprenyesiz hazırlanan deney örneklerine % 18'lik konsantrasyondaki NaOH + H₂O₂ (Ç1), NaOH + Ca(OH)₂ +H₂O₂ (Ç2), NaOH + MgSO₄ + H₂O₂ (Ç3), NaHSO₃ + H₂C₂O₄2H₂ (Ç4), NaSiO₃ + H₂O₂ (Ç5) ve KMnO₄ +NaHSO₃ + H₂O₂ (Ç6) çözelti grupları ile renk açma işlemi uygulanmıştır. Ağaç malzeme yüzey sertliği; verniksiz örneklerde en yüksek 5. grup çözeltide (29,67 salınım), en düşük 4. grup çözeltide (26,67 salınım) elde edilmiştir. Çözelti grupları ile işlem gören örneklerin sertlikleri kontrol örneklerine göre daha az çıkmıştır. Buna göre; renk açma için uygulanan tüm çözelti grupları yüzey sertliğini azaltıcı etki yapmıştır. Renk açma işlemi gören örneklerde yüzey sertlik değeri; emprenyeli örneklerde işlem görmemiş kontrol örneklere göre daha yüksek çıktığı bildirilmiştir (Atar ve diğ. 2003).

Kayın (*Fagus orientalis* Lipsky), sarıçam (*Pinus sylvestris* Lipsky), meşe (*Quercus petraea* Lieble), kestane (*Castanea sativa* Mill) paneller üzerinde sentetik, selülozik, poliüretan ve asit sertleştiricili vernikler ile sentetik beyaz opak boya denemeye tabi tutulmuştur. Meşe ve kestane panelleri harici etkilere dayanıklı ağaç türleri olarak tespit edildiği bildirilmiştir (Özen ve Sönmez 1999).

Hidrojen peroksit ile renk açma işlemi uygulanan huş ağacı beyaz ve hafif kırmızımsı bir renk değişikliğine uğramıştır. Aynı zamanda, renk açma işlemi uygulanmış örneklerin yüzeylerinin gözenekliliği ve pürüzlülüğü artmıştır. Rengi açılan örneklerin, hücre duvarı sekonder çeperi liflerinde küçük ölçekli kusurlar saptanmıştır. Rengi açılmış örneklerin sertlik değerlerini, hücre duvarı sekonder çeperi liflerinin bozunmasının etkilediği tespit edilmiştir. Örneklerin H₂O₂ ile renk açma işleminden sonra sertliklerinin arttığı belirtilmiştir (Mononen et. al. 2005).

Sarıçam (*Pinus sylvestris* Lipsky) ve Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) odunlarının dış hava şartlarından sonra renk değişikliklerini saptamak için yapılan çalışmada, Öncelikle, örnekler %25'lik NaOH ve %17.5'lik H₂O₂ solisyonları ile renk açma işlemi uygulanmıştır. Daha sonra örnekler poliüretan ve sentetik vernik uygulanmış ve 12 ay dış hava şartlarına maruz kalmıştır. Renk açmanın numuneleri eski renklerine geri döndürmesi ve solisyonların harici etkileri azaltmasına rağmen renk farklılıklarının nedeni anlaşılmıştır. Bununla birlikte, renk açma işlemi uygulanmış 12 ay dış hava şartlarında bekletilmiş numuneler doğal kontrol örneklerine göre daha fazla renk bozunmasına uğramıştır (Özçifçi ve Özbay 2010).

Farklı bir çalışmada; % 25' lik konsantrasyondaki NaOH + H₂O₂ (I. çözelti) ve NaSiO₃ + H₂O₂ (II. çözelti) grupları ile renk açma işlemi yapılmıştır. Naturel örnekte kırmızı renk tonu değeri (4,725) olurken, çözelti gruplarına göre en yüksek II. grup çözeltide (8,185), en düşük I. grup çözeltide (4,326) elde edilmiştir. Çalışmada kimyasal maddelerle işlem görmeyen veya verniklenmeyen örneklerde de renk koyulaşması olduğu tespit edilmiştir. Bu bağlamda renk açıcı olarak kullanılan I. grup çözelti kırmızı renk tonu değerini azaltırken II. grup çözelti arttırmıştır. Bu durum II. Grup çözeltinin kırmızı renk pigmentlerine etkisinin zayıf kalmasından kaynaklanabileceği belirtilmiştir (Özçifçi ve Atar 2002).

Miklečić and Jirioš-Rajković (2011) yaptıkları hızlandırılmış yaşlandırma deneyinde; kayın ağacı örneklerine sitrik asit tadil edilmiştir. Sitrik asit tadil edilmiş örnekler boyalı ve boyasız 56 gün yaşlandırılmıştır ve yaşlandırma sonucu değişim özellikleri incelenmiştir. Sonuç olarak; toplam renk değişiminde boyalı örnekler doğal örneklere göre daha az renk değiştirmiştir. Yaşlandırma süresince sitrik asit tadil edilmiş örnekler ile sitrik asit tadil edilmiş ve boyanmış örneklerin parlaklık değişimi benzerlik göstermiştir. Sitrik asit tadil edilmiş örneklerin, sitrik asit tadil edilmiş ve boyanmış örneklere göre daha iyi yaşlandırma performansı gösterdiğini vurgulamıştır.

Bhat et. al. (2010) yaptığı çalışmada; akasya türleri çeşitli kimyasallarla işleme tabi tutulmuş ve bir yıl açık hava etkilerine maruz bırakılmıştır. Çalışma sonucunda; malzemelerde ağırlık kaybının meydana geldiğini, ağırlık kaybının yüzeyde meydana gelen pürüzlenme ve çatlaklardan degrade olan ligninin yıkanması ile oluştuğunu belirtmiştir ve ağırlık kaybının kısmen mikrobiyal zararlar sonucunda olduğunu vurgulamıştır. Kimyasallarla işlem görmüş örneklerin doğal örneklere göre daha hızlı renk değişimine uğradığını ve 12 ay sonunda hem doğal hemde işlem görmüş örneklerin renklerinin grileştiğini belirtmiştir. 1 yıl dış hava koşullarının etkisi sonucunda işlem görmemiş doğal örneklerinin orta lamellerinde, hücre lümenlerinde ve hücre duvarlarında bozunmaların meydana geldiğini belirtmiştir.

Ağaç malzemeler açık hava koşullarında doğrudan güneş ışınlarına maruz kalarak grileşmesi üç aşamada meydana gelir. Birinci aşamada, hücre duvarı polimerlerinin UV ışınlar tarafından bozunması ve UV ışınlarının degradasyonuna en duyarlısı ligninin bozunması ile holoselülozda önemli degradasyonların meydana gelmesidir. İkinci aşamada, bu degradasyon sonucunda oluşan ürünlerin yağmurla yıkanmasıdır. Bu

aşamada steril şartlarda yüzeydeki selüloz nedeniyle beyazlanma oluşur. Üçüncü aşamada, degrade olmuş yüzeyde lignin, holoselüloz ve türeyen şeker ile fotobozunmayı katalizleyebilecek renk değiştirici mantarların kolonilerinin oluşmasının olduğu belirtilmiştir (Ghosh et. al. 2009)

Ağaç malzemedeki renk değişimi fotobozunma süresince odundaki kimyasal değişimleri yansıtmaktadır. Lignoselülozik malzemelerin sararması ve ağaç malzeme yüzeyindeki lignin ve hemiselülozdaki değişimler bunu göstermektedir. Fotokimyasal reaksiyonlar sonucu ağaç malzeme yüzeyindeki renk değişimlerinin en önemlisi başta lignin olmak üzere kromoforik gruplardır. Ligninin ışığı iyi absorpladığı, fotokimyasal ve yapısal değişikliklere neden olduğu vurgulanmaktadır (Pandey 2005).

Sharratt et. al. (2009) güneş ışınları ile çam ağacında yaptıkları hızlandırılmış yaşlandırma; renk değişiminin yaşlandırmanın ilk aşamalarında başladığını belirtmiştir. Renk değişiminin ağaç malzemedeki meydana gelen değişimlerden kaynaklandığını ve yüzeyden 100 µm altında gerçekleştiğini vurgulamıştır. Fotobozunmanın ağaç malzeme yüzeyinde uçucu zehirli gazların oluşmasına ve yüzeyden ayrılmasına öncülük ettiğini belirtmiştir. Fotodegradasyonun karbondioksit, karbonmonoksit, su ve ligninin demetilasyonu sonucu metanol oluşturduğunu vurgulamıştır.

Chang et. al. (2010) ağaç malzemenin fotobozunmasına ekstraktif maddelerin etkilerini belirlemeye yönelik yaptığı çalışmada; ekstraktif maddelerin ağaç malzeme yüzeyinin fotobozunmasında önemli bir rol oynadığını ve ağaç malzeme yüzeyinin bozunmasını azalttığını vurgulamıştır.

Huang et. al. (2012) ağaç malzemenin % 20-30 arasında lignin ihtiva ettiğini belirtmiştir. Ligninin ihtiva oranının saptanmasının değerlendirilmede ve uygulamada bilgi verdiğini vurgulamıştır. Ağaç malzemenin sertliği, renk açılabilirliği ve renk gibi diğer özelliklerinin lignin oranı ile ilgili olduğunu bildirmiştir. Açık hava koşullarının etkisi ile bozunmada ligninin diğer bileşiklere göre en önemli bileşik olduğunu vurgulamıştır.

Müller et. al. (2003) ladin ağacında UV ışınları ile yaptıkları yaşlandırma çalışması sonucunda: ligninde bozunmanın UV ışınlarının absorplanması ve $-CH_2-$ yada $-CH(OH)-$ gruplarının fotooksidasyonu ile başladığını belirtmiştir. Bu reaksiyonların birleşmesi sonucunda ağaç malzeme yüzeyinin sarardığını vurgulamıştır.

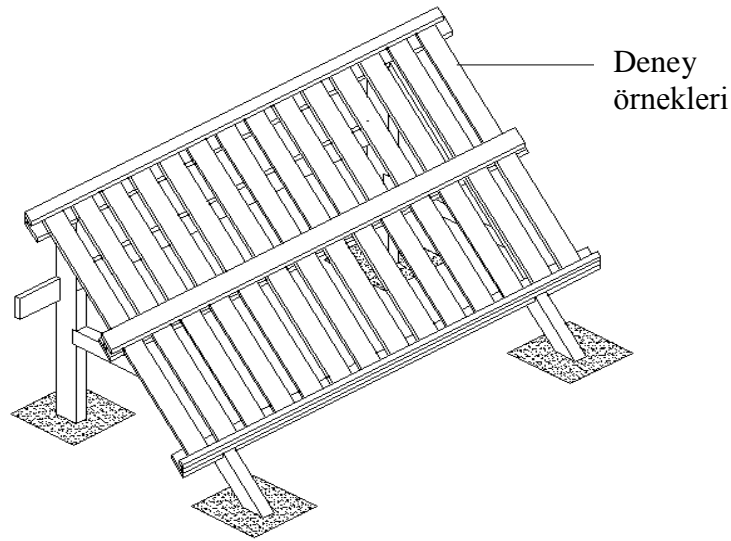
3. MATERYAL VE METOT

3.1. AĞAÇ MALZEME

Bu araştırmada, doğrama ve mobilya endüstrisinde yaygın kullanımından dolayı sarıçam (*Pinus sylvestris* Lipsky), doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky), sapsız meşe (*Quercus petraea* Lieble) ve Anadolu keştanesi (*Castenea sativa* Mill) odunları deney materyali olarak tercih edilmiştir.

Numuneler örnekleme yöntemiyle tesadüfi seçilen 1. sınıf kerestenin diri odun kısmından; düzgün lifli, budaksız, çatlaksız, renk ve yoğunluk farkı olmayan, yıllık halkaları yüzeylere dik gelecek şekilde 520x90x15 mm ölçüsünde taslak olarak kesilmiştir (ASTM D358 2006). Örnekler, sıcaklığı 20 ± 2 °C ve bağıl nemi $\%65\pm 3$ olan iklim dolabında değişmez ağırlığa ulaşıncaya kadar bekletilmiş ve daha sonra 500x80x12 mm olacak şekilde kesilmiştir. Makine işlemlerinden sonra ilk olarak 80 numara, daha sonra 100 numara zımpara ile perdah işlemleri yapılmıştır (TS 2471 1976).

Örnekler harici etkilere önceden hazırlanmış standlara 45^0 konumda, yüzleri güneye bakacak şekilde yerleştirilmiştir (Şekil 3.1) ve ASTM D1641 esaslarına göre 12 ay açık hava koşullarına maruz bırakılmıştır. En alttaki numunenin yüksekliği 50 cm olup, stand çevresinde ot vb. organik artıklar ile topraktaki su oranını gereksiz yere arttıracak ve su tutacak artıkların olmamasına özen gösterilmiştir (Garlock and Sward 1972; Sönmez ve Özen 1996).



Şekil 3.1. Deney standı

3.2. KİMYASAL RENK AÇMA MADDELERİ VE UYGULAMASI

3.2.1. Hidrojen Peroksit (H₂O₂)

Kuvvetli oksitleyici ve korosif kimyasal maddedir. Perhidrol, Hidroperoksit ve Oksidol olarak da bilinir. Piyasada %33-%50'lik çözeltiler halinde bulunur. %100 suda çözünebilir. Renksiz, kokusuz, saydam sıvı haldedir. Molekül ağırlığı 34,01 g/mol'dür. % 18'lik sulu çözeltisinin ph değeri 5,62'dir. Kaynama noktası 107 °C, erime noktası -26°C'dir. Bir litredeki ağırlığı 1,12 kg'dır. 20°C'de istenilen oranda su ile karıştırılarak hazırlanabilir (Merck 114731).

3.2.2. Sodyum hidroksit (NaOH)

Sodyum hidroksit (NaOH), beyaz kristal halde olup, çözeltisi kuvvetli reaksiyon gösterir. Higroskopik bir madde olup suda ve alkolde kolay çözünür. Alkali etkisi ile odun rengini açıcı özelliğe sahiptir. 18°C sıcaklıkta % 52 oranında çözünür ve bu esnada ısı verir. Çözünme ısısı 9,9 kcal/mol, erime noktası 322°C, yoğunluğu 1,2 g/cm³, normal çözeltinin ph değeri 14, %18'lik çözeltisinin ph değeri 12,30'dur (Merck 106482).

3.2.3. Kalsiyum Hidroksit (Ca(OH)₂)

Sönmüş kireç olarak bilinen kalsiyum hidroksit amorf ince beyaz bir tozdur. Sudaki süspansiyonuna kireç sütü, sulu çözeltisine kireç suyu denir. Birçok yerde kullanım alanı bulan en ucuz bazdır. Molekül ağırlığı 74,09 g/mol, 20 °C de 1 litre suda 1,7 gr çözünebilmekte, 550°C bozunmaktadır. Doymuş çözeltide ph değeri ~12.6'dır. Normal serin, kuru ve onaylı ambalajlarda ve depo koşullarında depolanır (Merck 102111).

3.2.4. Sodyum bisülfid (NaHSO₃)

Sülfid asidinin sodyum tuzudur ve teknikte indirgen olarak kullanılır. % 40'lık NaHSO₃ çözeltisi hafif asidik reaksiyon verir ve bisülfid poalası adını alır. Molekül ağırlığı 104,06 g/mol, kaynama noktası 146 °C, erime noktası -44 °C olup 20 °C sıcaklıkta 670 g/lit çözünür. Higroskopik olmasının yanında zehirli dağlayıcıdır (Merck 806356).

3.2.5. Potasyum Permanganat (KMnO₄)

Potasyum permanganat redox titrasyonlarında en çok kullanılan maddelerden birisidir. Ucuz ve kolay temin edilir. Hem katı hemde sıvı halde bulunur. Oksijen vererek

bozunur. Molekül ağırlığı 158,04 g/mol, erime noktası 50 °C olup, 20 °C sıcaklıkta bir litre suda 65 gr çözünür. 240 °C üzerindeki sıcaklıklarda ayrışır. Oksitlenebilme özelliği yanında yakıcı ve zehirlidir (Merck 105080).

3.2.6. Sodyum Silikat (NaSiO₃)

Silikat asitlerin sodyum tuzu ile karışımının kısmen kolloidal olan sudaki çözeltisine su camı denir. Sodyum silikat, ince toz haline getirilmiş kuvars' ın soda ile birlikte eritilmesiyle elde edilir. Piyasada genellikle sulu çözelti halinde bulunur ve alkasil olarak bilinir. Suda çözünmesi kolaydır. 20°C de 1 litre suda 100 g çözünür. Molekül ağırlığı 22,996 g/mol, erime noktası 1088°C ve 1 litre ağırlığı 1,37 kg'dır. %18'lik çözeltisinin ph değeri 12,72'dir. Redüksiyona dayalı olarak odun rengini açıcı özelliğindedir (Merck 105621).

3.2.7. Cuprinol Decking Restorer (H₂C₂O₄ + C₂H₄(OH)₂)

Dış mekan ahşap zeminler üzerinde temizleyici olarak kullanılır. Hava koşullarından dolayı renk değiştirmiş olan ahşabın doğal rengine dönmesini sağlar. Fiziksel hali sıvı ve renksizdir. Kaynama başlangıç noktası 100°C, yoğunluk 1.0' g/cm³'dür ve su ile karışabilmektedir. ISO 6mm Sınıfına göre viskozitesi <30'dur (Cuprinol SDSCR690).

Renk açıcı olarak, sodyum hidroksit (NaOH), sodyum silikat (NaSiO₃), kalsiyum hidroksit (Ca(OH)₂), hidrojen peroksit (H₂O₂), potasyum permanganat (KMnO₄), sodyum bisülfat (NaHSO₃) ile 4 çözelti grubu hazırlanmış olup, 5. çözelti olarak Cuprinol Decking Restorer (Oksalik Asit ve Etilen Glikol) karışımı Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Renk Açmada Kullanılan Çözelti Grupları

| Çözelti grupları | Kimyasal maddeler | Nötürleştirme maddeleri |
|------------------|--|---------------------------|
| 1.Grup | NaOH + H ₂ O ₂ | Asetik asit ve destile su |
| 2.Grup | NaOH + Ca(OH) ₂ | Asetik asit ve destile su |
| 3.Grup | KMnO ₄ + NaHSO ₃ + H ₂ O ₂ | Asetik asit ve destile su |
| 4.Grup | NaSiO ₃ + H ₂ O ₂ | Asetik asit ve destile su |
| 5.Grup | H ₂ C ₂ O ₄ + C ₂ H ₄ (OH) ₂ | Destile su |

Renk açmada kullanılacak kimyasal maddeler özelliklerine göre, ağırlıkça (Mg) ya da hacimce (Vml) %18 lik hazırlanmıştır (Demir 1991).

Bu maksatla, katı halde olanlar için;

$$Mg = \frac{Mç. \% M / M}{\%S} \quad (3.1)$$

Mg : İstenen çözeltinin miktarı(g)

Mç : Hazırlanması istenen çözeltinin miktarı

M/M : İstenen çözeltinin ağırlıkça yüzdesi

% S : Kimyasal maddenin % safsızlık oranı

sıvı halde olanlar için;

$$V_{ml} = \frac{Vç. \% V / V}{\%S.d} \quad (3.2)$$

V_{ml} : İstenen çözeltinin miktarı(ml)

Vç : Hazırlanması istenen çözeltinin miktarı

V/V : İstenen çözeltinin hacimce yüzdesi

d : Çözeltinin yoğunluğu(g / cm³)

eşitlikleri kullanılmıştır.

Hazırlanan çözeltiler, tozları temizlenen deney örneklerine sünger ile önce liflere paralel sonra liflere dik ve tekrar liflere paralel yönde, 100±10 ml/m² olacak şekilde tatbik edilmiştir. Çözeltiler ayrı ayrı sürülmüş, ilk sürülen çözeltinin etkisinin artması için 2 dakika bekledikten sonra ikinci çözelti uygulanmıştır. Renk açma işlemi tamamlanan numuneler, etki derinliğini arttırmak için oda sıcaklığında 2 gün bekletilip bol su ile yıkandıktan sonra asetik asit ile nötrleştirme işlemi yapılmıştır.

Cuprinol Decking Restorer ürünü ise sert kıllı bir fırça ile tozları temizlenen deney örneklerine kullanım ve uygulama direktifleri doğrultusunda güvenlik bilgileri dikkate

alınarak tatbik edilmiştir. Renk açma işleminden sonra yüzeyde oluşan lif kabarmaları ölçümlerden önce 180 numaralı zımpara kullanılarak hafifçe zımparalanmıştır.

3.3. DENEY YÖNTEMLERİ

Araştırmada, renk açıcı kimyasal maddelerin ve harici etkilerin ağaç malzemeler üzerindeki etkilerini tespit etmek amacıyla, sertlik ve parlaklık deneyleri yapılmıştır. Ölçüm öncesinde numunelerin yüzeyleri kir, toz vb. temizlemek amacıyla soğuk suyla yıkanmıştır ve yumuşak bir bezle silinerek kurulanmıştır (ASTM D1641 2004).

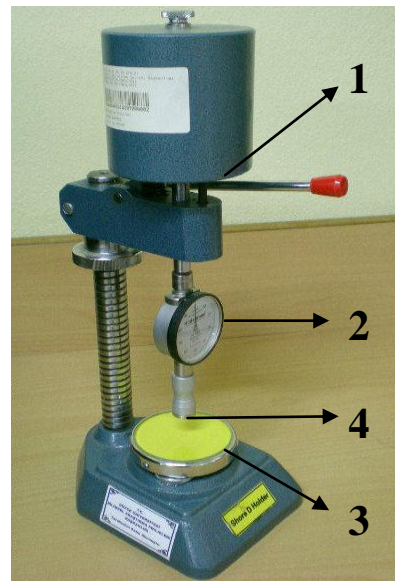
Örnekler deneylerden önce ASTM D 3924 esaslarına uygun olarak 23 ± 2 °C sıcaklık ve $\%50\pm 5$ bağıl nem ortamındaki iklimlendirme dolabında 16 saat süre ile kondüsyonlanmıştır (ASTM D 3924 2011).

Ölçümler kontrol, 12 ay açık hava koşullarında yaşlandırılmış ve rengi açılmış örnek yüzeylerinden alınmıştır.

3.3.1. Sertlik Ölçümü

Deney örneklerinin katman sertlikleri, Şekil 3.2’de gösterilen sertlik ölçme cihazı (Shoremetre - D) ile ASTM D2240’a uygun olarak belirlenmiştir. Deneylerde cihaz tablasına yerleştirilen örnek yüzeylerine Shoremetrenin ölçüm iğnesi batırılmakta, örneklerin gösterdiği direnç Shore D cinsinden cihaz göstergesinden kaydedilmektedir.

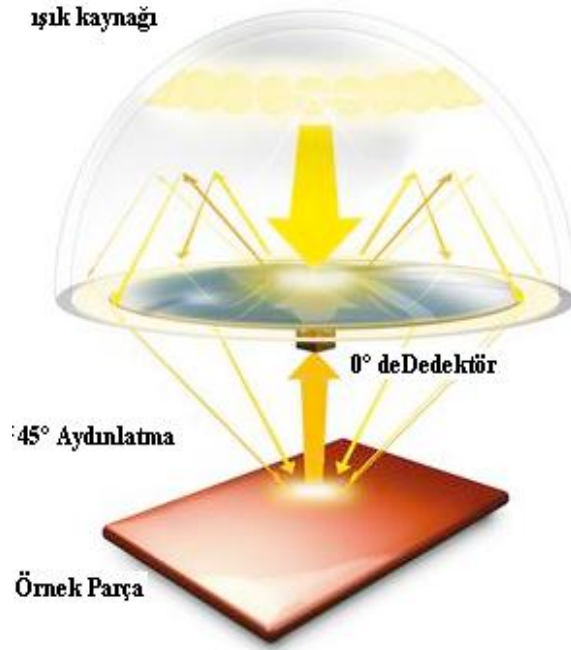
- 1-Deney Düzenegi
- 2-Sertlik Değeri Göstergesi
- 3-Cihaz Tablası
- 4-Sertlik Değeri Ölçüm İğnesi



Şekil 3.2. Sertlik ölçme cihazı (Shoremetre - D).

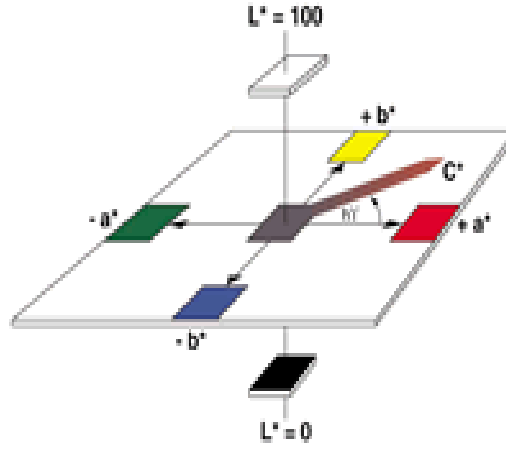
3.3.2. Renk Ölçümü

Renk ölçümlerinde ASTM-D-2244-2’de belirtilen esaslara uyulmuştur. Renk değişimleri BYK – GARDNER SPEKTRO-GUIDE 45/0 cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Standartta belirtilen $CIEL^*a^*b^*$ renk sistemine göre ölçüm yapabilen cihazın ölçme prensibi Şekil 3.3’de gösterilmiştir. Renk ölçümleri öncesinde cihaz, beyaz renge göre $a = -1,00 \pm 0,3$; $b = 0,58 \pm 0,3$; $L = 94,95 \pm 0,3$ olacak şekilde kalibre edilmiştir.



Şekil 3.3. BYK Gardner Spektro-guide 45/0 ölçüm prensibi.

$CIEL^*a^*b^*$ renk sisteminde; renklerdeki farklılıklar ve bunların yerleri L^* , a^* , b^* renk koordinatlarına göre tespit edilmektedir. Burada, L^* siyah-beyaz (siyah için $L^*=0$, beyaz için $L^*=100$) ekseninde, a^* kırmızı-yeşil (pozitif değeri kırmızı, negatif değeri yeşil) ekseninde, b^* ise sarı-mavi (pozitif değeri sarı, negatif değeri mavi) ekseninde yer almaktadır. $CIEL^*a^*b^*$ renk alanı Şekil 3.4’de gösterilmiştir.



Şekil 3.4. CIE L*a*b* renk alanı

Değişimin, rengin hangi tonunda etkili olduğunu belirlemek amacıyla kırmızı renk tonu (+a*), sarı renk tonu (+b*) ve ışıklılık değeri / renk parlaklığı (L*) değerleri birbirinden bağımsız olarak incelenmiş, ayrıca toplam renk değişimi (ΔE^*);

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}, \quad (3.3)$$

eşitliğinden yararlanılarak belirlenmiştir (Budakçı 2010).

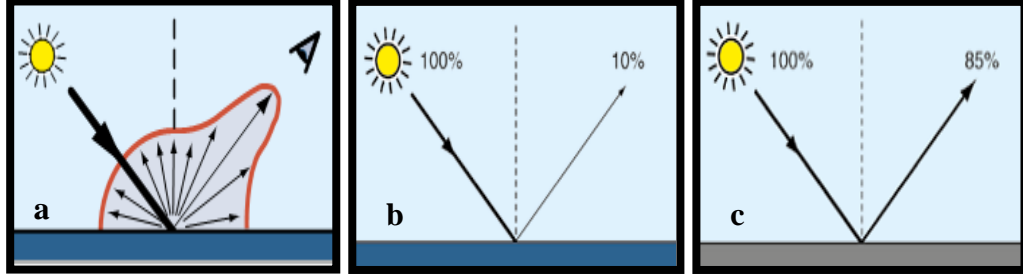
3.3.3. Parlaklık Ölçümü

Parlaklık farklılaşmasını tespit edebilmek için ilk ölçüm kontrol numunelerinde, ikinci ölçüm numuneler 12 ay dış hava şartlarında bekletildikten sonra, üçüncü ölçüm ise 12 ay dış hava şartlarında bekletilen numuneler üzerine renk açma işlemi uygulandıktan sonra yapılmıştır. Deney örneklerinin ışığı yansıtma kabiliyetlerinden yararlanılmış ve EN ISO 2813 esaslarına uyularak parlaklık ölçümleri, Şekil 3.5’de gösterilen BYK – GARDNER parlaklık ölçer (Gloss-metre) ile yapılmıştır.



Şekil 3.5. BYK – GARDNER SPEKTRO-GUIDE 45/0 renk ve parlaklık ölçer cihazı.

Ölçüm prensibi, Şekil 3.6'da gösterilen 60° 'de gönderilen ışık huzmesi örnek parça yüzeylerine çarparak yansıma gerçekleştirmektedir. Örneğin bir parça yüzeyine gönderilen %100'lük ışık huzmesi %10 oranında bir yansıma gerçekleştirmesi durumunda, parça yüzeyinin mat bir görüntüye sahip olduğu, eğer yansıyan ışık miktarı %85 oranında ise parça yüzeyinin çok parlak bir yüzeye sahip olduğu fikrini vermektedir.



Şekil 3.6. a) Gönderilen ve algılanan ışık, **b)** %100 gönderilen ışık ve %10 yansıyan ışık, **c)** %100 gönderilen ışık ve %85 yansıyan ışık (Akkuş 2012).

3.4. İSTATİSTİKİ DEĞERLENDİRME

İstatistiksel değerlendirmeler için MSTATC istatistik paket programında, iki faktör varyans analizi kullanılmıştır. Duncan testi ve LSD (en küçük önemli fark) kritik değerleri yardımıyla, doğal kontrol örnekleri ile yaşlandırılmış örneklerin, yaşlandırılmış kontrol örnekleri ile yaşlandırıldıktan sonra rengi açılmış örneklerin, doğal kontrol örnekleri ile yaşlandırıldıktan sonra rengi açılmış örneklerin karşılaştırması yapılmış, farklılığın hangi faktörlerden kaynaklandığı sorgulanmıştır.

4. BULGULAR

4.1. DOĞAL KONTROL ÖRNEKLERİ İLE YAŞLANDIRILMIŞ ÖRNEKLERİN KARŞILAŞTIRILMASI

4.1.1. Sertlik

Kontrol örnekleri ile açık hava koşullarına maruz bırakılmış (yaşlandırılmış) örneklerin sertlik ölçümlerinin aritmetik ortalama değerlerine ait veriler Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Sertlik değeri aritmetik ortalamaları

| Ağaç türü | Sertlik Değeri | | |
|-----------|----------------|----------------|-----------------|
| | | Yaşlandırılmış | Doğal (Kontrol) |
| Çam | X min | 45 | 51 |
| | X max | 49 | 58 |
| | STD Sapma | 2.83 | 4.95 |
| | \bar{x} | 46.90 | 54.50 |
| Kayın | X min | 53 | 54 |
| | X max | 56 | 58 |
| | STD Sapma | 2.12 | 2.83 |
| | \bar{x} | 54.70 | 56.10 |
| Meşe | X min | 52 | 62 |
| | X max | 56 | 66 |
| | STD Sapma | 2.83 | 2.83 |
| | \bar{x} | 53.90 | 63.90 |
| Kestane | X min | 51 | 56 |
| | X max | 55 | 62 |
| | STD Sapma | 2.83 | 4.24 |
| | \bar{x} | 52.90 | 58 |

X min: En küçük değer X max: En büyük değer STD sapma: Standart sapma \bar{x} : Aritmetik ortalama

Çizelge sonucuna göre sertlik değerleri, doğal kontrol ve yaşlandırılmış örnekler arasında farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla basit varyans analizi yapılmış ve sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Sertlik değeri varyans analizi sonuçları

| Faktör | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Ortalama Kare | F Değeri | P $\alpha=0.05$ |
|----------------|---------------------|-----------------|---------------|----------|-----------------|
| Ağaç türü (A) | 3 | 680.237 | 226.746 | 90.1474 | 0.0000* |
| Yöntem (B) | 1 | 726.012 | 726.012 | 288.6411 | 0.0000* |
| Etkileşim (AB) | 3 | 202.638 | 67.546 | 26.8542 | 0.0000* |
| Hata | 72 | 181.100 | 2.515 | | |
| Toplam | 79 | 1789.987 | | | |

*: Anlamlı

Doğal kontrol ve yaşlandırılmış örneklerin karşılaştırılmasına ilişkin varyans analiz çizelgesine göre, ağaç türü, yöntem faktörü ve bu faktörlerin karşılıklı etkileşimleri anlamlı çıkmıştır ($\alpha=0,05$). Daha sonra LSD kritik değeri kullanılarak ağaç türü düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.3’ de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Ağaç türü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları

| Ağaç Türü | | | | | | | |
|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Çam | | Kayın | | Meşe | | Kestane | |
| \bar{x} | <i>HG</i> | \bar{x} | <i>HG</i> | \bar{x} | <i>HG</i> | \bar{x} | <i>HG</i> |
| 50.70 | C | 55.40 | B | 58.90 | A* | 55.45 | B |
| LSD \pm 0.9997 | | | | | | | |

\bar{x} : Aritmetik ortalama *HG*: Homojenlik grubu *: En yüksek sertlik değerini ifade etmektedir.

Çizelge 4.3’e göre ağaç türü düzeyinde sertlik değeri en yüksek meşede, en düşük çamda elde edilmiştir. Yapılan karşılaştırmada kayın ve kestane malzemelerde sertlik değeri açısından farklılık gözlenmemiştir.

Yöntem faktörü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.4’ de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Yöntem düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları

| Yöntem | | | |
|------------------|-----------|----------------|-----------|
| Doğal (Kontrol) | | Yaşlandırılmış | |
| \bar{x} | <i>HG</i> | \bar{x} | <i>HG</i> |
| 58.13 | A* | 52.10 | B |
| LSD \pm 0.7069 | | | |

\bar{x} : Aritmetik ortalama *HG*: Homojenlik grubu *: En yüksek sertlik değerini ifade etmektedir.

Çizelge 4.4’e göre, doğal kontrol örneklerinin sertlik değerinin, yaşlandırılmış örneklerden yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Ağaç türü-yöntem faktör etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.5’ de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Ağaç türü-Yöntem etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları

| Ağaç türü | Yöntem | Doğal (Kontrol) | | Yaşlandırılmış | |
|-----------------|--------|-----------------|----|----------------|----|
| | | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG |
| Çam | | 54.50 | D | 46.90 | F |
| Kayın | | 56.10 | C | 54.70 | CD |
| Meşe | | 63.90 | A* | 53.90 | DE |
| Kestane | | 58.00 | B | 52.90 | E |
| LSD \pm 1.414 | | | | | |

\bar{x} : Aritmetik ortalama HG: Homojenlik grubu *: En yüksek sertlik değerini ifade etmektedir.

Buna göre, sertlik değeri en yüksek meşe kontrol örneklerinde, en düşük yaşlandırılmış çam örneklerde tespit edilmiştir.

4.1.2. Parlaklık

Doğal kontrol örnekler ile yaşlandırılmış örneklerin parlaklık ölçümlerinin aritmetik ortalama değerlerine ait veriler Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Parlaklık değeri aritmetik ortalamaları

| Ağaç türü | | Parlaklık Değeri | |
|-----------|-----------|------------------|-----------------|
| | | Yaşlandırılmış | Doğal (Kontrol) |
| Çam | X min | 0.40 | 3.81 |
| | X max | 0.90 | 5.43 |
| | STD Sapma | 0.35 | 1.15 |
| | \bar{x} | 0.74 | 4.44 |
| Kayın | X min | 0.80 | 2.45 |
| | X max | 1.30 | 3.33 |
| | STD Sapma | 0.35 | 0.62 |
| | \bar{x} | 1.03 | 2.88 |
| Meşe | X min | 0.60 | 2.08 |
| | X max | 1.00 | 3.90 |
| | STD Sapma | 0.28 | 1.29 |
| | \bar{x} | 0.78 | 2.90 |
| Kestane | X min | 0.70 | 3.47 |
| | X max | 1.40 | 4.11 |
| | STD Sapma | 0.49 | 0.45 |
| | \bar{x} | 1.04 | 3.77 |

X min: En küçük değer X max: En büyük değer STD sapma: Standart sapma \bar{x} : Aritmetik ortalama

Çizelge sonucuna göre parlaklık değerleri, doğal kontrol ve yaşlandırılmış örnekler arasında farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla basit varyans analizi yapılmış ve sonuçları Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Parlaklık değeri varyans analizi sonuçları

| Faktör | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Ortalama Kare | F Değeri | P $\alpha=0.05$ |
|----------------|---------------------|-----------------|---------------|-----------|-----------------|
| Ağaç türü (A) | 3 | 7.549 | 2.516 | 22.5497 | 0.0000* |
| Yöntem (B) | 1 | 136.242 | 136.242 | 1220.9887 | 0.0000* |
| Etkileşim (AB) | 3 | 9.915 | 3.305 | 29.6191 | 0.0000* |
| Hata | 72 | 8.034 | 0.112 | | |
| Toplam | 79 | 161.740 | | | |

*: Anlamlı

Doğal kontrol ve yaşlandırılmış örneklerin karşılaştırılmasına ilişkin varyans analiz çizelgesine göre, ağaç türü, yöntem faktörü ve bu faktörlerin karşılıklı etkileşimleri anlamlı çıkmıştır ($\alpha=0,05$). Daha sonra LSD kritik değeri kullanılarak ağaç türü düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.8’ de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Ağaç türü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları

| Ağaç Türü | | | | | | | |
|------------------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|
| Çam | | Kayın | | Meşe | | Kestane | |
| \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG |
| 2.590 | A* | 1.965 | B | 1.845 | B | 2.410 | A* |
| LSD \pm 0.2110 | | | | | | | |

\bar{x} : Aritmetik ortalama HG: Homojenlik grubu *: En yüksek parlaklık değerini ifade etmektedir.

Çizelge 4.8’e göre ağaç türü düzeyinde parlaklık değeri en yüksek çam ve kestane de en düşük kayın ve meşede elde edilmiştir. Yapılan karşılaştırmada kayın ile meşe ve çam ile kestane malzemeler arasında parlaklık değeri açısından farklılık gözlenmemiştir.

Yöntem faktörü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.9’ da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Yöntem düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları

| Yöntem | | | |
|------------------|----|----------------|----|
| Doğal (Kontrol) | | Yaşlandırılmış | |
| \bar{x} | HG | \bar{x} | HG |
| 3.507 | A* | 0.8975 | B |
| LSD \pm 0.1492 | | | |

\bar{x} : Aritmetik ortalama HG: Homojenlik grubu *: En yüksek parlaklık değerini ifade etmektedir.

Çizelge 4.9’a göre, doğal kontrol örneklerinin parlaklık değerinin, yaşlandırılmış örneklerden yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Ağaç türü-yöntem faktör etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.10’ da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Ağaç türü-Yöntem etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları

| Ağaç türü | Yöntem | Doğal (Kontrol) | | Yaşlandırılmış | |
|------------------|--------|-----------------|----|----------------|----|
| | | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG |
| Çam | | 4.440 | A* | 0.7400 | D |
| Kayın | | 2.900 | C | 1.030 | D |
| Meşe | | 2.910 | C | 0.7800 | D |
| Kestane | | 3.780 | B | 1.040 | D |
| LSD \pm 0.2984 | | | | | |

\bar{x} : Aritmetik ortalama HG: Homojenlik grubu *: En yüksek parlaklık değerini ifade etmektedir.

Buna göre, parlaklık değeri en yüksek herhangi bir işleme maruz kalmamış çam doğal kontrol örneklerinde, en düşük yaşlandırılmış tüm ağaç malzemelerde tespit edilmiştir.

4.1.3. Kırmızı Renk Değeri (+a)

Doğal kontrol örnekler ile yaşlandırılmış örneklerin kırmızı renk değeri ölçümlerinin aritmetik ortalama değerlerine ait veriler Çizelge 4.11’de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Kırmızı renk değeri aritmetik ortalamaları

| Ağaç türü | | Kırmızı Renk Değeri | |
|-----------|-----------|---------------------|-----------------|
| | | Yaşlandırılmış | Doğal (Kontrol) |
| Çam | X min | 1.26 | 5.64 |
| | X max | 1.66 | 8.18 |
| | STD Sapma | 1.80 | 0.28 |
| | \bar{x} | 1.44 | 6.87 |
| Kayın | X min | 1.48 | 11.60 |
| | X max | 2.02 | 12.68 |
| | STD Sapma | 0.76 | 0.38 |
| | \bar{x} | 1.77 | 12.05 |
| Meşe | X min | 1.18 | 8.92 |
| | X max | 2.67 | 10.04 |
| | STD Sapma | 0.79 | 1.05 |
| | \bar{x} | 1.65 | 9.60 |
| Kestane | X min | 1.76 | 6.11 |
| | X max | 2.92 | 7.08 |
| | STD Sapma | 0.69 | 0.82 |
| | \bar{x} | 2.16 | 6.54 |

X min: En küçük değer X max: En büyük değer STD sapma: Standart sapma \bar{x} : Aritmetik ortalama

Çizelge sonucuna göre kırmızı renk değerleri, doğal kontrol ve yaşlandırılmış örnekler arasında farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla basit varyans analizi yapılmış ve sonuçları Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Kırmızı renk değeri varyans analizi sonuçları

| Faktör | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Ortalama Kare | F Değeri | P $\alpha=0.05$ |
|----------------|---------------------|-----------------|---------------|-----------|-----------------|
| Ağaç türü (A) | 3 | 98.233 | 32.744 | 186.7697 | 0.0000* |
| Yöntem (B) | 1 | 983.012 | 983.012 | 5606.9998 | 0.0000* |
| Etkileşim (AB) | 3 | 104.719 | 34.906 | 199.1012 | 0.0000* |
| Hata | 72 | 12.623 | 0.175 | | |
| Toplam | 79 | 1198.587 | | | |

*: Anlamlı

Doğal kontrol ve yaşlandırılmış örneklerin karşılaştırılmasına ilişkin varyans analiz çizelgesine göre, ağaç türü, yöntem faktörü ve bu faktörlerin karşılıklı etkileşimleri anlamlı çıkmıştır ($\alpha=0,05$). Daha sonra LSD kritik değeri kullanılarak ağaç türü düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.13.’ de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Ağaç türü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları

| Ağaç Türü | | | | | | | |
|------------------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|
| Çam | | Kayın | | Meşe | | Kestane | |
| \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG |
| 4.155 | C | 6.911 | A* | 5.623 | B | 4.349 | C |
| LSD \pm 0.2637 | | | | | | | |

\bar{x} : Aritmetik ortalama HG: Homojenlik grubu *: En yüksek kırmızı renk değerini ifade etmektedir.

Bulgulara göre, ağaç türü düzeyinde en yüksek kırmızı renk değeri kayında, en düşük çam ve kestanede elde edilmiştir.

Yöntem faktörü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.14’ de verilmiştir.

Çizelge 4.14. Yöntem düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları

| Yöntem | | | |
|------------------|----|----------------|----|
| Doğal (Kontrol) | | Yaşlandırılmış | |
| \bar{x} | HG | \bar{x} | HG |
| 8.765 | A* | 1.754 | B |
| LSD \pm 0.1865 | | | |

\bar{x} : Aritmetik ortalama HG: Homojenlik grubu *: En yüksek kırmızı renk değerini ifade etmektedir.

Çizelge 4.14'e göre, doğal kontrol örneklerinin kırmızı renk değerinin, yaşlandırılmış örneklerden yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Ağaç türü-yöntem faktör etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.15' de verilmiştir.

Çizelge 4.15. Ağaç türü-Yöntem etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları

| Ağaç türü | Yöntem | Doğal (Kontrol) | | Yaşlandırılmış | |
|------------------|--------|-----------------|----|----------------|----|
| | | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG |
| Çam | | 6.869 | C | 1.440 | E |
| Kayın | | 12.05 | A* | 1.773 | E |
| Meşe | | 9.599 | B | 1.648 | E |
| Kestane | | 6.542 | C | 2.156 | D |
| LSD \pm 0.3729 | | | | | |

\bar{x} : Aritmetik ortalama HG: Homojenlik grubu *: En yüksek kırmızı renk değerini ifade etmektedir.

Çizelge 4.15'e göre kırmızı renk değeri en yüksek herhangi bir işleme maruz kalmamış kayın doğal kontrol örneklerinde, en düşük yaşlandırılmış çam, kayın ve meşe örneklerde tespit edilmiştir.

4.1.4. Sarı Renk Değeri (+b)

Doğal kontrol örnekler ile yaşlandırılmış örneklerin sarı renk değeri ölçümlerinin aritmetik ortalama değerlerine ait veriler Çizelge 4.16'da verilmiştir.

Çizelge 4.16. Sarı renk değeri aritmetik ortalamaları

| Ağaç türü | | Sarı Renk Değeri | |
|-----------|-----------|------------------|-----------------|
| | | Yaşlandırılmış | Doğal (Kontrol) |
| Çam | X min | 5.58 | 26.98 |
| | X max | 9.17 | 29.29 |
| | STD Sapma | 2.54 | 1.63 |
| | \bar{x} | 7.08 | 28.03 |
| Kayın | X min | 5.85 | 20.21 |
| | X max | 9.11 | 22.02 |
| | STD Sapma | 2.31 | 1.28 |
| | \bar{x} | 7.07 | 21.20 |
| Meşe | X min | 5.77 | 22.48 |
| | X max | 10.97 | 24.38 |
| | STD Sapma | 3.68 | 1.34 |
| | \bar{x} | 7.20 | 23.38 |
| Kestane | X min | 6.99 | 21.44 |
| | X max | 12.29 | 25.03 |
| | STD Sapma | 3.75 | 2.5 |
| | \bar{x} | 8.98 | 22.60 |

X min: En küçük değer X max: En büyük değer STD sapma: Standart sapma \bar{x} : Aritmetik ortalama

Çizelge sonucuna göre sarı renk değerleri, doğal kontrol ve yaşlandırılmış örnekler arasında farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla basit varyans analizi yapılmış ve sonuçları Çizelge 4.17’de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Sarı renk değeri varyans analizi sonuçları

| Faktör | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Ortalama Kare | F Değeri | P $\alpha=0.05$ |
|----------------|---------------------|-----------------|---------------|-----------|-----------------|
| Ağaç türü (A) | 3 | 121.422 | 40.474 | 25.2814 | 0.0000* |
| Yöntem (B) | 1 | 5262.417 | 5262.417 | 3287.0763 | 0.0000* |
| Etkileşim (AB) | 3 | 168.039 | 56.013 | 34.9875 | 0.0000* |
| Hata | 72 | 115.268 | 1.601 | | |
| Toplam | 79 | 5667.145 | | | |

*: Anlamlı

Doğal kontrol ve yaşlandırılmış örneklerin karşılaştırılmasına ilişkin varyans analiz çizelgesine göre, ağaç türü, yöntem faktörü ve bu faktörlerin karşılıklı etkileşimleri anlamlı çıkmıştır ($\alpha=0,05$). Daha sonra LSD kritik değeri kullanılarak ağaç türü düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.18’ de verilmiştir.

Çizelge 4.18. Ağaç türü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları

| Ağaç Türü | | | | | | | |
|------------------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|
| Çam | | Kayın | | Meşe | | Kestane | |
| \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG |
| 17.56 | A* | 14.13 | C | 15.29 | B | 15.79 | B |
| LSD \pm 0.7976 | | | | | | | |

\bar{x} : Aritmetik ortalama HG: Homojenlik grubu *: En yüksek sarı renk değerini ifade etmektedir.

Bulgulara göre ağaç türü düzeyinde sarı renk değeri en yüksek çamda, en düşük kayında elde edilmiştir. Yapılan karşılaştırmada meşe ve kestanede sarı renk değeri açısından farklılık gözlenmemiştir.

Yöntem faktörü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.19’ da verilmiştir.

Çizelge 4.19. Yöntem düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları

| Yöntem | | | |
|------------------|-----------|----------------|-----------|
| Doğal (Kontrol) | | Yaşlandırılmış | |
| \bar{x} | <i>HG</i> | \bar{x} | <i>HG</i> |
| 23.80 | A* | 7.582 | B |
| LSD \pm 0.5640 | | | |

\bar{x} : Aritmetik ortalama *HG*: Homojenlik grubu *: En yüksek sarı renk değerini ifade etmektedir.

Çizelge 4.19'a göre, doğal kontrol örneklerinin sarı renk değerinin, yaşlandırılmış örneklerden yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Ağaç türü-yöntem faktör etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.20' de verilmiştir.

Çizelge 4.20. Ağaç türü-Yöntem etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları

| Ağaç türü | Yöntem | Doğal (Kontrol) | | Yaşlandırılmış | |
|-----------------|--------|-----------------|-----------|----------------|-----------|
| | | \bar{x} | <i>HG</i> | \bar{x} | <i>HG</i> |
| Çam | | 28.03 | A* | 7.076 | E |
| Kayın | | 21.20 | C | 7.072 | E |
| Meşe | | 23.38 | B | 7.200 | E |
| Kestane | | 22.60 | B | 8.979 | D |
| LSD \pm 1.128 | | | | | |

\bar{x} : Aritmetik ortalama *HG*: Homojenlik grubu *: En yüksek sarı renk değerini ifade etmektedir.

Buna göre, sarı renk değeri en yüksek herhangi bir işleme maruz kalmamış çam doğal kontrol örneklerinde, en düşük yaşlandırılmış çam, kayın ve meşe örneklerde tespit edilmiştir.

4.1.5. Işıklılık Değeri/Renk Parlaklığı (L)

Doğal kontrol örnekler ile yaşlandırılmış örneklerin ışıklılık değeri ölçümlerinin aritmetik ortalama değerlerine ait veriler Çizelge 4.21'de verilmiştir.

Çizelge 4.21. Işıklılık değeri aritmetik ortalamaları

| Ağaç türü | | Işıklılık Değeri | |
|-----------|-----------|------------------|-----------------|
| | | Yaşlandırılmış | Doğal (Kontrol) |
| Çam | X min | 45.56 | 76.81 |
| | X max | 51.77 | 82.23 |
| | STD Sapma | 4.39 | 3.83 |
| | \bar{x} | 48.06 | 79.62 |
| Kayın | X min | 44.73 | 63.33 |
| | X max | 52.32 | 64.94 |
| | STD Sapma | 5.37 | 1.14 |
| | \bar{x} | 48.44 | 64.27 |
| Meşe | X min | 42.83 | 65.13 |
| | X max | 49.76 | 67.94 |
| | STD Sapma | 4.90 | 1.99 |
| | \bar{x} | 46.16 | 66.22 |
| Kestane | X min | 48.11 | 70.06 |
| | X max | 54.94 | 72.22 |
| | STD Sapma | 4.83 | 1.53 |
| | \bar{x} | 52.00 | 71.10 |

X min: En küçük değer X max: En büyük değer STD sapma: Standart sapma \bar{x} : Aritmetik ortalama

Çizelge sonucuna göre ışıklılık değerleri, yaşlandırılmış ve doğal kontrol ağaç malzemeler arasında farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla basit varyans analizi yapılmış ve sonuçları Çizelge 4.22’de verilmiştir.

Çizelge 4.22. Işıklılık değeri varyans analizi sonuçları

| Faktör | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Ortalama Kare | F Değeri | P $\alpha=0.05$ |
|----------------|---------------------|-----------------|---------------|-----------|-----------------|
| Ağaç türü (A) | 3 | 876.735 | 292.245 | 84.3874 | 0.0000* |
| Yöntem (B) | 1 | 9364.926 | 9364.926 | 2704.1760 | 0.0000* |
| Etkileşim (AB) | 3 | 705.296 | 235.099 | 67.8861 | 0.0000* |
| Hata | 72 | 249.346 | 3.463 | | |
| Toplam | 79 | 11196.303 | | | |

*: Anlamlı

Doğal kontrol ve yaşlandırılmış örneklerin karşılaştırılmasına ilişkin varyans analiz çizelgesine göre, ağaç türü, yöntem faktörü ve bu faktörlerin karşılıklı etkileşimleri anlamlı çıkmıştır ($\alpha=0,05$). Daha sonra LSD kritik değeri kullanılarak ağaç türü düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.23’ de verilmiştir.

Çizelge 4.23. Ağaç türü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları

| Ağaç Türü | | | | | | | |
|-----------------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|
| Çam | | Kayın | | Meşe | | Kestane | |
| \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG |
| 63.84 | A* | 56.35 | C | 56.19 | C | 61.55 | B |
| LSD \pm 1.173 | | | | | | | |

\bar{x} : Aritmetik ortalama HG: Homojenlik grubu *: En yüksek ışıklılık değerini ifade etmektedir.

Çizelge sonucuna göre ağaç türü düzeyinde ışıklılık değeri en yüksek çamda, en düşük kayın ve meşede elde edilmiştir.

Yöntem faktörü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.24' de verilmiştir.

Çizelge 4.24. Yöntem düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları

| Yöntem | | | |
|------------------|----|----------------|----|
| Doğal (Kontrol) | | Yaşlandırılmış | |
| \bar{x} | HG | \bar{x} | HG |
| 70.30 | A* | 48.66 | B |
| LSD \pm 0.8295 | | | |

\bar{x} : Aritmetik ortalama HG: Homojenlik grubu *: En yüksek ışıklılık değerini ifade etmektedir.

Çizelge 4.24'e göre, doğal kontrol örneklerinin ışıklılık değerinin, yaşlandırılmış örneklerden yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Ağaç türü-yöntem faktör etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.25' de verilmiştir.

Çizelge 4.25. Ağaç türü-Yöntem etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları

| Ağaç türü | Yöntem | Doğal (Kontrol) | | Yaşlandırılmış | |
|-----------------|--------|-----------------|----|----------------|----|
| | | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG |
| Çam | | 79.62 | A* | 48.06 | F |
| Kayın | | 64.27 | D | 48.44 | F |
| Meşe | | 66.22 | C | 46.16 | G |
| Kestane | | 71.10 | B | 52.00 | E |
| LSD \pm 1.659 | | | | | |

\bar{x} : Aritmetik ortalama HG: Homojenlik grubu *: En yüksek ışıklılık değerini ifade etmektedir.

Buna göre, ışıklılık değeri en yüksek herhangi bir işleme maruz kalmamış çam doğal kontrol örneklerinde, en düşük yaşlandırılmış meşe örneklerde elde edilmiştir.

4.1.6. Toplam Renk Değişimi (ΔE)

Doğal kontrol örnekler ile yaşlandırılmış örneklerin toplam renk değişimi ölçümlerinin aritmetik ortalama değerlerine ait veriler Çizelge 4.26’da verilmiştir.

Çizelge 4.26. Toplam renk değişimi değeri aritmetik ortalamaları

| Ağaç türü | Toplam Renk Değişimi | | |
|-----------|----------------------|----------------|-----------------|
| | | Yaşlandırılmış | Doğal (Kontrol) |
| Çam | X min | 45.92 | 81.61 |
| | X max | 52.60 | 87.67 |
| | STD Sapma | 4.72 | 4.29 |
| | \bar{x} | 48.60 | 84.69 |
| Kayın | X min | 45.14 | 67.48 |
| | X max | 53.15 | 69.73 |
| | STD Sapma | 5.66 | 1.59 |
| | \bar{x} | 48.99 | 68.74 |
| Meşe | X min | 43.23 | 69.48 |
| | X max | 51.02 | 72.88 |
| | STD Sapma | 5.51 | 2.40 |
| | \bar{x} | 46.77 | 70.88 |
| Kestane | X min | 48.65 | 73.52 |
| | X max | 56.37 | 76.76 |
| | STD Sapma | 5.46 | 2.29 |
| | \bar{x} | 52.84 | 74.90 |

X min: En küçük değer X max: En büyük değer STD sapma: Standart sapma \bar{x} : Aritmetik ortalama

Çizelge 4.26’ya göre toplam renk değişimi değerleri, doğal kontrol ve yaşlandırılmış örnekler arasında farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla basit varyans analizi yapılmış ve sonuçları Çizelge 4.27’de verilmiştir.

Çizelge 4.27. Toplam renk değişimi değeri varyans analizi sonuçları

| Faktör | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Ortalama Kare | F Değeri | P $\alpha=0.05$ |
|----------------|---------------------|-----------------|---------------|-----------|-----------------|
| Ağaç türü (A) | 3 | 899.396 | 299.799 | 91.1666 | 0.0000* |
| Yöntem (B) | 1 | 13002.960 | 13002.960 | 3954.1062 | 0.0000* |
| Etkileşim (AB) | 3 | 795.428 | 265.143 | 80.6280 | 0.0000* |
| Hata | 72 | 236.770 | 3.288 | | |
| Toplam | 79 | 14934.554 | | | |

*: Anlamlı

Doğal kontrol ve yaşlandırılmış örneklerin karşılaştırılmasına ilişkin varyans analiz çizelgesine göre, ağaç türü, yöntem faktörü ve bu faktörlerin karşılıklı etkileşimleri

anlamli çikmiştir ($\alpha=0,05$). Daha sonra LSD kritik değeri kullanılarak ağaç türü düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.28’ de verilmiştir.

Çizelge 4.28. Ağaç türü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları

| Ağaç Türü | | | | | | | |
|-----------------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|
| Çam | | Kayın | | Meşe | | Kestane | |
| \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG |
| 66.65 | A* | 58.87 | C | 58.83 | C | 63.88 | B |
| LSD \pm 1.143 | | | | | | | |

\bar{x} : Aritmetik ortalama HG: Homojenlik grubu

*: En yüksek toplam renk değişimi değerini ifade etmektedir.

Çizelge 4.28’e göre, ağaç türü düzeyinde toplam renk değişimi en yüksek çamda, en düşük kayın ve meşede elde edilmiştir.

Yöntem faktörü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.29’ da verilmiştir.

Çizelge 4.29. Yöntem düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları

| Yöntem | | | |
|------------------|----|----------------|----|
| Doğal (Kontrol) | | Yaşlandırılmış | |
| \bar{x} | HG | \bar{x} | HG |
| 74.81 | A* | 49.31 | B |
| LSD \pm 0.8083 | | | |

\bar{x} : Aritmetik ortalama HG: Homojenlik grubu

*: En yüksek toplam renk değişimi değerini ifade etmektedir.

Çizelge 4.29’a göre, yaşlandırılmış örneklerin doğal örneklere göre renk değiştirdiği görölmektedir.

Ağaç türü-yöntem faktör etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.30’ da verilmiştir.

Çizelge 4.30. Ağaç türü-Yöntem etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları

| Ağaç türü | Yöntem | Doğal (Kontrol) | | Yaşlandırılmış | |
|-----------------|--------|-----------------|-----------|----------------|-----------|
| | | \bar{x} | <i>HG</i> | \bar{x} | <i>HG</i> |
| Çam | | 84.70 | A* | 48.61 | F |
| Kayın | | 68.75 | D | 49.00 | F |
| Meşe | | 70.89 | C | 46.78 | G |
| Kestane | | 74.90 | B | 52.86 | E |
| LSD \pm 1.617 | | | | | |

\bar{x} : Aritmetik ortalama *HG*: Homojenlik grubu

*: En yüksek toplam renk değişimi değerini ifade etmektedir.

Buna göre toplam renk değişimi en yüksek herhangi bir işleme maruz kalmamış çam doğal kontrol örneklerinde, en düşük yaşlandırılmış meşe örneklerde elde edilmiştir. Yaşlandırılmış örneklerin açık hava koşullarına maruz bırakıldığı ve maruz kaldığı etkiler göz önünde bulundurulduğunda doğal kontrol örneklerine göre, en fazla renk değişimi yaşlandırılmış çamda, en düşük yaşlandırılmış kayında görülmektedir.

4.2. YAŞLANDIRILMIŞ KONTROL ÖRNEKLERİ İLE YAŞLANDIRILDIKTAN SONRA RENGİ AÇILMIŞ ÖRNEKLERİN KARŞILAŞTIRILMASI

4.2.1. Sertlik

Açık hava koşullarında maruz bırakıldıktan sonra renk açma işlemi uygulanmış örnekler (yaşlandırıldıktan sonra rengi açılmış) ile açık hava koşullarına maruz bırakılmış kontrol örneklerin (yaşlandırılmış) sertlik ölçümlerinin aritmetik ortalama değerlerine ait veriler Çizelge 4.31’de verilmiştir.

Çizelge 4.31. Sertlik değeri aritmetik ortalamaları

| Ağaç Türü | | Sertlik Değeri | | | | | |
|-----------|--------------------|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|--------------------------|
| | | Yaşlandırıldıktan Sonra Rengi Açılmış | | | | | Yaşlandırılmış (Kontrol) |
| | | Ç1 | Ç2 | Ç3 | Ç4 | Ç5 | |
| Çam | X min | 44 | 46 | 44 | 43 | 44 | 45 |
| | X max | 52 | 53 | 50 | 50 | 52 | 49 |
| | STD Sapma | 5.66 | 4.95 | 4.24 | 4.95 | 5.66 | 2.83 |
| | \bar{x} Ortalama | 48.60 | 50.50 | 46.90 | 47.50 | 48.20 | 46.90 |
| Kayın | X min | 51 | 42 | 51 | 51 | 52 | 53 |
| | X max | 56 | 48 | 56 | 56 | 58 | 56 |
| | STD Sapma | 3.54 | 4.24 | 3.54 | 3.54 | 4.24 | 2.12 |
| | \bar{x} Ortalama | 53.50 | 45.10 | 53.80 | 54.40 | 55.30 | 54.70 |
| Meşe | X min | 51 | 50 | 50 | 51 | 50 | 52 |
| | X max | 58 | 56 | 55 | 57 | 57 | 56 |
| | STD Sapma | 4.95 | 4.24 | 3.54 | 4.24 | 4.95 | 2.83 |
| | \bar{x} Ortalama | 54.70 | 53.40 | 52.30 | 54 | 53.10 | 53.90 |
| Kestane | X min | 44 | 48 | 47 | 45 | 46 | 51 |
| | X max | 52 | 54 | 54 | 54 | 55 | 55 |
| | STD Sapma | 5.66 | 4.24 | 4.95 | 6.36 | 6.36 | 2.83 |
| | \bar{x} Ortalama | 47.80 | 51 | 50.80 | 48.90 | 50.60 | 52.90 |

X min: En küçük değer X max: En büyük değer STD sapma: Standart sapma \bar{x} : Aritmetik ortalama

Çizelge sonucuna göre sertlik değerleri, yaşlandırılmış ve yaşlandırıldıktan sonra rengi açılmış örnekler arasında farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla basit varyans analizi yapılmış ve sonuçları Çizelge 4.32’de verilmiştir.

Çizelge 4.32. Sertlik değeri varyans analizi sonuçları

| Faktör | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Ortalama Kare | F Değeri | P $\alpha=0.05$ |
|-------------------|---------------------|-----------------|---------------|----------|-----------------|
| Ağaç türü (A) | 3 | 1111.333 | 370.444 | 77.6704 | 0.0000* |
| Çözelti grubu (B) | 5 | 107.000 | 21.400 | 4.4869 | 0.0007* |
| Etkileşim (AB) | 15 | 909.867 | 60.658 | 12.7180 | 0.0000* |
| Hata | 216 | 1030.200 | 4.769 | | |
| Toplam | 239 | 3158.400 | | | |

*: Anlamlı

Yaşlandırılmış ve yaşlandırıldıktan sonra rengi açılmış örneklerin karşılaştırılmasına ilişkin varyans analiz çizelgesine göre, ağaç türü, çözelti grubu faktörü ve bu faktörlerin karşılıklı etkileşimleri anlamlı çıkmıştır ($\alpha=0,05$). Daha sonra LSD kritik değeri kullanılarak ağaç türü düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.33’ de verilmiştir.

Çizelge 4.33. Ağaç türü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları

| Ağaç Türü | | | | | | | |
|------------------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|
| Çam | | Kayın | | Meşe | | Kestane | |
| \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG |
| 48.10 | C | 52.80 | A* | 53.57 | A* | 50.33 | B |
| LSD \pm 0.7859 | | | | | | | |

\bar{x} : Aritmetik ortalama HG: Homojenlik grubu *: En yüksek sertlik değerini ifade etmektedir.

Çizelge 4.33'e göre ağaç türü düzeyinde sertlik değeri en yüksek kayın ve meşede, en düşük çamda elde edilmiştir.

Çözelti grubu faktörü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.34' de verilmiştir.

Çizelge 4.34. Çözelti grubu düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları

| Çözelti Grubu | | | | | | | | | | Yaşlandırılmış (Kontrol) | |
|------------------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|--------------------------|----|
| Ç1 | | Ç2 | | Ç3 | | Ç4 | | Ç5 | | \bar{x} | HG |
| \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG |
| 51.15 | AB | 50.00 | C | 50.95 | BC | 51.20 | AB | 51.80 | AB | 52.10 | A* |
| LSD \pm 0.9625 | | | | | | | | | | | |

\bar{x} : Aritmetik ortalama HG: Homojenlik grubu *: En yüksek sertlik değerini ifade etmektedir.

Çizelge 4.34'e göre, sertlik değeri en yüksek yaşlandırılmış kontrol örneklerinde, en düşük Ç2 çözelti grubu ile rengi açılan örneklerde tespit edilmiştir. Yapılan karşılaştırmalarda Ç1, Ç4 ve Ç5 çözelti grupları ile rengi açılan örneklerin sertlik değerlerinde farklılık gözlenmemiştir.

Ağaç türü-Çözelti grubu faktör etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.35' de verilmiştir.

Çizelge 4.35. Ağaç türü-Çözelti grubu etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları

| Faktör AB** | Ç1 | | Ç2 | | Ç3 | | Ç4 | | Ç5 | | Yaşlandırılmış (Kontrol) | |
|-----------------|-----------|-----|-----------|-----|-----------|-----|-----------|-----|-----------|-----|--------------------------|-----|
| | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG |
| Çam | 48.60 | GH | 50.50 | EFG | 46.90 | HI | 47.50 | H | 48.20 | H | 46.90 | HI |
| Kayın | 53.50 | ABC | 45.10 | I | 53.80 | ABC | 54.40 | ABC | 55.30 | A* | 54.70 | AB |
| Meşe | 54.70 | AB | 53.40 | ABC | 52.30 | CDE | 54.00 | ABC | 53.10 | ABC | 53.90 | ABC |
| Kestane | 47.80 | H | 51.00 | DEF | 50.80 | EF | 48.90 | FGH | 50.60 | EFG | 52.90 | BCD |
| LSD \pm 1.925 | | | | | | | | | | | | |

\bar{x} : Aritmetik ortalama HG: Homojenlik grubu *: En yüksek sertlik değeri
**: A: Ağaç türü, B: Çözelti grubu ifade etmektedir.

Bulgulara göre, sertlik değeri en yüksek Ç5 çözelti grubu ile rengi açılan kayında, en düşük Ç2 çözelti grubu ile rengi açılan kayında tespit edilmiştir.

4.2.2. Parlaklık

Yaşlandırılmış ve yaşlandırıldıktan sonra rengi açılmış örneklerin parlaklık ölçümlerinin aritmetik ortalama değerlerine ait veriler Çizelge 4.36’da verilmiştir.

Çizelge 4.36. Parlaklık değeri aritmetik ortalamaları

| Ağaç Türü | | Parlaklık Değeri | | | | | |
|-----------|--------------------|---------------------------------------|------|------|------|------|--------------------------|
| | | Yaşlandırıldıktan Sonra Rengi Açılmış | | | | | Yaşlandırılmış (Kontrol) |
| | | Ç1 | Ç2 | Ç3 | Ç4 | Ç5 | |
| Çam | X min | 2.17 | 2.17 | 1.17 | 2.56 | 0.56 | 0.40 |
| | X max | 2.88 | 4 | 2.13 | 3.29 | 1.45 | 0.90 |
| | STD Sapma | 0.50 | 1.29 | 0.68 | 0.52 | 0.63 | 0.35 |
| | \bar{x} Ortalama | 2.52 | 3.07 | 1.65 | 2.99 | 1.06 | 0.74 |
| Kayın | X min | 1.89 | 1.85 | 1.69 | 2.14 | 1.61 | 0.80 |
| | X max | 2.84 | 2.48 | 2.70 | 2.67 | 2.04 | 1.30 |
| | STD Sapma | 0.67 | 0.45 | 0.71 | 0.37 | 0.30 | 0.35 |
| | \bar{x} Ortalama | 2.40 | 2.13 | 2.04 | 2.35 | 1.85 | 1.03 |
| Meşe | X min | 2.77 | 1.14 | 1.48 | 1.76 | 1.24 | 0.60 |
| | X max | 3.36 | 1.76 | 2.19 | 2.71 | 1.82 | 1 |
| | STD Sapma | 0.42 | 0.44 | 0.50 | 0.67 | 0.41 | 0.28 |
| | \bar{x} Ortalama | 3.12 | 1.53 | 1.80 | 2.39 | 1.52 | 0.78 |
| Kestane | X min | 2.08 | 2.38 | 1.97 | 2.21 | 1.75 | 0.70 |
| | X max | 3.14 | 3.51 | 2.68 | 3.33 | 2.95 | 1.40 |
| | STD Sapma | 0.75 | 0.80 | 0.50 | 0.79 | 0.85 | 0.49 |
| | \bar{x} Ortalama | 2.59 | 2.97 | 2.36 | 2.81 | 2.30 | 1.04 |

X min: En küçük değer X max: En büyük değer STD sapma: Standart sapma \bar{x} : Aritmetik ortalama

Çizelge sonucuna göre parlaklık değerleri, Yaşlandırılmış ve yaşlandırıldıktan sonra rengi açılmış örnekler arasında farklı bulunmuştur.

Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla basit varyans analizi yapılmış ve sonuçları Çizelge 4.37’de verilmiştir.

Çizelge 4.37. Parlaklık değeri varyans analizi sonuçları

| Faktör | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Ortalama Kare | F Değeri | P $\alpha=0.05$ |
|-------------------|---------------------|-----------------|---------------|----------|-----------------|
| Ağaç türü (A) | 3 | 7.908 | 2.636 | 34.1984 | 0.0000* |
| Çözelti grubu (B) | 5 | 92.911 | 18.582 | 241.0901 | 0.0000* |
| Etkileşim (AB) | 15 | 25.893 | 1.726 | 22.3957 | 0.0000* |
| Hata | 216 | 16.648 | 0.077 | | |
| Toplam | 239 | 143.360 | | | |

*: Anlamlı

Yaşlandırılmış ve yaşlandırıldıktan sonra rengi açılmış örneklerin karşılaştırılmasına ilişkin varyans analiz çizelgesine göre, ağaç türü, çözelti grubu faktörü ve bu faktörlerin karşılıklı etkileşimleri anlamlı çıkmıştır ($\alpha=0,05$). Daha sonra LSD kritik değeri kullanılarak ağaç türü düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.38' de verilmiştir.

Çizelge 4.38. Ağaç türü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları

| Ağaç Türü | | | | | | | |
|-------------------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|
| Çam | | Kayın | | Meşe | | Kestane | |
| \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG |
| 2.004 | B | 1.967 | B | 1.858 | C | 2.343 | A* |
| LSD \pm 0.09986 | | | | | | | |

\bar{x} : Aritmetik ortalama HG: Homojenlik grubu *: En yüksek parlaklık değerini ifade etmektedir.

Tablo sonucuna göre ağaç türü düzeyinde parlaklık değeri en yüksek kestanede, en düşük meşede elde edilmiştir.

Çözelti grubu faktörü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.39' da verilmiştir.

Çizelge 4.39. Çözelti grubu düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları

| Çözelti Grubu | | | | | | | | | | Yaşlandırılmış (Kontrol) | |
|------------------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|--------------------------|----|
| Ç1 | | Ç2 | | Ç3 | | Ç4 | | Ç5 | | \bar{x} | HG |
| \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG |
| 2.657 | A* | 2.423 | B | 1.961 | C | 2.637 | A* | 1.682 | D | 0.8975 | E |
| LSD \pm 0.1223 | | | | | | | | | | | |

\bar{x} : Aritmetik ortalama HG: Homojenlik grubu *: En yüksek parlaklık değerini ifade etmektedir.

Çizelge 4.39'a göre, parlaklık değeri en yüksek Ç1 ve Ç4 çözelti grubu ile rengi açılan örneklerde, en düşük yaşlandırılmış örneklerde tespit edilmiştir.

Ağaç türü-Çözelti grubu faktör etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.40' da verilmiştir.

Çizelge 4.40. Ağaç türü-Çözelti grubu etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları

| Faktör AB** | Ç1 | | Ç2 | | Ç3 | | Ç4 | | Ç5 | | Yaşlandırılmış (Kontrol) | |
|----------------|-----------|-----|-----------|----|-----------|-----|-----------|-----|-----------|-----|-----------------------------|----|
| | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG |
| Çam | 2.518 | DE | 3.065 | AB | 1.647 | IJ | 2.993 | AB | 1.059 | K | 0.7400 | L |
| Kayın | 2.397 | DEF | 2.129 | FG | 2.043 | GH | 2.355 | DEF | 1.846 | HI | 1.030 | K |
| Meşe | 3.125 | A* | 1.534 | J | 1.797 | HI | 2.387 | DEF | 1.523 | J | 0.7800 | L |
| Kestane | 2.586 | CD | 2.965 | AB | 2.358 | DEF | 2.811 | BC | 2.299 | EFG | 1.040 | K |
| LSD ± 0.2446 | | | | | | | | | | | | |

\bar{x} : Aritmetik ortalama

HG: Homojenlik grubu

*: En yüksek parlaklık değeri

** : A: Ağaç türü, B: Çözelti grubunu ifade etmektedir.

Bulgulara göre, parlaklık değeri en yüksek Ç1 çözelti grubu ile rengi açılan meşede, en düşük yaşlandırılmış çamda ve meşede tespit edilmiştir.

4.2.3. Kırmızı Renk Değeri (+a)

Yaşlandırılmış ve yaşlandırıldıktan sonra rengi açılmış örneklerin kırmızı renk değeri ölçümlerinin aritmetik ortalama değerlerine ait veriler Çizelge 4.41’de verilmiştir.

Çizelge 4.41. Kırmızı renk değeri aritmetik ortalamaları

| Ağaç Türü | | Kırmızı Renk Değeri | | | | | |
|----------------|--------------------------------------|---------------------------------------|------|------|------|------|-----------------------------|
| | | Yaşlandırıldıktan Sonra Rengi Açılmış | | | | | Yaşlandırılmış (Kontrol) |
| | | Ç1 | Ç2 | Ç3 | Ç4 | Ç5 | |
| Çam | X min | 4.48 | 4.07 | 2.63 | 1.53 | 7.18 | 1.26 |
| | X max | 6.04 | 4.49 | 5.45 | 3.35 | 9.02 | 1.66 |
| | STD Sapma | 1.10 | 0.30 | 1.99 | 1.29 | 1.30 | 0.28 |
| | \bar{x} Ortalama | 5.30 | 4.30 | 4.37 | 2.63 | 8.02 | 1.44 |
| Kayın | X min | 3.24 | 4.16 | 0.92 | 1.58 | 4.01 | 1.48 |
| | X max | 4.07 | 4.67 | 2.83 | 2.26 | 5.85 | 2.02 |
| | STD Sapma | 0.59 | 0.36 | 1.35 | 0.48 | 1.30 | 0.38 |
| | \bar{x} Ortalama | 3.62 | 4.30 | 2.15 | 1.93 | 4.97 | 1.77 |
| Meşe | X min | 1.50 | 1.62 | 2.60 | 1.41 | 5.42 | 1.18 |
| | X max | 3.52 | 2.37 | 3.72 | 2.78 | 6.48 | 2.67 |
| | STD Sapma | 1.43 | 0.53 | 0.79 | 0.97 | 0.75 | 1.05 |
| | \bar{x} Ortalama | 2.37 | 1.90 | 3.14 | 1.93 | 5.84 | 1.65 |
| Kestane | X min | 0.83 | 1.07 | 2.59 | 0.05 | 4.77 | 1.76 |
| | X max | 1.73 | 1.61 | 3.30 | 0.27 | 6.77 | 2.92 |
| | STD Sapma | 0.64 | 0.38 | 0.50 | 0.16 | 1.41 | 0.82 |
| | \bar{x} Ortalama | 1.18 | 1.26 | 2.89 | 0.14 | 5.55 | 2.16 |

X min: En küçük değer X max: En büyük değer STD sapma: Standart sapma \bar{x} : Aritmetik ortalama

Çizelge sonucuna göre kırmızı renk değerleri, Yaşlandırılmış ve yaşlandırıldıktan sonra rengi açılmış örnekler arasında farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden

kaynaklandığını belirlemek amacıyla basit varyans analizi yapılmış ve sonuçları Çizelge 4.42’de verilmiştir.

Çizelge 4.42. Kırmızı renk değeri varyans analizi sonuçları

| Faktör | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Ortalama Kare | F Değeri | P $\alpha=0.05$ |
|-------------------|---------------------|-----------------|---------------|----------|-----------------|
| Ağaç türü (A) | 3 | 147.118 | 49.039 | 238.7481 | 0.0000* |
| Çözelti grubu (B) | 5 | 514.924 | 102.985 | 501.3814 | 0.0000* |
| Etkileşim (AB) | 15 | 138.148 | 9.210 | 44.8384 | 0.0000* |
| Hata | 216 | 44.367 | 0.205 | | |
| Toplam | 239 | 844.557 | | | |

*: Anlamlı

Yaşlandırılmış ve yaşlandırıldıktan sonra rengi açılmış örneklerin karşılaştırılmasına ilişkin varyans analiz çizelgesine göre, ağaç türü, çözelti grubu faktörü ve bu faktörlerin karşılıklı etkileşimleri anlamlı çıkmıştır ($\alpha=0,05$). Daha sonra LSD kritik değeri kullanılarak ağaç türü düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.43’ de verilmiştir.

Çizelge 4.43. Ağaç türü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları

| Ağaç Türü | | | | | | | |
|------------------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|
| Çam | | Kayın | | Meşe | | Kestane | |
| \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG |
| 4.342 | A* | 3.125 | B | 2.803 | C | 2.194 | D |
| LSD \pm 0.1629 | | | | | | | |

\bar{x} : Aritmetik ortalama HG: Homojenlik grubu *: En yüksek kırmızı renk değerini ifade etmektedir.

Çizelge 4.43’e göre ağaç türü düzeyinde kırmızı renk değeri en yüksek çamda, en düşük kestanede elde edilmiştir.

Çözelti grubu faktörü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.44’ te verilmiştir.

Çizelge 4.44. Çözelti grubu düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları

| Çözelti Grubu | | | | | | | | | | Yaşlandırılmış (Kontrol) | |
|------------------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|--------------------------|----|
| Ç1 | | Ç2 | | Ç3 | | Ç4 | | Ç5 | | \bar{x} | HG |
| \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG |
| 3.117 | B | 2.942 | B | 3.136 | B | 1.655 | C | 6.091 | A* | 1.754 | C |
| LSD \pm 0.1995 | | | | | | | | | | | |

\bar{x} : Aritmetik ortalama HG: Homojenlik grubu *: En yüksek kırmızı renk değerini ifade etmektedir.

Çizelge 4.44'e göre, kırmızı renk değeri en yüksek Ç5 çözelti grubu ile rengi açılan örneklerde, en düşük Ç4 çözelti grubu ile rengi açılan ve yaşlandırılmış örneklerde tespit edilmiştir.

Ağaç türü-Çözelti grubu faktör etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.45' de verilmiştir.

Çizelge 4.45. Ağaç türü-Çözelti grubu etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları

| Faktör AB** | Ç1 | | Ç2 | | Ç3 | | Ç4 | | Ç5 | | Yaşlandırılmış (Kontrol) | |
|----------------|-----------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|-----------------------------|-----|
| | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG |
| Çam | 5.301 | CD | 4.302 | E | 4.368 | E | 2.627 | HI | 8.016 | A* | 1.440 | MNO |
| Kayın | 3.624 | F | 4.304 | E | 2.151 | JK | 1.928 | KL | 4.967 | D | 1.773 | KLM |
| Meşe | 2.365 | IJ | 1.904 | KL | 3.135 | G | 1.929 | KL | 5.837 | B | 1.648 | LMN |
| Kestane | 1.176 | O | 1.259 | NO | 2.891 | GH | 0.1360 | P | 5.546 | BC | 2.156 | JK |
| LSD ± 0.3991 | | | | | | | | | | | | |

\bar{x} : Aritmetik ortalama HG: Homojenlik grubu *: En yüksek kırmızı renk değeri
 **: A: Ağaç türü, B: Çözelti grubunu ifade etmektedir.

Çizelge 4.45'e göre, kırmızı renk değeri en yüksek Ç5 çözelti grubu ile rengi açılan çamda, en düşük Ç4 çözelti grubu ile rengi açılan kestanede tespit edilmiştir.

4.2.4. Sarı Renk Değeri (+b)

Yaşlandırılmış ve yaşlandırıldıktan sonra rengi açılmış örneklerin sarı renk değeri ölçümlerinin aritmetik ortalama değerlerine ait veriler Çizelge 4.46'da verilmiştir.

Çizelge 4.46. Sarı renk değeri aritmetik ortalamaları

| Ağaç Türü | | Sarı Renk Değeri | | | | | |
|-----------|--------------------|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|--------------------------|
| | | Yaşlandırıldıktan Sonra Rengi Açılmış | | | | | Yaşlandırılmış (Kontrol) |
| | | Ç1 | Ç2 | Ç3 | Ç4 | Ç5 | |
| Çam | X min | 21.76 | 18.72 | 10.36 | 17.46 | 19.92 | 5.58 |
| | X max | 25.31 | 24.45 | 13.88 | 21.14 | 26.23 | 9.17 |
| | STD Sapma | 2.51 | 4.05 | 2.49 | 2.60 | 4.46 | 2.54 |
| | \bar{x} Ortalama | 23.80 | 21.31 | 11.98 | 19.63 | 23.69 | 7.08 |
| Kayın | X min | 19.42 | 18.02 | 7.02 | 13.87 | 15.54 | 5.85 |
| | X max | 20.43 | 20.34 | 11.68 | 17.44 | 20.29 | 9.11 |
| | STD Sapma | 0.71 | 1.64 | 3.30 | 2.52 | 3.36 | 2.31 |
| | \bar{x} Ortalama | 20.11 | 19.20 | 9.56 | 15.93 | 17.95 | 7.07 |
| Meşe | X min | 18.75 | 12.49 | 12.25 | 14.59 | 19.56 | 5.77 |
| | X max | 24 | 15.53 | 15.97 | 16.97 | 22.35 | 10.97 |
| | STD Sapma | 3.71 | 2.15 | 2.63 | 1.68 | 1.97 | 3.68 |
| | \bar{x} Ortalama | 21.11 | 13.93 | 14.26 | 16.18 | 20.65 | 7.20 |
| Kestane | X min | 14.81 | 14.92 | 14.74 | 11.76 | 18.58 | 6.99 |
| | X max | 16.24 | 16.57 | 17.43 | 13.62 | 24.23 | 12.29 |
| | STD Sapma | 1.01 | 1.17 | 1.90 | 1.32 | 4 | 3.75 |
| | \bar{x} Ortalama | 15.79 | 15.81 | 15.83 | 12.62 | 21.60 | 8.98 |

X min: En küçük değer X max: En büyük değer STD sapma: Standart sapma \bar{x} : Aritmetik ortalama

Çizelge sonucuna göre sarı renk değerleri, Yaşlandırılmış ve yaşlandırıldıktan sonra rengi açılmış örnekler arasında farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla basit varyans analizi yapılmış ve sonuçları Çizelge 4.47’de verilmiştir.

Çizelge 4.47. Sarı renk değeri varyans analizi sonuçları

| Faktör | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Ortalama Kare | F Değeri | P $\alpha=0.05$ |
|-------------------|---------------------|-----------------|---------------|----------|-----------------|
| Ağaç türü (A) | 3 | 340.834 | 113.611 | 70.0716 | 0.0000* |
| Çözelti grubu (B) | 5 | 5007.675 | 1001.535 | 617.7123 | 0.0000* |
| Etkileşim (AB) | 15 | 988.702 | 65.913 | 40.6531 | 0.0000* |
| Hata | 216 | 350.214 | 1.621 | | |
| Toplam | 239 | 6687.425 | | | |

*: Anlamlı

Yaşlandırılmış ve yaşlandırıldıktan sonra rengi açılmış örneklerin karşılaştırılmasına ilişkin varyans analiz çizelgesine göre, ağaç türü, çözelti grubu faktörü ve bu faktörlerin karşılıklı etkileşimleri anlamlı çıkmıştır ($\alpha=0,05$). Daha sonra LSD kritik değeri kullanılarak ağaç türü düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.48’ de verilmiştir.

Çizelge 4.48. Ağaç türü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları

| Ağaç Türü | | | | | | | |
|------------------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|
| Çam | | Kayın | | Meşe | | Kestane | |
| \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG |
| 17.92 | A* | 14.97 | C | 15.56 | B | 15.10 | BC |
| LSD \pm 0.4582 | | | | | | | |

\bar{x} : Aritmetik ortalama HG: Homojenlik grubu *: En yüksek sarı renk değerini ifade etmektedir.

Çizelge 4.48'e göre, ağaç türü düzeyinde sarı renk değeri en yüksek çamda, en düşük kayında elde edilmiştir.

Çözelti grubu faktörü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.49' da verilmiştir.

Çizelge 4.49. Çözelti grubu düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları

| Çözelti Grubu | | | | | | | | | | Yaşlandırılmış (Kontrol) | |
|------------------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|--------------------------|----|
| Ç1 | | Ç2 | | Ç3 | | Ç4 | | Ç5 | | \bar{x} | HG |
| \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG |
| 20.20 | B | 17.56 | C | 12.91 | E | 16.09 | D | 20.97 | A* | 7.582 | F |
| LSD \pm 0.5611 | | | | | | | | | | | |

\bar{x} : Aritmetik ortalama HG: Homojenlik grubu *: En yüksek sarı renk değerini ifade etmektedir.

Çizelge 4.49'a göre, sarı renk değeri en yüksek Ç5 çözelti grubu ile rengi açılan örneklerde, en düşük yaşlandırılmış kontrol örneklerinde tespit edilmiştir.

Ağaç türü-Çözelti grubu faktör etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.50' de verilmiştir.

Çizelge 4.50. Ağaç türü-Çözelti grubu etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları

| Faktör AB** | Ç1 | | Ç2 | | Ç3 | | Ç4 | | Ç5 | | Kontrol | |
|-----------------|-----------|-----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|-----|-----------|----|
| | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG |
| Çam | 23.80 | A* | 21.31 | BC | 11.98 | I | 19.63 | DE | 23.69 | A* | 7.076 | K |
| Kayın | 20.11 | CDE | 19.20 | E | 9.564 | J | 15.93 | G | 17.95 | F | 7.072 | K |
| Meşe | 21.11 | BC | 13.93 | H | 14.26 | H | 16.18 | G | 20.65 | BCD | 7.200 | K |
| Kestane | 15.79 | G | 15.81 | G | 15.83 | G | 12.62 | I | 21.60 | B | 8.979 | J |
| LSD \pm 1.122 | | | | | | | | | | | | |

\bar{x} : Aritmetik ortalama HG: Homojenlik grubu *: En yüksek sarı renk değerini
**: A: Ağaç türü, B: Çözelti grubunu ifade etmektedir.

Bulgulara göre, sarı renk değeri en yüksek Ç1 ve Ç5 çözelti grubu ile rengi açılan çam örneklerde, en düşük yaşlandırılmış çam, kayın ve meşe örneklerinde tespit edilmiştir.

4.2.5. Işıklılık Değeri/Renk Parlaklığı (L)

Yaşlandırılmış ve yaşlandırıldıktan sonra rengi açılmış örneklerin ışıklılık değeri ölçümlerinin aritmetik ortalama değerlerine ait veriler Çizelge 4.51’de verilmiştir.

Çizelge 4.51. Işıklılık değeri aritmetik ortalamaları

| Ağaç Türü | Işıklılık Değeri | | | | | | |
|-----------|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|--------------------------|-------|
| | Yaşlandırıldıktan Sonra Rengi Açılmış | | | | | Yaşlandırılmış (Kontrol) | |
| | Ç1 | Ç2 | Ç3 | Ç4 | Ç5 | | |
| Çam | X min | 64.73 | 65.81 | 40.58 | 75.91 | 51.26 | 45.56 |
| | X max | 69.57 | 72.52 | 45.59 | 79.33 | 59.02 | 51.77 |
| | STD Sapma | 3.42 | 4.74 | 3.54 | 2.42 | 5.49 | 4.39 |
| | \bar{x} Ortalama | 67.07 | 70.17 | 43.25 | 77.80 | 56.16 | 48.06 |
| Kayın | X min | 66.92 | 61.42 | 58.57 | 71.16 | 60.37 | 44.73 |
| | X max | 71.48 | 68.68 | 70.92 | 79.60 | 65.68 | 52.32 |
| | STD Sapma | 3.22 | 5.13 | 8.73 | 5.97 | 3.75 | 5.37 |
| | \bar{x} Ortalama | 69.31 | 65.86 | 62.37 | 75.44 | 63.63 | 48.44 |
| Meşe | X min | 68.21 | 61.40 | 54.84 | 67.71 | 60.89 | 42.83 |
| | X max | 78.06 | 65.95 | 63.43 | 74.97 | 63.92 | 49.76 |
| | STD Sapma | 6.97 | 3.22 | 6.07 | 5.13 | 2.14 | 4.90 |
| | \bar{x} Ortalama | 74.04 | 63.42 | 60.06 | 71.54 | 62.31 | 46.16 |
| Kestane | X min | 74.61 | 73.98 | 63.51 | 81.26 | 66.74 | 48.11 |
| | X max | 78.24 | 76.99 | 67.28 | 83.77 | 68.43 | 54.94 |
| | STD Sapma | 2.57 | 2.13 | 2.67 | 1.77 | 1.20 | 4.83 |
| | \bar{x} Ortalama | 76.49 | 75.45 | 65.62 | 82.61 | 67.40 | 52 |

X min: En küçük değer X max: En büyük değer STD sapma: Standart sapma \bar{x} : Aritmetik ortalama

Çizelge sonucuna göre ışıklılık değerleri, Yaşlandırılmış ve yaşlandırıldıktan sonra rengi açılmış örnekler arasında farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla basit varyans analizi yapılmış ve sonuçları Çizelge 4.52’de verilmiştir.

Çizelge 4.52. Işıklılık değeri varyans analizi sonuçları

| Faktör | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Ortalama Kare | F Değeri | P $\alpha=0.05$ |
|-------------------|---------------------|-----------------|---------------|----------|-----------------|
| Ağaç türü (A) | 3 | 2917.420 | 972.473 | 217.4243 | 0.0000* |
| Çözelti grubu (B) | 5 | 20893.118 | 4178.624 | 934.2513 | 0.0000* |
| Etkileşim (AB) | 15 | 2936.459 | 195.764 | 43.7686 | 0.0000* |
| Hata | 216 | 966.103 | 4.473 | | |
| Toplam | 239 | 27713.099 | | | |

*: Anlamlı

Yaşlandırılmış ve yaşlandırıldıktan sonra rengi açılmış örneklerin karşılaştırılmasına ilişkin varyans analiz çizelgesine göre, ağaç türü, çözelti grubu faktörü ve bu faktörlerin

karşılıklı etkileşimleri anlamlı çıkmıştır ($\alpha=0,05$). Daha sonra LSD kritik değeri kullanılarak ağaç türü düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.53' de verilmiştir.

Çizelge 4.53. Ağaç türü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları

| Ağaç Türü | | | | | | | |
|------------------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|
| Çam | | Kayın | | Meşe | | Kestane | |
| \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG |
| 60.42 | D | 64.17 | B | 62.92 | C | 69.93 | A* |
| LSD \pm 0.7611 | | | | | | | |

\bar{x} : Aritmetik ortalama HG: Homojenlik grubu *: En yüksek ışıklılık değerini ifade etmektedir.

Çizelge sonucuna göre, ağaç türü düzeyinde ışıklılık değeri en yüksek kestanede, en düşük çamda elde edilmiştir.

Çözelti grubu faktörü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.54' de verilmiştir.

Çizelge 4.54. Çözelti grubu düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları

| Çözelti Grubu | | | | | | | | | | Yaşlandırılmış (Kontrol) | |
|------------------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|--------------------------|----|
| Ç1 | | Ç2 | | Ç3 | | Ç4 | | Ç5 | | \bar{x} | HG |
| \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG |
| 71.73 | B | 68.73 | C | 57.82 | E | 76.85 | A* | 62.38 | D | 48.66 | F |
| LSD \pm 0.9321 | | | | | | | | | | | |

\bar{x} : Aritmetik ortalama HG: Homojenlik grubu *: En yüksek ışıklılık değerini ifade etmektedir.

Çizelge 4.54'e göre, ışıklılık değeri en yüksek Ç4 çözelti grubu ile rengi açılan örneklerde, en düşük yaşlandırılmış kontrol örneklerinde tespit edilmiştir.

Ağaç türü-Çözelti grubu faktör etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.55' de verilmiştir.

Çizelge 4.55. Ağaç türü-Çözelti grubu etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları

| Faktör AB** | Ç1 | | Ç2 | | Ç3 | | Ç4 | | Ç5 | | Yaşlandırılmış (Kontrol) | |
|----------------|-----------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|-----------------------------|----|
| | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG |
| Çam | 67.07 | G | 70.17 | EF | 43.25 | N | 77.80 | B | 56.17 | J | 48.06 | L |
| Kayın | 69.31 | F | 65.86 | G | 62.37 | H | 75.44 | CD | 63.63 | H | 48.44 | L |
| Meşe | 74.04 | D | 63.42 | H | 60.06 | I | 71.54 | E | 62.31 | H | 46.16 | M |
| Kestane | 76.49 | BC | 75.46 | CD | 65.62 | G | 82.61 | A* | 67.40 | G | 52.00 | K |
| LSD ± 1.864 | | | | | | | | | | | | |

\bar{x} : Aritmetik ortalama

HG: Homojenlik grubu

*: En yüksek ışıklılık değeri

** : A: Ağaç türü, B: Çözelti grubunu ifade etmektedir.

Bulgulara göre, ışıklılık değeri en yüksek Ç4 çözelti grubu ile rengi açılan kestanede, en düşük Ç3 çözelti grubu ile rengi açılan çamda tespit edilmiştir.

4.2.6. Toplam Renk Değişimi (ΔE)

Yaşlandırılmış ve yaşlandırıldıktan sonra rengi açılmış örneklerin toplam renk değişimi ölçümlerinin aritmetik ortalama değerlerine ait veriler Çizelge 4.56'da verilmiştir.

Çizelge 4.56. Toplam renk değişimi değeri aritmetik ortalamaları

| Ağaç Türü | | Toplam Renk Değişimi | | | | | |
|----------------|--------------------|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-----------------------------|
| | | Yaşlandırıldıktan Sonra Rengi Açılmış | | | | | Yaşlandırılmış (Kontrol) |
| | | Ç1 | Ç2 | Ç3 | Ç4 | Ç5 | |
| Çam | X min | 68.56 | 68.56 | 42.47 | 78.56 | 55.46 | 46.01 |
| | X max | 73.99 | 76.43 | 47.62 | 81.43 | 65.18 | 52.60 |
| | STD Sapma | 3.84 | 5.56 | 3.64 | 2.03 | 6.87 | 4.66 |
| | \bar{x} Ortalama | 71.38 | 73.47 | 45.10 | 80.29 | 61.49 | 48.61 |
| Kayın | X min | 69.95 | 64.85 | 59.43 | 72.92 | 63.59 | 45.69 |
| | X max | 74.33 | 71.72 | 71.38 | 80.82 | 68.37 | 52.69 |
| | STD Sapma | 3.10 | 4.86 | 8.45 | 5.59 | 3.38 | 4.95 |
| | \bar{x} Ortalama | 72.26 | 68.74 | 63.16 | 77.15 | 66.32 | 49 |
| Meşe | X min | 71.93 | 61.18 | 60.27 | 69.84 | 64.35 | 43.24 |
| | X max | 80.76 | 67.79 | 65.15 | 76.83 | 67.71 | 50.43 |
| | STD Sapma | 6.24 | 4.67 | 3.45 | 4.94 | 2.38 | 5.08 |
| | \bar{x} Ortalama | 77.06 | 64.97 | 61.82 | 73.38 | 65.91 | 46.78 |
| Kestane | X min | 76.36 | 75.74 | 65.47 | 82.11 | 70.15 | 49.30 |
| | X max | 79.80 | 78.43 | 69.29 | 84.69 | 72.44 | 55.50 |
| | STD Sapma | 2.43 | 1.90 | 2.70 | 1.82 | 1.62 | 4.38 |
| | \bar{x} Ortalama | 78.11 | 77.11 | 67.57 | 83.57 | 71.02 | 52.86 |

X min: En küçük değer X max: En büyük değer STD sapma: Standart sapma \bar{x} : Aritmetik ortalama

Çizelge sonucuna göre toplam renk değişimi değerleri, Yaşlandırılmış ve yaşlandırıldıktan sonra rengi açılmış örnekler arasında farklı bulunmuştur. Bu farklılığın

hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla basit varyans analizi yapılmış ve sonuçları Çizelge 4.57’de verilmiştir.

Çizelge 4.57. Toplam renk değişimi değeri varyans analizi sonuçları

| Faktör | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Ortalama Kare | F Değeri | P $\alpha=0.05$ |
|-------------------|---------------------|-----------------|---------------|-----------|-----------------|
| Ağaç türü (A) | 3 | 2351.026 | 783.675 | 177.4360 | 0.0000* |
| Çözelti grubu (B) | 5 | 23213.637 | 4642.727 | 1051.1840 | 0.0000* |
| Etkileşim (AB) | 15 | 2969.901 | 197.993 | 44.8287 | 0.0000* |
| Hata | 216 | 954.000 | 4.417 | | |
| Toplam | 239 | 29488.563 | | | |

*: Anlamlı

Yaşlandırılmış ve yaşlandırıldıktan sonra rengi açılmış örneklerin karşılaştırılmasına ilişkin varyans analiz çizelgesine göre, ağaç türü, çözelti grubu faktörü ve bu faktörlerin karşılıklı etkileşimleri anlamlı çıkmıştır ($\alpha=0,05$). Daha sonra LSD kritik değeri kullanılarak ağaç türü düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.58’ de verilmiştir.

Çizelge 4.58. Ağaç türü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları

| Ağaç Türü | | | | | | | |
|------------------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|
| Çam | | Kayın | | Meşe | | Kestane | |
| \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG |
| 63.39 | D | 66.10 | B | 64.99 | C | 71.70 | A* |
| LSD \pm 0.7563 | | | | | | | |

\bar{x} : Aritmetik ortalama HG: Homojenlik grubu

*: En yüksek toplam renk değişimi değerini ifade etmektedir.

Çizelge sonucuna göre, ağaç türü düzeyinde toplam renk değişimi en yüksek kestanede, en düşük çamda elde edilmiştir.

Çözelti grubu faktörü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.59’ da verilmiştir.

Çizelge 4.59. Çözelti grubu düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları

| Çözelti Grubu | | | | | | | | | | Yaşlandırılmış (Kontrol) | |
|------------------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|--------------------------|----|
| Ç1 | | Ç2 | | Ç3 | | Ç4 | | Ç5 | | \bar{x} | HG |
| \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG |
| 74.71 | B | 71.07 | C | 59.41 | E | 78.60 | A* | 66.18 | D | 49.31 | F |
| LSD \pm 0.9263 | | | | | | | | | | | |

\bar{x} : Aritmetik ortalama HG: Homojenlik grubu

*: En yüksek toplam renk değişimi değerini ifade etmektedir.

Çizelge 4.59'a göre, toplam renk değişimi en yüksek Ç4 çözelti grubu ile rengi açılan örneklerde, en düşük yaşlandırılmış kontrol örneklerinde tespit edilmiştir.

Ağaç türü-Çözelti grubu faktör etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.60' da verilmiştir.

Çizelge 4.60. Ağaç türü-Çözelti grubu etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları

| Faktör AB** | Ç1 | | Ç2 | | Ç3 | | Ç4 | | Ç5 | | Yaşlandırılmış (Kontrol) | |
|-----------------|-----------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|-----------------------------|----|
| | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG |
| Çam | 71.38 | E | 73.47 | D | 45.10 | N | 80.29 | B | 61.49 | J | 48.61 | LM |
| Kayın | 72.26 | DE | 68.74 | F | 63.15 | IJ | 77.15 | C | 66.32 | GH | 49.00 | L |
| Meşe | 77.07 | C | 64.97 | HI | 61.82 | J | 73.38 | D | 65.91 | GH | 46.78 | MN |
| Kestane | 78.11 | C | 77.11 | C | 67.57 | FG | 83.57 | A* | 71.01 | E | 52.86 | K |
| LSD \pm 1.853 | | | | | | | | | | | | |

\bar{x} : Aritmetik ortalama

HG: Homojenlik grubu

*: En yüksek toplam renk değişimi **: A: Ağaç türü, B: Çözelti grubunu ifade etmektedir

Bulgulara göre, toplam renk değişimi en yüksek Ç4 çözelti grubu ile rengi açılan kestanede, en düşük Ç3 çözelti grubu ile rengi açılan çamda tespit edilmiştir.

4.3. DOĞAL KONTROL ÖRNEKLERİ İLE YAŞLANDIRILDIKTAN SONRA RENGİ AÇILMIŞ ÖRNEKLERİN KARŞILAŞTIRILMASI

4.3.1. Sertlik

Doğal kontrol örnekler ile açık hava koşullarında maruz bırakıldıktan sonra renk açma işlemi uygulanmış (yaşlandırıldıktan sonra rengi açılmış) örneklerin sertlik ölçümlerinin aritmetik ortalama değerlerine ait veriler Çizelge 4.61'de verilmiştir.

Çizelge 4.61. Sertlik değeri aritmetik ortalamaları

| Ağaç Türü | | Sertlik Değeri | | | | | |
|-----------|--------------------|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-----------------|
| | | Yaşlandırıldıktan Sonra Rengi Açılmış | | | | | Doğal (Kontrol) |
| | | Ç1 | Ç2 | Ç3 | Ç4 | Ç5 | |
| Çam | X min | 44 | 46 | 44 | 43 | 44 | 51 |
| | X max | 52 | 53 | 50 | 50 | 52 | 58 |
| | STD Sapma | 5.66 | 4.95 | 4.24 | 4.95 | 5.66 | 4.95 |
| | \bar{x} Ortalama | 48.60 | 50.50 | 46.90 | 47.50 | 48.20 | 54.50 |
| Kayın | X min | 51 | 42 | 51 | 51 | 52 | 54 |
| | X max | 56 | 48 | 56 | 56 | 58 | 58 |
| | STD Sapma | 3.54 | 4.24 | 3.54 | 3.54 | 4.24 | 2.83 |
| | \bar{x} Ortalama | 53.50 | 45.10 | 53.80 | 54.40 | 55.30 | 56.10 |
| Meşe | X min | 51 | 50 | 50 | 51 | 50 | 62 |
| | X max | 58 | 56 | 55 | 57 | 57 | 66 |
| | STD Sapma | 4.95 | 4.24 | 3.54 | 4.24 | 4.95 | 2.83 |
| | \bar{x} Ortalama | 54.70 | 53.40 | 52.30 | 54 | 53.10 | 63.90 |
| Kestane | X min | 44 | 48 | 47 | 45 | 46 | 56 |
| | X max | 52 | 54 | 54 | 54 | 55 | 62 |
| | STD Sapma | 5.66 | 4.24 | 4.95 | 6.36 | 6.36 | 4.24 |
| | \bar{x} Ortalama | 47.80 | 51 | 50.80 | 48.90 | 50.60 | 58 |

X min: En küçük değer X max: En büyük değer STD sapma: Standart sapma \bar{x} : Aritmetik ortalama

Çizelge sonucuna göre sertlik değerleri, doğal kontrol ve yaşlandırıldıktan sonra rengi açılmış örnekler arasında farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla basit varyans analizi yapılmış ve sonuçları Çizelge 4.62’de verilmiştir.

Çizelge 4.62. Sertlik değeri varyans analizi sonuçları

| Faktör | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Ortalama Kare | F Değeri | P $\alpha=0.05$ |
|-------------------|---------------------|-----------------|---------------|----------|-----------------|
| Ağaç türü (A) | 3 | 1137.412 | 379.137 | 74.6048 | 0.0000* |
| Çözelti grubu (B) | 5 | 1750.821 | 350.164 | 68.9036 | 0.0000* |
| Etkileşim (AB) | 15 | 1013.063 | 67.538 | 13.2897 | 0.0000* |
| Hata | 216 | 1097.700 | 5.082 | | |
| Toplam | 239 | 4998.996 | | | |

*: Anlamlı

Doğal kontrol örnekler ile yaşlandırıldıktan sonra rengi açılmış örneklerin karşılaştırılmasına ilişkin varyans analiz çizelgesine göre, ağaç türü, çözelti grubu faktörü ve bu faktörlerin karşılıklı etkileşimleri anlamlı çıkmıştır ($\alpha=0,05$). Daha sonra LSD kritik değeri kullanılarak ağaç türü düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.63’ de verilmiştir.

Çizelge 4.63. Ağaç türü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları

| Ağaç Türü | | | | | | | |
|------------------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|
| Çam | | Kayın | | Meşe | | Kestane | |
| \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG |
| 49.37 | D | 53.03 | B | 55.23 | A* | 51.18 | C |
| LSD \pm 0.8112 | | | | | | | |

\bar{x} : Aritmetik ortalama HG: Homojenlik grubu *: En yüksek sertlik değerini ifade etmektedir.

Çizelge 4.63'e göre ağaç türü düzeyinde sertlik değeri en yüksek meşede, en düşük çamda elde edilmiştir.

Çözelti grubu faktörü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.64' de verilmiştir.

Çizelge 4.64. Çözelti grubu düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları

| Çözelti Grubu | | | | | | | | | | Doğal (Kontrol) | |
|------------------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|-----------------|----|
| Ç1 | | Ç2 | | Ç3 | | Ç4 | | Ç5 | | \bar{x} | HG |
| \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG |
| 51.15 | B | 50.00 | C | 50.95 | BC | 51.20 | B | 51.80 | B | 58.13 | A* |
| LSD \pm 0.9936 | | | | | | | | | | | |

\bar{x} : Aritmetik ortalama HG: Homojenlik grubu *: En yüksek sertlik değerini ifade etmektedir.

Çizelge 4.64'e göre, sertlik değeri en yüksek doğal kontrol örneklerinde, en düşük Ç2 çözelti grubu ile rengi açılan örneklerde tespit edilmiştir.

Ağaç türü-Çözelti grubu faktör etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.65' de verilmiştir.

Çizelge 4.65. Ağaç türü-Çözelti grubu etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları

| Faktör AB** | Ç1 | | Ç2 | | Ç3 | | Ç4 | | Ç5 | | Doğal (Kontrol) | |
|-----------------|-----------|----|-----------|-----|-----------|-----|-----------|-----|-----------|-----|-----------------|-----|
| | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG |
| Çam | 48.60 | HI | 50.50 | FGH | 46.90 | IJ | 47.50 | I | 48.20 | I | 54.50 | CDE |
| Kayın | 53.50 | DE | 45.10 | J | 53.80 | DE | 54.40 | CDE | 55.30 | CD | 56.10 | BC |
| Meşe | 54.70 | CD | 53.40 | DE | 52.30 | EF | 54.00 | CDE | 53.10 | DE | 63.90 | A* |
| Kestane | 47.80 | I | 51.00 | FG | 50.80 | FGH | 48.90 | GHI | 50.60 | FGH | 58.00 | B |
| LSD \pm 1.987 | | | | | | | | | | | | |

\bar{x} : Aritmetik ortalama HG: Homojenlik grubu *: En yüksek sertlik değeri

** : A: Ağaç türü, B: Çözelti grubunu ifade etmektedir.

Bulgulara göre, sertlik değeri en yüksek doğal meşe kontrol örneklerinde, en düşük Ç2 çözelti grubu ile rengi açılan kayın örneklerde tespit edilmiştir.

4.3.2. Parlaklık

Doğal kontrol örnekler ile yaşlandırıldıktan sonra rengi açılmış örneklerin parlaklık ölçümlerinin aritmetik ortalama değerlerine ait veriler Çizelge 4.66'da verilmiştir.

Çizelge 4.66. Parlaklık değeri aritmetik ortalamaları

| Ağaç Türü | | Parlaklık Değeri | | | | | Doğal (Kontrol) |
|-----------|--------------------|---------------------------------------|------|------|------|------|-----------------|
| | | Yaşlandırıldıktan Sonra Rengi Açılmış | | | | | |
| | | Ç1 | Ç2 | Ç3 | Ç4 | Ç5 | |
| Çam | X min | 2.17 | 2.17 | 1.17 | 2.56 | 0.56 | 3.80 |
| | X max | 2.88 | 4 | 2.13 | 3.29 | 1.45 | 5.40 |
| | STD Sapma | 0.50 | 1.29 | 0.68 | 0.52 | 0.63 | 1.13 |
| | \bar{x} Ortalama | 2.52 | 3.07 | 1.65 | 2.99 | 1.06 | 4.44 |
| Kayın | X min | 1.89 | 1.85 | 1.69 | 2.14 | 1.61 | 2.50 |
| | X max | 2.84 | 2.48 | 2.70 | 2.67 | 2.04 | 3.30 |
| | STD Sapma | 0.67 | 0.45 | 0.71 | 0.37 | 0.30 | 0.57 |
| | \bar{x} Ortalama | 2.40 | 2.13 | 2.04 | 2.35 | 1.85 | 2.88 |
| Meşe | X min | 2.77 | 1.14 | 1.48 | 1.76 | 1.24 | 2.10 |
| | X max | 3.36 | 1.76 | 2.19 | 2.71 | 1.82 | 3.90 |
| | STD Sapma | 0.42 | 0.44 | 0.50 | 0.67 | 0.41 | 1.27 |
| | \bar{x} Ortalama | 3.12 | 1.53 | 1.80 | 2.39 | 1.52 | 2.90 |
| Kestane | X min | 2.08 | 2.38 | 1.97 | 2.21 | 1.75 | 3.50 |
| | X max | 3.14 | 3.51 | 2.68 | 3.33 | 2.95 | 4.10 |
| | STD Sapma | 0.75 | 0.80 | 0.50 | 0.79 | 0.85 | 0.42 |
| | \bar{x} Ortalama | 2.59 | 2.97 | 2.36 | 2.81 | 2.30 | 3.77 |

X min: En küçük değer X max: En büyük değer STD sapma: Standart sapma \bar{x} : Aritmetik ortalama

Çizelge sonucuna göre parlaklık değerleri, doğal kontrol ve yaşlandırıldıktan sonra rengi açılmış örnekler arasında farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla basit varyans analizi yapılmış ve sonuçları Çizelge 4.67'de verilmiştir.

Çizelge 4.67. Parlaklık değeri varyans analizi sonuçları

| Faktör | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Ortalama Kare | F Değeri | P $\alpha=0.05$ |
|-------------------|---------------------|-----------------|---------------|----------|-----------------|
| Ağaç türü (A) | 3 | 14.117 | 4.706 | 46.3097 | 0.0000* |
| Çözelti grubu (B) | 5 | 80.036 | 16.007 | 157.5271 | 0.0000* |
| Etkileşim (AB) | 15 | 35.843 | 2.390 | 23.5152 | 0.0000* |
| Hata | 216 | 21.949 | 0.102 | | |
| Toplam | 239 | 151.945 | | | |

*: Anlamlı

Doğal kontrol örnekler ile yaşlandırıldıktan sonra rengi açılmış örneklerin karşılaştırılmasına ilişkin varyans analiz çizelgesine göre, ağaç türü, çözelti grubu

faktörü ve bu faktörlerin karşılıklı etkileşimleri anlamlı çıkmıştır ($\alpha=0,05$). Daha sonra LSD kritik değeri kullanılarak ağaç türü düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.68’ de verilmiştir.

Çizelge 4.68. Ağaç türü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları

| Ağaç Türü | | | | | | | |
|------------------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|
| Çam | | Kayın | | Meşe | | Kestane | |
| \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG |
| 2.620 | B | 2.276 | C | 2.211 | C | 2.799 | A* |
| LSD \pm 0.1149 | | | | | | | |

\bar{x} : Aritmetik ortalama HG: Homojenlik grubu *: En yüksek parlaklık değerini ifade etmektedir.

Çizelge 4.68’e göre ağaç türü düzeyinde parlaklık değeri en yüksek kestanede, en düşük kayın ve meşede elde edilmiştir.

Çözelti grubu faktörü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.69’ da verilmiştir.

Çizelge 4.69. Çözelti grubu düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları

| Çözelti Grubu | | | | | | | | | | Doğal (Kontrol) | |
|------------------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|-----------------|----|
| Ç1 | | Ç2 | | Ç3 | | Ç4 | | Ç5 | | \bar{x} | HG |
| \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | | |
| 2.657 | B | 2.423 | C | 1.961 | D | 2.636 | B | 1.682 | E | 3.498 | A* |
| LSD \pm 0.1408 | | | | | | | | | | | |

\bar{x} : Aritmetik ortalama HG: Homojenlik grubu *: En yüksek parlaklık değerini ifade etmektedir.

Çizelge 4.69’a göre, parlaklık değeri en yüksek doğal kontrol örneklerinde, en düşük Ç5 çözelti grubu ile rengi açılan örneklerde elde edilmiştir.

Ağaç türü-Çözelti grubu faktör etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.70’ da verilmiştir.

Çizelge 4.70. Ağaç türü-Çözelti grubu etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları

| Faktör AB** | Ç1 | | Ç2 | | Ç3 | | Ç4 | | Ç5 | | Doğal (Kontrol) | |
|----------------|-----------|----|-----------|-----|-----------|-----|-----------|----|-----------|-----|--------------------|----|
| | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG |
| Çam | 2.518 | DE | 3.065 | C | 1.647 | JK | 2.993 | C | 1.059 | L | 4.436 | A* |
| Kayın | 2.397 | EF | 2.129 | FGH | 2.043 | GHI | 2.355 | EF | 1.846 | HIJ | 2.884 | C |
| Meşe | 3.125 | C | 1.534 | K | 1.797 | IJK | 2.387 | EF | 1.523 | K | 2.898 | C |
| Kestane | 2.586 | DE | 2.965 | C | 2.358 | EF | 2.811 | CD | 2.299 | EFG | 3.773 | B |
| LSD ± 0.2815 | | | | | | | | | | | | |

\bar{x} : Aritmetik ortalama

HG: Homojenlik grubu

*: En yüksek parlaklık değeri

** : A: Ağaç türü, B: Çözelti grubunu ifade etmektedir.

Bulgulara göre, parlaklık değeri en yüksek doğal çam kontrol örneklerinde, en düşük Ç5 çözelti grubu ile rengi açılan çam örneklerde tespit edilmiştir.

4.3.3. Kırmızı Renk Değeri (+a)

Doğal kontrol örnekler ile yaşlandırıldıktan sonra rengi açılmış örneklerin kırmızı renk değeri ölçümlerinin aritmetik ortalama değerlerine ait veriler Çizelge 4.71’de verilmiştir.

Çizelge 4.71. Kırmızı renk değeri aritmetik ortalamaları

| Ağaç Türü | | Kırmızı Renk Değeri | | | | | Doğal (Kontrol) |
|----------------|--------------------------------------|---------------------------------------|------|------|------|------|--------------------|
| | | Yaşlandırıldıktan Sonra Rengi Açılmış | | | | | |
| | | Ç1 | Ç2 | Ç3 | Ç4 | Ç5 | |
| Çam | X min | 4.48 | 4.07 | 2.63 | 1.53 | 7.18 | 5.64 |
| | X max | 6.04 | 4.49 | 5.45 | 3.35 | 9.02 | 8.18 |
| | STD Sapma | 1.10 | 0.30 | 1.99 | 1.29 | 1.30 | 1.80 |
| | \bar{x} Ortalama | 5.30 | 4.30 | 4.37 | 2.63 | 8.02 | 6.87 |
| Kayın | X min | 3.24 | 4.16 | 0.92 | 1.58 | 4.01 | 11.60 |
| | X max | 4.07 | 4.67 | 2.83 | 2.26 | 5.85 | 12.68 |
| | STD Sapma | 0.59 | 0.36 | 1.35 | 0.48 | 1.30 | 0.76 |
| | \bar{x} Ortalama | 3.62 | 4.30 | 2.15 | 1.93 | 4.97 | 12.05 |
| Meşe | X min | 1.50 | 1.62 | 2.60 | 1.41 | 5.42 | 8.92 |
| | X max | 3.52 | 2.37 | 3.72 | 2.78 | 6.48 | 10.04 |
| | STD Sapma | 1.43 | 0.53 | 0.79 | 0.97 | 0.75 | 0.79 |
| | \bar{x} Ortalama | 2.37 | 1.90 | 3.14 | 1.93 | 5.84 | 9.60 |
| Kestane | X min | 0.83 | 1.07 | 2.59 | 0.05 | 4.77 | 6.11 |
| | X max | 1.73 | 1.61 | 3.30 | 0.27 | 6.77 | 7.08 |
| | STD Sapma | 0.64 | 0.38 | 0.50 | 0.16 | 1.41 | 0.69 |
| | \bar{x} Ortalama | 1.18 | 1.26 | 2.89 | 0.14 | 5.55 | 6.54 |

X min: En küçük değer X max: En büyük değer STD sapma: Standart sapma \bar{x} : Aritmetik ortalama

Çizelge sonucuna göre kırmızı renk değerleri, doğal kontrol ve yaşlandırıldıktan sonra rengi açılmış örnekler arasında farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden

kaynaklandığını belirlemek amacıyla basit varyans analizi yapılmış ve sonuçları Çizelge 4.72’de verilmiştir.

Çizelge 4.72. Kırmızı renk değeri varyans analizi sonuçları

| Faktör | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Ortalama Kare | F Değeri | P $\alpha=0.05$ |
|-------------------|---------------------|-----------------|---------------|-----------|-----------------|
| Ağaç türü (A) | 3 | 186.302 | 62.101 | 281.9536 | 0.0000* |
| Çözelti grubu (B) | 5 | 1389.549 | 277.910 | 1261.7855 | 0.0000* |
| Etkileşim (AB) | 15 | 296.480 | 19.765 | 89.7398 | 0.0000* |
| Hata | 216 | 47.574 | 0.220 | | |
| Toplam | 239 | 1919.905 | | | |

*: Anlamlı

Doğal kontrol örnekler ile yaşlandırıldıktan sonra rengi açılmış örneklerin karşılaştırılmasına ilişkin varyans analiz çizelgesine göre, ağaç türü, çözelti grubu faktörü ve bu faktörlerin karşılıklı etkileşimleri anlamlı çıkmıştır ($\alpha=0,05$). Daha sonra LSD kritik değeri kullanılarak ağaç türü düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.73’ de verilmiştir.

Çizelge 4.73. Ağaç türü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları

| Ağaç Türü | | | | | | | |
|------------------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|
| Çam | | Kayın | | Meşe | | Kestane | |
| \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG |
| 5.247 | A* | 4.837 | B | 4.128 | C | 2.925 | D |
| LSD \pm 0.1688 | | | | | | | |

\bar{x} : Aritmetik ortalama HG: Homojenlik grubu *: En yüksek kırmızı renk değerini ifade etmektedir.

Çizelge 4.73’e göre ağaç türü düzeyinde kırmızı renk değeri en yüksek çamda, en düşük kestanede elde edilmiştir.

Çözelti grubu faktörü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.74’ te verilmiştir.

Çizelge 4.74. Çözelti grubu düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları

| Çözelti Grubu | | | | | | | | | | Doğal (Kontrol) | |
|------------------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|-----------------|----|
| Ç1 | | Ç2 | | Ç3 | | Ç4 | | Ç5 | | \bar{x} | HG |
| \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG |
| 3.117 | C | 2.942 | C | 3.136 | C | 1.655 | D | 6.091 | B | 8.765 | A* |
| LSD \pm 0.2067 | | | | | | | | | | | |

\bar{x} : Aritmetik ortalama HG: Homojenlik grubu *: En yüksek kırmızı renk değerini ifade etmektedir.

Çizelge 4.74'e göre, kırmızı renk değeri en yüksek doğal kontrol örneklerinde, en düşük Ç4 çözeltili grubu ile rengi açılan örneklerde tespit edilmiştir.

Ağaç türü-Çözeltili grubu faktör etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.75' de verilmiştir.

Çizelge 4.75. Ağaç türü-Çözeltili grubu etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları

| Faktör AB** | Ç1 | | Ç2 | | Ç3 | | Ç4 | | Ç5 | | Doğal (Kontrol) | |
|------------------|-----------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|--------------------|----|
| | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG |
| Çam | 5.301 | FG | 4.302 | H | 4.368 | H | 2.627 | KL | 8.016 | C | 6.869 | D |
| Kayın | 3.624 | I | 4.304 | H | 2.151 | MN | 1.928 | N | 4.967 | G | 12.05 | A* |
| Meşe | 2.365 | LM | 1.904 | N | 3.135 | J | 1.929 | N | 5.837 | E | 9.599 | B |
| Kestane | 1.176 | O | 1.259 | O | 2.891 | JK | 0.1360 | P | 5.546 | EF | 6.542 | D |
| LSD \pm 0.4134 | | | | | | | | | | | | |

\bar{x} : Aritmetik ortalama

HG: Homojenlik grubu

*: En yüksek kırmızı renk değeri

** : A: Ağaç türü, B: Çözeltili grubunu ifade etmektedir.

Çizelge 4.75'e göre, kırmızı renk değeri en yüksek doğal kayın kontrol örneklerinde, en düşük Ç4 çözeltili grubu ile rengi açılan kestanede tespit edilmiştir.

4.3.4. Sarı Renk Değeri (+b)

Doğal kontrol örnekler ile yaşlandırıldıktan sonra rengi açılmış örneklerin sarı renk değeri ölçümlerinin aritmetik ortalama değerlerine ait veriler Çizelge 4.76'da verilmiştir.

Çizelge 4.76. Sarı renk değeri aritmetik ortalamaları

| Ağaç Türü | | Sarı Renk Değeri | | | | | |
|-----------|--------------------|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-----------------|
| | | Yaşlandırıldıktan Sonra Rengi Açılmış | | | | | Doğal (Kontrol) |
| | | Ç1 | Ç2 | Ç3 | Ç4 | Ç5 | |
| Çam | X min | 21.76 | 18.72 | 10.36 | 17.46 | 19.92 | 26.98 |
| | X max | 25.31 | 24.45 | 13.88 | 21.14 | 26.23 | 29.29 |
| | STD Sapma | 2.51 | 4.05 | 2.49 | 2.60 | 4.46 | 1.63 |
| | \bar{x} Ortalama | 23.80 | 21.31 | 11.98 | 19.63 | 23.69 | 28.03 |
| Kayın | X min | 19.42 | 18.02 | 7.02 | 13.87 | 15.54 | 20.21 |
| | X max | 20.43 | 20.34 | 11.68 | 17.44 | 20.29 | 22.02 |
| | STD Sapma | 0.71 | 1.64 | 3.30 | 2.52 | 3.36 | 1.28 |
| | \bar{x} Ortalama | 20.11 | 19.20 | 9.56 | 15.93 | 17.95 | 21.20 |
| Meşe | X min | 18.75 | 12.49 | 12.25 | 14.59 | 19.56 | 22.48 |
| | X max | 24 | 15.53 | 15.97 | 16.97 | 22.35 | 24.38 |
| | STD Sapma | 3.71 | 2.15 | 2.63 | 1.68 | 1.97 | 1.34 |
| | \bar{x} Ortalama | 21.11 | 13.93 | 14.26 | 16.18 | 20.65 | 23.38 |
| Kestane | X min | 14.81 | 14.92 | 14.74 | 11.76 | 18.58 | 21.44 |
| | X max | 16.24 | 16.57 | 17.43 | 13.62 | 24.23 | 25.03 |
| | STD Sapma | 1.01 | 1.17 | 1.90 | 1.32 | 4 | 2.54 |
| | \bar{x} Ortalama | 15.79 | 15.81 | 15.83 | 12.62 | 21.60 | 22.60 |

X min: En küçük değer X max: En büyük değer STD sapma: Standart sapma \bar{x} : Aritmetik ortalama

Çizelge sonucuna göre sarı renk değerleri, doğal kontrol ve yaşlandırıldıktan sonra rengi açılmış örnekler arasında farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla basit varyans analizi yapılmış ve sonuçları Çizelge 4.77’de verilmiştir.

Çizelge 4.77. Sarı renk değeri varyans analizi sonuçları

| Faktör | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Ortalama Kare | F Değeri | P $\alpha=0.05$ |
|-------------------|---------------------|-----------------|---------------|----------|-----------------|
| Ağaç türü (A) | 3 | 667.776 | 222.592 | 169.3384 | 0.0000* |
| Çözelti grubu (B) | 5 | 3005.132 | 601.026 | 457.2354 | 0.0000* |
| Etkileşim (AB) | 15 | 897.390 | 59.826 | 45.5131 | 0.0000* |
| Hata | 216 | 283.927 | 1.314 | | |
| Toplam | 239 | 4854.226 | | | |

*: Anlamlı

Doğal kontrol örnekler ile yaşlandırıldıktan sonra rengi açılmış örneklerin karşılaştırılmasına ilişkin varyans analiz çizelgesine göre, ağaç türü, çözelti grubu faktörü ve bu faktörlerin karşılıklı etkileşimleri anlamlı çıkmıştır ($\alpha=0,05$). Daha sonra LSD kritik değeri kullanılarak ağaç türü düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.78’ de verilmiştir.

Çizelge 4.78. Ağaç türü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları

| Ağaç Türü | | | | | | | |
|------------------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|
| Çam | | Kayın | | Meşe | | Kestane | |
| \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG |
| 21.41 | A* | 17.33 | C | 18.25 | B | 17.38 | C |
| LSD \pm 0.4125 | | | | | | | |

\bar{x} : Aritmetik ortalama HG: Homojenlik grubu *: En yüksek sarı renk değerini ifade etmektedir.

Çizelge 4.78'e göre ağaç türü düzeyinde sarı renk değeri en yüksek çamda, en düşük kayın ve kestanede elde edilmiştir.

Çözelti grubu faktörü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.79' da verilmiştir.

Çizelge 4.79. Çözelti grubu düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları

| Çözelti Grubu | | | | | | | | | | Doğal (Kontrol) | |
|------------------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|-----------------|----|
| Ç1 | | Ç2 | | Ç3 | | Ç4 | | Ç5 | | \bar{x} | HG |
| \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG |
| 20.20 | C | 17.56 | D | 12.91 | F | 16.09 | E | 20.97 | B | 23.81 | A* |
| LSD \pm 0.5052 | | | | | | | | | | | |

\bar{x} : Aritmetik ortalama HG: Homojenlik grubu *: En yüksek sarı renk değerini ifade etmektedir.

Çizelge 4.79'a göre, sarı renk değeri en yüksek doğal kontrol örneklerinde, en düşük Ç3 çözelti grubu ile rengi açılan örneklerde tespit edilmiştir.

Ağaç türü-Çözelti grubu faktör etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.80' de verilmiştir.

Çizelge 4.80. Ağaç türü-Çözelti grubu etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları

| Faktör AB** | Ç1 | | Ç2 | | Ç3 | | Ç4 | | Ç5 | | Doğal (Kontrol) | |
|-----------------|-----------|-----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|-----|-----------------|----|
| | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG |
| Çam | 23.80 | B | 21.31 | E | 11.98 | L | 19.63 | GH | 23.69 | B | 28.03 | A* |
| Kayın | 20.11 | FGH | 19.20 | H | 9.564 | M | 15.93 | J | 17.95 | I | 21.23 | E |
| Meşe | 21.11 | EF | 13.93 | K | 14.26 | K | 16.18 | J | 20.65 | EFG | 23.38 | BC |
| Kestane | 15.79 | J | 15.81 | J | 15.83 | J | 12.62 | L | 21.60 | DE | 22.60 | CD |
| LSD \pm 1.010 | | | | | | | | | | | | |

\bar{x} : Aritmetik ortalama HG: Homojenlik grubu *: En yüksek sarı renk değeri
**: A: Ağaç türü, B: Çözelti grubunu ifade etmektedir.

Bulgulara göre, sarı renk değeri en yüksek doğal çam kontrol örneklerinde, en düşük Ç3 çözelti grubu ile rengi açılan kayın örneklerde elde edilmiştir.

4.3.5. Işıklılık Değeri/Renk Parlaklığı (L)

Doğal kontrol örnekler ile yaşlandırıldıktan sonra rengi açılmış örneklerin ışıklılık değeri ölçümlerinin aritmetik ortalama değerlerine ait veriler Çizelge 4.81’de verilmiştir.

Çizelge 4.81. Işıklılık değeri aritmetik ortalamaları

| Ağaç Türü | | Işıklılık Değeri | | | | | Doğal (Kontrol) |
|-----------|--------------------|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-----------------|
| | | Yaşlandırıldıktan Sonra Rengi Açılmış | | | | | |
| | | Ç1 | Ç2 | Ç3 | Ç4 | Ç5 | |
| Çam | X min | 64.73 | 65.81 | 40.58 | 75.91 | 51.26 | 76.81 |
| | X max | 69.57 | 72.52 | 45.59 | 79.33 | 59.02 | 82.23 |
| | STD Sapma | 3.42 | 4.74 | 3.54 | 2.42 | 5.49 | 3.83 |
| | \bar{x} Ortalama | 67.07 | 70.17 | 43.25 | 77.80 | 56.16 | 79.62 |
| Kayın | X min | 66.92 | 61.42 | 58.57 | 71.16 | 60.37 | 63.33 |
| | X max | 71.48 | 68.68 | 70.92 | 79.60 | 65.68 | 64.94 |
| | STD Sapma | 3.22 | 5.13 | 8.73 | 5.97 | 3.75 | 1.14 |
| | \bar{x} Ortalama | 69.31 | 65.86 | 62.37 | 75.44 | 63.63 | 64.27 |
| Meşe | X min | 68.21 | 61.40 | 54.84 | 67.71 | 60.89 | 65.13 |
| | X max | 78.06 | 65.95 | 63.43 | 74.97 | 63.92 | 67.94 |
| | STD Sapma | 6.97 | 3.22 | 6.07 | 5.13 | 2.14 | 1.99 |
| | \bar{x} Ortalama | 74.04 | 63.42 | 60.06 | 71.54 | 62.31 | 66.22 |
| Kestane | X min | 74.61 | 73.98 | 63.51 | 81.26 | 66.74 | 70.06 |
| | X max | 78.24 | 76.99 | 67.28 | 83.77 | 68.43 | 72.22 |
| | STD Sapma | 2.57 | 2.13 | 2.67 | 1.77 | 1.20 | 1.53 |
| | \bar{x} Ortalama | 76.49 | 75.45 | 65.62 | 82.61 | 67.40 | 71.10 |

X min: En küçük değer X max: En büyük değer STD sapma: Standart sapma \bar{x} : Aritmetik ortalama

Çizelge sonucuna göre ışıklılık değerleri, doğal kontrol ve yaşlandırıldıktan sonra rengi açılmış örnekler arasında farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla basit varyans analizi yapılmış ve sonuçları Çizelge 4.82’de verilmiştir.

Çizelge 4.82. Işıklılık değeri varyans analizi sonuçları

| Faktör | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Ortalama Kare | F Değeri | P $\alpha=0.05$ |
|-------------------|---------------------|-----------------|---------------|----------|-----------------|
| Ağaç türü (A) | 3 | 2153.509 | 717.836 | 196.0671 | 0.0000* |
| Çözümlü grubu (B) | 5 | 9323.882 | 1864.776 | 509.3378 | 0.0000* |
| Etkileşim (AB) | 15 | 4920.419 | 328.028 | 89.5963 | 0.0000* |
| Hata | 216 | 790.814 | 3.661 | | |
| Toplam | 239 | 17188.625 | | | |

*: Anlamlı

Doğal kontrol örnekler ile yaşlandırıldıktan sonra rengi açılmış örneklerin karşılaştırılmasına ilişkin varyans analiz çizelgesine göre, ağaç türü, çözelti grubu faktörü ve bu faktörlerin karşılıklı etkileşimleri anlamlı çıkmıştır ($\alpha=0,05$). Daha sonra LSD kritik değeri kullanılarak ağaç türü düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.83' de verilmiştir.

Çizelge 4.83. Ağaç türü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları

| Ağaç Türü | | | | | | | |
|------------------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|
| Çam | | Kayın | | Meşe | | Kestane | |
| \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG |
| 65.68 | C | 66.81 | B | 66.27 | BC | 73.11 | A* |
| LSD \pm 0.6885 | | | | | | | |

\bar{x} : Aritmetik ortalama HG: Homojenlik grubu *: En yüksek ışıklılık değerini ifade etmektedir.

Çizelge sonucuna göre, ağaç türü düzeyinde ışıklılık değeri en yüksek kestanede, en düşük çamda elde edilmiştir.

Çözelti grubu faktörü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.84' de verilmiştir.

Çizelge 4.84. Çözelti grubu düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları

| Çözelti Grubu | | | | | | | | | | Doğal (Kontrol) | |
|------------------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|-----------------|----|
| Ç1 | | Ç2 | | Ç3 | | Ç4 | | Ç5 | | \bar{x} | HG |
| \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG |
| 71.73 | B | 68.73 | D | 57.83 | F | 76.85 | A* | 62.38 | E | 70.30 | C |
| LSD \pm 0.8433 | | | | | | | | | | | |

\bar{x} : Aritmetik ortalama HG: Homojenlik grubu *: En yüksek ışıklılık değerini ifade etmektedir.

Çizelge 4.84'e göre, ışıklılık değeri en yüksek Ç4 çözelti grubu ile rengi açılan örneklerde, en düşük Ç3 çözelti grubu ile rengi açılan örneklerde tespit edilmiştir.

Ağaç türü-Çözelti grubu faktör etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.85' de verilmiştir.

Çizelge 4.85. Ağaç türü-Çözelti grubu etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları

| Faktör AB** | Ç1 | | Ç2 | | Ç3 | | Ç4 | | Ç5 | | Doğal (Kontrol) | |
|-----------------|-----------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|--------------------|----|
| | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG |
| Çam | 67.07 | H | 70.17 | FG | 43.25 | N | 77.80 | C | 56.17 | M | 79.62 | B |
| Kayın | 69.31 | G | 65.86 | HI | 62.37 | K | 75.44 | DE | 63.63 | JK | 64.27 | IJ |
| Meşe | 74.04 | E | 63.42 | JK | 60.06 | L | 71.54 | F | 62.31 | K | 66.22 | H |
| Kestane | 76.49 | CD | 75.46 | DE | 65.62 | HI | 82.61 | A* | 67.40 | H | 71.10 | F |
| LSD \pm 1.687 | | | | | | | | | | | | |

\bar{x} : Aritmetik ortalama

HG: Homojenlik grubu

*: En yüksek ışıklılık değeri

** : A: Ağaç türü, B: Çözelti grubunu ifade etmektedir.

Bulgulara göre, ışıklılık değeri en yüksek Ç4 çözelti grubu ile rengi açılan kestanede, en düşük Ç3 çözelti grubu ile rengi açılan çamda tespit edilmiştir.

4.3.6. Toplam Renk Değişimi (ΔE)

Doğal kontrol örnekler ile yaşlandırıldıktan sonra rengi açılmış örneklerin toplam renk değişimi ölçümlerinin aritmetik ortalama değerlerine ait veriler Çizelge 4.86'da verilmiştir.

Çizelge 4.86. Toplam renk değişimi değeri aritmetik ortalamaları

| Ağaç Türü | | Toplam Renk Değişimi | | | | | Doğal (Kontrol) |
|----------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|--------------------|
| | | Yaşlandırıldıktan Sonra Rengi Açılmış | | | | | |
| | | Ç1 | Ç2 | Ç3 | Ç4 | Ç5 | |
| Çam | X min | 68.56 | 68.56 | 42.47 | 78.56 | 55.46 | 82.39 |
| | X max | 73.99 | 76.43 | 47.62 | 81.43 | 65.18 | 86.94 |
| | STD Sapma | 3.84 | 5.56 | 3.64 | 2.03 | 6.87 | 3.22 |
| | \bar{x} Ortalama | 71.38 | 73.47 | 45.10 | 80.29 | 61.49 | 84.70 |
| Kayın | X min | 69.95 | 64.85 | 59.43 | 72.92 | 63.59 | 68.19 |
| | X max | 74.33 | 71.72 | 71.38 | 80.82 | 68.37 | 69.19 |
| | STD Sapma | 3.10 | 4.86 | 8.45 | 5.59 | 3.38 | 0.71 |
| | \bar{x} Ortalama | 72.26 | 68.74 | 63.16 | 77.15 | 66.32 | 68.75 |
| Meşe | X min | 71.93 | 61.18 | 60.27 | 69.84 | 64.35 | 69.69 |
| | X max | 80.76 | 67.79 | 65.15 | 76.83 | 67.71 | 72.30 |
| | STD Sapma | 6.24 | 4.67 | 3.45 | 4.94 | 2.38 | 1.85 |
| | \bar{x} Ortalama | 77.06 | 64.97 | 61.82 | 73.38 | 65.91 | 70.89 |
| Kestane | X min | 76.36 | 75.74 | 65.47 | 82.11 | 70.15 | 74.01 |
| | X max | 79.80 | 78.43 | 69.29 | 84.69 | 72.44 | 75.87 |
| | STD Sapma | 2.43 | 1.90 | 2.70 | 1.82 | 1.62 | 1.32 |
| | \bar{x} Ortalama | 78.11 | 77.11 | 67.57 | 83.57 | 71.02 | 74.90 |

X min: En küçük değer X max: En büyük değer STD sapma: Standart sapma \bar{x} : Aritmetik ortalama

Çizelge sonucuna göre toplam renk değişimi değerleri, doğal kontrol ve yaşlandırıldıktan sonra rengi açılmış örnekler arasında farklı bulunmuştur. Bu farklılığın

hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla basit varyans analizi yapılmış ve sonuçları Çizelge 4.87’de verilmiştir.

Çizelge 4.87. Toplam renk değişimi değeri varyans analizi sonuçları

| Faktör | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Ortalama Kare | F Değeri | P $\alpha=0.05$ |
|-------------------|---------------------|-----------------|---------------|----------|-----------------|
| Ağaç türü (A) | 3 | 1685.763 | 561.921 | 157.7875 | 0.0000* |
| Çözelti grubu (B) | 5 | 9725.960 | 1945.192 | 546.2104 | 0.0000* |
| Etkileşim (AB) | 15 | 4938.483 | 329.232 | 92.4485 | 0.0000* |
| Hata | 216 | 769.230 | 3.561 | | |
| Toplam | 239 | 17119.436 | | | |

*: Anlamlı

Doğal kontrol örnekler ile yaşlandırıldıktan sonra rengi açılmış örneklerin karşılaştırılmasına ilişkin varyans analiz çizelgesine göre, ağaç türü, çözelti grubu faktörü ve bu faktörlerin karşılıklı etkileşimleri anlamlı çıkmıştır ($\alpha=0,05$). Daha sonra LSD kritik değeri kullanılarak ağaç türü düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.88’ de verilmiştir.

Çizelge 4.88. Ağaç türü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları

| Ağaç Türü | | | | | | | |
|------------------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|
| Çam | | Kayın | | Meşe | | Kestane | |
| \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG |
| 69.41 | B | 69.40 | B | 69.00 | B | 75.38 | A* |
| LSD \pm 0.6791 | | | | | | | |

\bar{x} : Aritmetik ortalama

HG: Homojenlik grubu

*: En yüksek toplam renk değişimi değerini ifade etmektedir.

Çizelge sonucuna göre, ağaç türü düzeyinde toplam renk değişimi en yüksek kestanede elde edilmiş, çam, kayın ve meşe arasında önemli bir fark gözlenmemiştir. .

Çözelti grubu faktörü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.89’ da verilmiştir.

Çizelge 4.89. Çözelti grubu düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları

| Çözelti Grubu | | | | | | | | | | Doğal (Kontrol) | |
|------------------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|-----------------|----|
| Ç1 | | Ç2 | | Ç3 | | Ç4 | | Ç5 | | \bar{x} | HG |
| \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | | |
| 74.71 | B | 71.07 | C | 59.41 | E | 78.60 | A* | 66.18 | D | 74.81 | B |
| LSD \pm 0.8317 | | | | | | | | | | | |

\bar{x} : Aritmetik ortalama

HG: Homojenlik grubu

*: En yüksek toplam renk değişimi değerini ifade etmektedir.

Çizelge 4.89'a göre, toplam renk değişimi en yüksek Ç4 çözelti grubu ile rengi açılan örneklerde, en düşük Ç3 çözelti grubu ile rengi açılan örneklerde tespit edilmiştir. Bu veriler doğrultusunda, Ç1 çözelti grubu ile renk açma işlemi yapıldığında toplam renk değişimi değerlerinin doğal kontrol örnekleriyle aynı düzeyde olması, doğala yakın renk değerleri elde edilebileceği sonucunu ortaya çıkarmıştır.

Ağaç türü-Çözelti grubu faktör etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.90' da verilmiştir.

Çizelge 4.90. Ağaç türü-Çözelti grubu etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları

| Faktör AB** | Ç1 | | Ç2 | | Ç3 | | Ç4 | | Ç5 | | Doğal (Kontrol) | |
|-----------------|-----------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|-----------------|----|
| | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG | \bar{x} | HG |
| Çam | 71.38 | F | 73.47 | DE | 45.10 | K | 80.29 | B | 61.49 | J | 84.70 | A* |
| Kayın | 72.26 | EF | 68.74 | G | 63.15 | J | 77.15 | C | 66.32 | HI | 68.75 | G |
| Meşe | 77.07 | C | 64.97 | I | 61.82 | J | 73.38 | DE | 65.91 | HI | 70.89 | F |
| Kestane | 78.11 | C | 77.11 | C | 67.57 | GH | 83.57 | A* | 71.01 | F | 74.90 | D |
| LSD \pm 1.663 | | | | | | | | | | | | |

\bar{x} : Aritmetik ortalama

HG: Homojenlik grubu

*: En yüksek toplam renk değişimi değeri **: A: Ağaç türü, B: Çözelti grubunu ifade etmektedir.

Bulgulara göre, toplam renk değişimi en yüksek Ç4 çözelti grubu ile rengi açılan kestane ve doğal çam kontrol örneklerinde, en düşük Ç3 çözelti grubu ile rengi açılan çamda tespit edilmiştir. Yaşlandırılmış ağaç malzemeleri doğal haline getirme amacı ile yapılan renk açma işleminde, Ç4 çözelti grubu kestanede ve kayında, Ç1 çözelti grubu meşede doğal halinin üzerinde renk değişimine etki etmiştir. Çamda ise, Ç4 çözelti grubu ile doğal haline en yakın sonuç elde edilmiştir.

5. SONUÇLAR

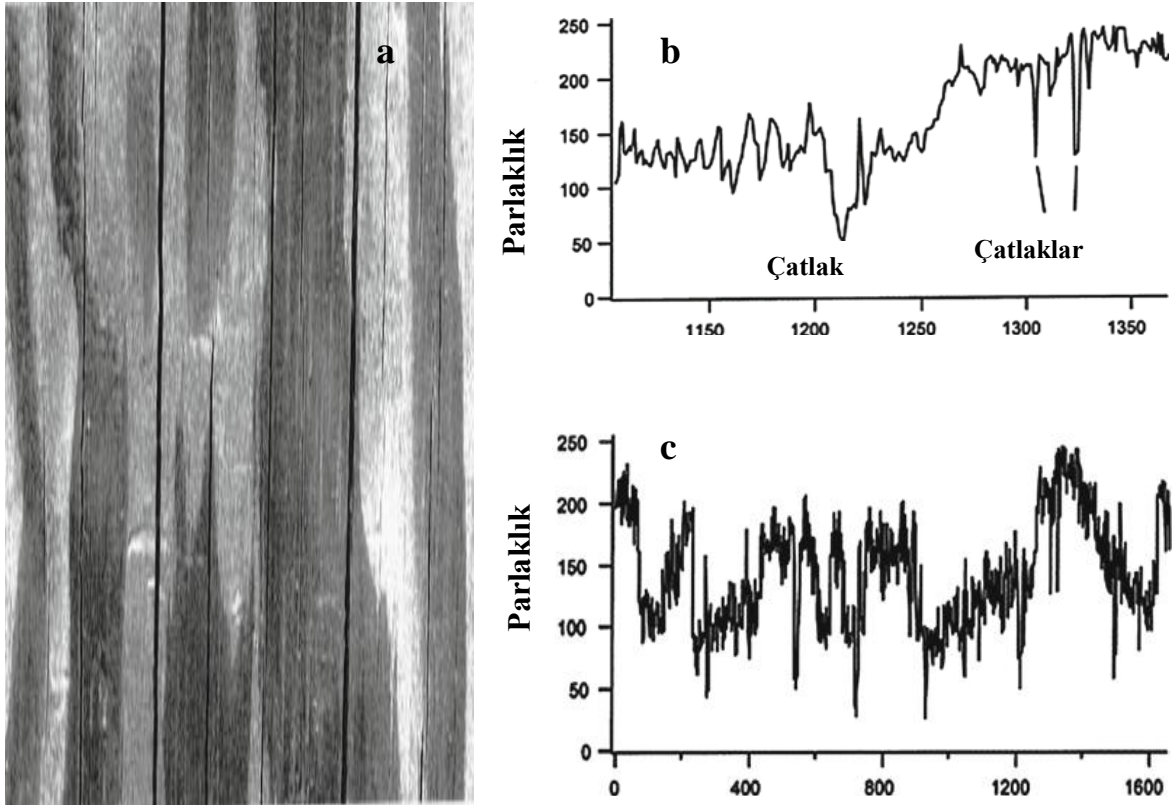
Araştırma sonuçları, bulgular kısmında elde edilen veriler doğrultusunda doğal kontrol örnekleri ile yaşlandırılmış örneklerin, yaşlandırılmış kontrol örnekleri ile yaşlandırıldıktan sonra rengi açılmış örneklerin ve doğal kontrol örnekleri ile yaşlandırıldıktan sonra rengi açılmış örneklerin karşılaştırılması alt başlıklarında verilmiştir. Çıkan sonuçlar gerek bilimsel gerekse uygulamaya yönelik öneriler haline getirilmeye çalışılmıştır.

5.1. DOĞAL KONTROL ÖRNEKLERİ İLE YAŞLANDIRILMIŞ ÖRNEKLERİN KARŞILAŞTIRILMASI

Doğal kontrol örneklerinin karşılaştırılmasında sertlik değeri en yüksek herhangi bir işleme maruz kalmamış meşe doğal kontrol örneklerinde, en düşük yaşlandırılmış çamda tespit edilmiştir. Bu farklılığın ağaç malzemelerin doğal sertlik değerlerinin meşede yüksek olmasından, bunun yanında yoğunluk ve tekstür farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ağaç malzemelerin %12 rutubette ortalama Brinell sertlik değerinde; çam, yumuşak ($0.1-3.0 \text{ kg/mm}^2$), kestane, kayın ve meşe orta sert ($3.0-4.0 \text{ kg/mm}^2$) sertlik gruplarında yer aldığı belirtilmektedir. Ayrıca, ağaç malzemenin yoğunluğu arttıkça aşınmaya karşı koyması artmakta, sertlik ile aşınmaya karşı koyma arasında doğru orantılı bir ilişki olduğu vurgulanmaktadır (Örs ve Keskin 2001). Yaşlandırılmış örnekler doğal kontrol örnekleriyle karşılaştırıldığında tüm ağaç malzemelerin sertlik değerinde azalma meydana gelmiştir. Literatürde de belirtilen, dış ortam şartlarının ağaç malzeme sertlik değerlerini azaltıcı etki yaptığı vurgulanmıştır (Budakçı ve Atar 2001). Ayrıca, en fazla sertlik kaybı meşe örneklerde tespit edilmiştir. Bu durum yapraklı ağaç malzemelerin kimyasal yapısında bulunan hemiselülozun degradasyona uğramasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Benzer durum literatürde; iğne yapraklı ağaçlar daha az hemiselüloz ihtiva etmesinden dolayı kimyasal yapıda daha az bozunma olduğu ifade edilmekte olup, çalışma literatürle uyumlu çıkmıştır (Örs ve Keskin 2001).

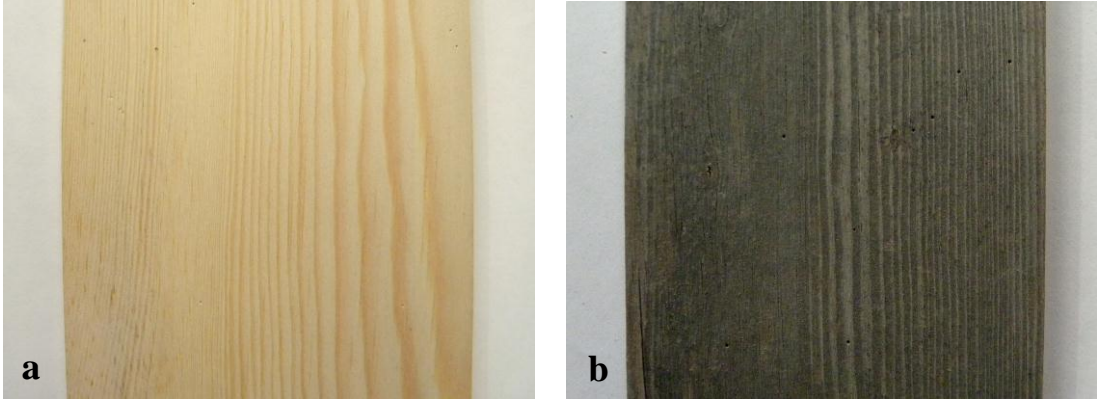
Parlaklık karşılaştırmalarında en yüksek değer çam doğal kontrol numunelerinde, en düşük 12 ay açık hava koşullarına maruz bırakılmış tüm ağaç türlerinde tespit edilmiştir. Ağaç malzemelerin parlaklığının kaybolması açık hava etkilerinin sebep olduğu

aşındırma ve sonrasında yüzeyde meydana gelen fiziksel ve biyolojik değişikliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Literatürde yaşlandırma sonucu meydana gelen çatlakların parlaklık ölçümlerini olumsuz etkilediği vurgulanmıştır (Bucur 2011). Christy et. al. (2005) yaptıkları çalışmada çatlakların parlaklık ölçümüne etkisini vurgulamıştır (Şekil 5.1).



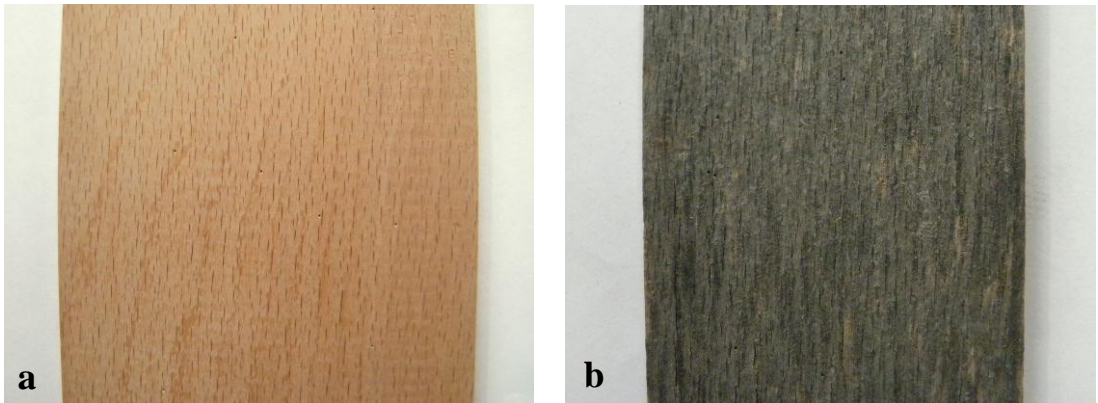
Şekil 5.1. a) Yaşlandırılmış çam örneğinden seçilen bölge b) Örnek merkezi boyunca yapılan parlaklık ölçüm grafiği c) Çatlakların parlaklıkta meydana getirdiği durum.

Aynı zamanda Bozkurt ve Erdin (2000), parlaklığın odunun ışığı yansıtma özelliği olduğunu, çürüklük başlamış ise parlaklığın kaybolduğunu ifade etmektedir. Farklı bir çalışmada, dış hava koşulları etkisine bırakılmış douglas ve maun odunlarının 6 aydan sonra parlaklığının azaldığı ifade edilmektedir (Gorman and Feist 1989). Bunun yanında doğal örneklerle göre en fazla parlaklık değişiminin çam odununda meydana geldiği tespit edilmiştir. Bu durumda çamın dış hava koşulları etkisi ile daha fazla fotodegradasyona (bölüm 5.1 toplam renk değişimi) ve degradasyona uğrayarak en fazla parlaklık değişimine neden olduğu söylenebilir (Şekil 5.2).



Şekil 5.2. a) Çam doğal kontrol örneği b) Yaşlandırılmış çam örneği

Yapılan ölçümlerde kırmızı renk değeri en yüksek kayın doğal kontrol örneklerinde, en düşük yaşlandırılmış çam, kayın ve meşe örneklerinde tespit edilmiştir ve doğal örneklere göre kırmızı renk değerinde en fazla değişim kayında meydana gelmiştir. Kayın odununun doğal renginin kırmızimsı beyaz olduğu belirtilmektedir (Bozkurt ve Erdin 2000). Bu nedenle, kayın doğal örneklerinin en yüksek kırmızı renk değerini verdiği ve istatistiksel açıdan en fazla değişimin meydana geldiği düşünülmektedir (Şekil 5.3). Literatürde de doğal kayın ağacındaki kırmızı renk tonunun meşeden %26, çamdan %49, göknardan %65 ve ladinden %62 fazla olduğu belirtilmiştir ve bu durumun ağaç malzemenin fiziksel karakteristiğinden kaynaklandığı vurgulanmıştır (Keskin ve Atar 2007).

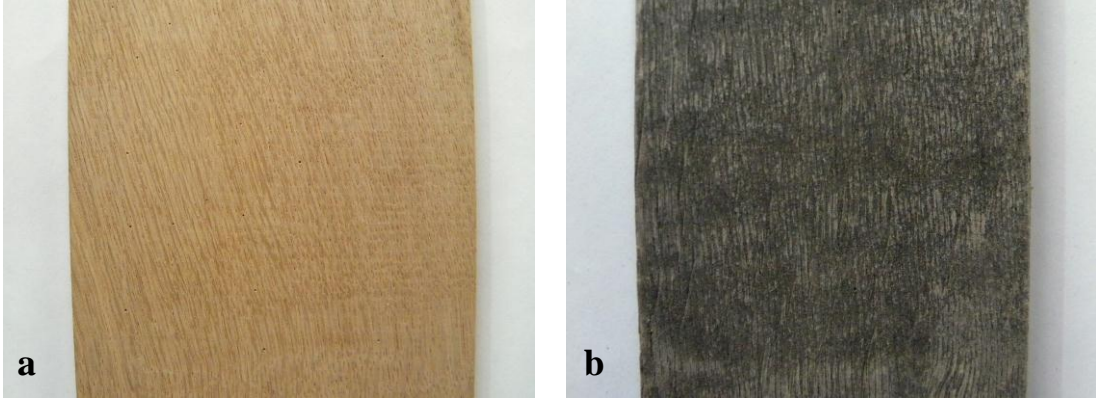


Şekil 5.3. a) Kayın doğal kontrol örneği b) Yaşlandırılmış kayın örneği

Deney sonuçlarına göre; sarı renk değeri en yüksek çam doğal kontrol örneklerinde, en düşük yaşlandırılmış örneklerde tespit edilmiştir. Doğal örneklere göre en fazla değişim çamda tespit edilmiştir. Literatürde, sarıçamın doğal yapısında (Şekil 5.2) sarı renk

tonunun fazla olduğu belirtilmiştir (Sönmez ve Budakçı 2003). Ayrıca doğal halde çamdaki sarı renk değerinin kayından %23, meşeden %5, ladinden %7, göknardan %9 fazla olduğu belirtilmiştir (Keskin ve Atar 2007). Bu durumda sarı renk değerinde çamda en yüksek değerin elde edilmesi ve yaşlandırma sonucu en fazla değişimin meydana gelmesi literatür bilgileri ile de deteklenmektedir.

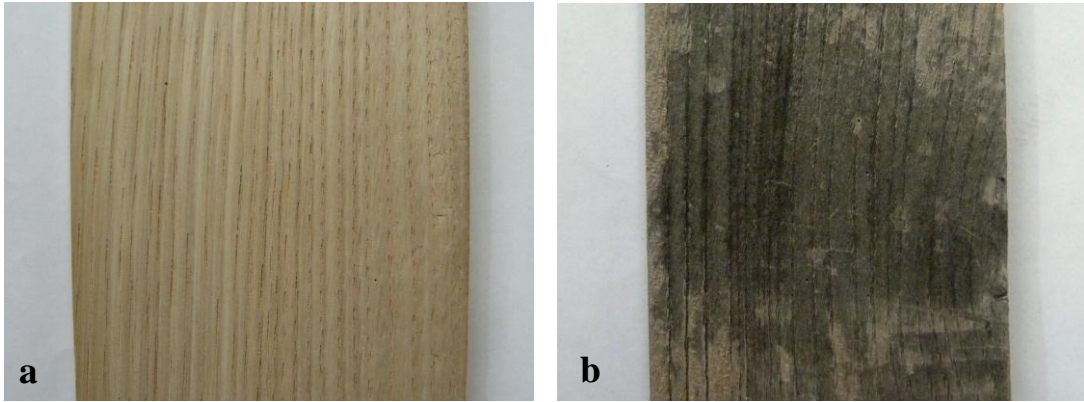
Işıklılık değerleri ölçümlerinde en yüksek değer çam doğal kontrol örneklerinde, en düşük değer yaşlandırılmış meşe (Şekil 5.4) örneklerinde görülmüştür. Işıklılık değerinin çamda yüksek çıkmasının doğal renginin sarımsı beyaz olmasından kaynaklandığı düşünölmektedir. Bunun yanında meşenin yapısında meydana gelen degradasyon ve reaksiyonlar sonucu yapısındaki asal ve renginde etkili olan yan bileşiklerinin ayrışması ile en koyu rengi verdiği düşünölmektedir. Literatürde, ışıklılık değerindeki azalmanın renk tonunda koyulaşmayı, artışı ise rengin açıldığını gösterdiği ifade edilmektedir (Söğütlü ve Sönmez 2006). Ayrıca doğal kontrol örneklerine göre ışıklılık değerleri en fazla çam malzemede değişmiştir. Farklı bir araştırmada, atmosferik koşullarda UV ışınlarına maruz kalmış odunlardan iğne yapraklı ağaçlarda yapraklı ağaçlara göre daha yüksek renk koyulaşmasının olduğu belirtilmiştir (Şahin 2002).



Şekil 5.4. a) Meşe doğal kontrol örneği b) Yaşlandırılmış meşe örneği

Toplam renk değişiminde en yüksek değer çam doğal kontrol örneklerinde, en düşük değer yaşlandırılmış meşe örneklerinde elde edilmiştir. Yaşlandırılmış örneklerin 12 ay açık hava koşullarına maruz bırakıldığı ve maruz kaldığı etkiler göz önünde bulundurulduğunda renklerinin değişmesi ve bozulması kaçınılmazdır. Literatürde, açık hava koşullarına maruz kalan ağaç malzemenin renk değişiminin ekstraktif maddelerin ve ligninin fotooksidasyonundan dolayı sararma veya kahverengileşme şeklinde

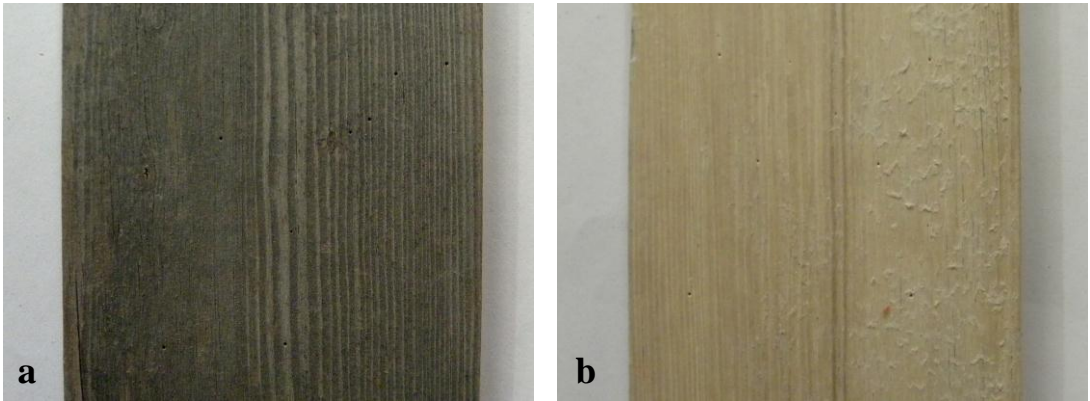
olduğunu ve er ya da geç güneş ve yağmura maruz kalan bütün ağaç malzemelerden ekstraktif maddelerin, ligninin, odunlaşmamış liflerin ayrıştığını, mikroorganizmalarında etkisiyle grileştiği (Şekil 5.2, 5.3, 5.4, 5.5) belirtmiştir (Feist 1983; Feist and Hon 1984; Feist 1990; Anderson et. al. 1991; Williams 2005; Budakçı 2006; Bucur 2011). Bunun yanında doğal numunelere göre en fazla renk değişiminin çam malzemedede, en az renk değişiminin kayın malzemedede meydana geldiği tespit edilmiştir. Toplam renk değişim değerinin çamda yüksek çıkmasının nedenleri arasında bu malzemenin diğer malzemelere kıyasla daha açık renk tonuna sahip olması ve açık hava koşulları etkisi sonucunda renginin daha da koyulaşması ile toplam renk değişim değerinin daha yüksek çıkmasında etkili olduğu düşünülmektedir. Ayrıca ağaç malzemelerin asal ve yan bileşik ihtiva oranlarının farklılık göstermesinin de degradasyonda etkiliği olduğu düşünülmektedir. Literatürde, ağaç malzemelerde asal bileşik ihtiva oranlarının selüloz: yapraklı ve iğne yapraklı ağaçlarda %42, lignin: yapraklı ağaçlarda %18-25, iğne yapraklı ağaçlarda %25-32, hemiselüloz: yapraklı ağaçlarda %15-35, iğne yapraklı ağaçlarda %30-32 oranlarında olduğu belirtilmiştir (Bozkurt ve Erdin 2000). Temiz ve diğ. (2004), odunun fotodegradasyonunda, iğne yapraklı ağaçların yapraklı ağaçlara göre daha hızlı degradasyona uğradığını ifade etmiştir ve odunda meydana gelen renk değişiminin yüzeylerde bulunan kinonlardan kaynaklandığını vurgulamıştır.



Şekil 5.5. a) Kestane doğal kontrol örneği b) Yaşlandırılmış kestane örneği

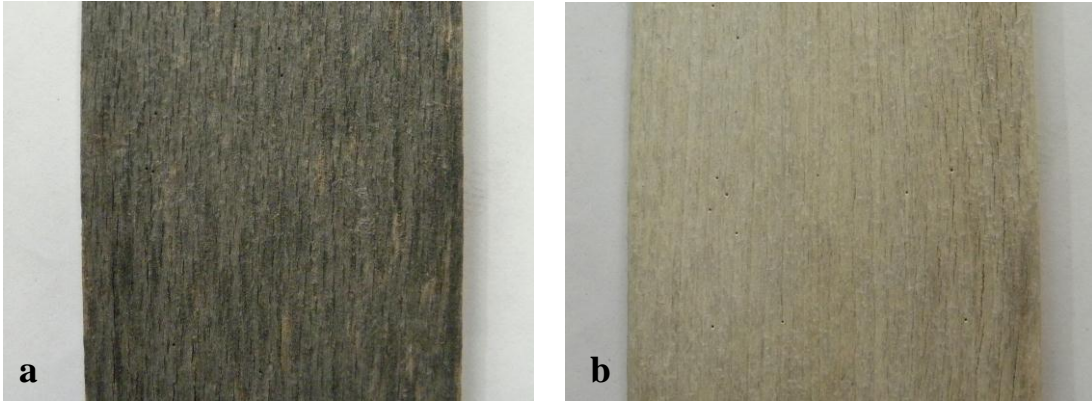
5.2. YAŞLANDIRILMIŞ KONTROL ÖRNEKLERİ İLE YAŞLANDIRILDIKTAN SONRA RENGİ AÇILMIŞ ÖRNEKLERİN KARŞILAŞTIRILMASI

Yaşlandırıldıktan sonra rengi açılan örnekler ile yaşlandırılmış örneklerde yapılan ölçümler sonucunda yaşlandırılmış örneklere göre sertlik, en yüksek Ç5 çözelti grubu ile rengi açılan kayında, en düşük Ç2 çözelti grubu ile açılan kayında tespit edilmiştir. Ç5 çözelti grubunun içeriğinin (oksalik asit) sertlik artışına neden olduğu ve %18'lik Ç2 çözelti grubundaki NaOH'ın eriyiğinin kayın odununun sertliğini yaşlandırılmış durumuna göre daha çok azalttığı düşünülmektedir. Literatürde, oksalik asitin renk açma işleminde kullanılması ile hücre boşlukları ve gözeneklerinde kristal asit parçacıkları oluşturduğu vurgulanmaktadır (Sönmez 2005). Ayrıca, kimyasal madde çeşidinin ve konsantrasyonunun, sıcaklık, etki süresi ve ağaç türüne göre değişmek üzere odunun direncini azalttığı ifade edilmiş, HCl, NaOH ile diğer asitlerle bazların %2'lik eriyikleri oda sıcaklığında odunda önemli bir bozulmaya sebep olmadığı belirlenmiştir. Ancak konsantrasyonun yüksekliği yanında sıcaklık ile etki süresinin artması halinde bozulmanın artacağıda belirtilmiştir (Örs ve Keskin 2001). Yaşlandırılmış örneklerin sertliklerine ve diğer ağaç malzemelerde tüm çözelti gruplarının sertliğe etkisine göre, Ç2 çözelti grubu çam (Şekil 5.6) örneklerinde sertliği en fazla arttırıcı etkiyi göstermiştir. Burada kalsiyum hidroksit etkili olduğu söylenebilir. Kalsiyum hidroksit + hidrojen peroksit ile 12 ay açık hava koşullarına korumasız maruz kalmış çam odununda yapılan renk açma işleminde sertlikte en fazla artış elde edilmiştir (Budakçı ve Atar 2001). Çalışma literatürle uyumlu çıkmıştır.



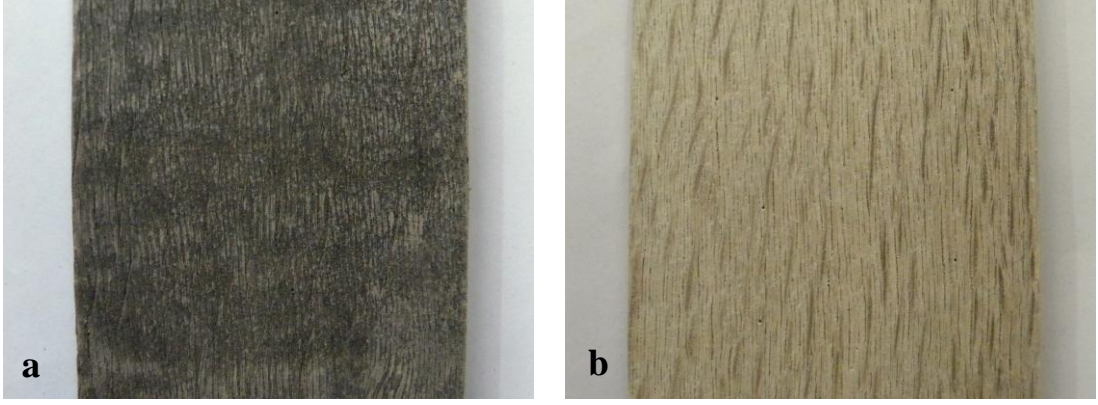
Şekil 5.6. a) Yaşlandırılmış çam örneği b) Rengi açılmış çam örneği

Parlaklık ölçümlerinde en yüksek değer ve en fazla artış Ç1 çözelti grubu ile rengi açılan meşede (Şekil 5.8), en düşük yaşlandırılmış çam ve meşe örneklerinde elde edilmiştir. Ç1 çözelti grubu ile yapılan renk açma işleminde; meşe odununun yapısında bulunan tanen ve sepi maddelerinin çözelti ile meydana getirdiği reaksiyon sonucu parlaklığın arttığı düşünülmektedir. Sönmez (2005), hidrojen peroksitin meşe gibi yapısında okside olma özelliğindeki sepi maddeleri ya da depozit maddeler bulunduran ağaç malzemelerde doğrudan kullanılması halinde lekeler oluşturabileceğini (Şekil 5.7), bu durumu önlemek için hidrojen peroksitin sodyum hidroksitle beraber kullanılması gerektiğini ve sodyum hidroksit ile tanen okside edilirken odun dokusunda yeni kimyasal bileşikler hazırlandığını belirtmiştir. Bu şekilde tanenin özelliğini yitireceğini ve hidrojen peroksitin rengi ağartacağı ifade etmiştir.



Şekil 5.7. a) Yaşlandırılmış kayın örneği b) Rengi açılmış kayın örneği

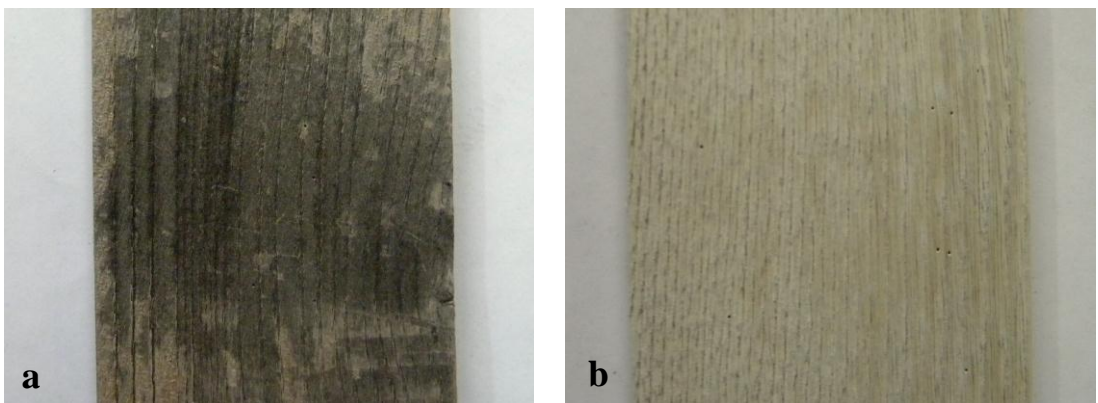
Kırmızı renk değeri en yüksek Ç5 çözelti grubu ile rengi açılan çamda, en düşük Ç4 çözelti grubu ile rengi açılan kestanede tespit edilmiştir. Yaşlandırılmış kontrol örneklerine göre tüm ağaç malzemelerde Ç5 çözeltisinin kırmızı renk değerini arttırdığı ve en fazla artışın çamda meydana geldiği gözlenmiştir. Ç5 (oksalik asit + etil alkol) çözelti grubunun asidik yapıya sahip oluşu kırmızı renk değerindeki artışın nedeni olarak gösterilebilir.



Şekil 5.8. a) Yaşlandırılmış meşe örneği b) Rengi açılmış meşe örneği

Sarı renk değeri en yüksek Ç1 ve Ç5 çözelti grupları ile rengi açılan çam örneklerde, en düşük yaşlandırılmış örneklerde elde edilmiştir. Yaşlandırılmış kontrol örneklerine göre sarı renk değerine en fazla etkiyi Ç1 ve Ç5 çözelti grupları çam malzemede göstermiştir.

Işıklılık değeri en yüksek Ç4 çözelti grubu ile rengi açılan kestanede (Şekil 5.9), en düşük Ç3 çözelti grubu ile rengi açılan çamda tespit edilmiştir. Yaşlandırılmış örneklerin ışıklılığını çam, kayın ve kestanede Ç4 çözelti grubu, meşede ise Ç1 çözelti grubu arttırmıştır. Işıklılıkta Ç4 çözelti grubu en iyi etkiyi kestanede göstermiştir. Ç3 çözelti grubu yaşlandırılmış örneklere göre çamda ışıklılığı daha da azaltıcı etki gösterirken, diğer malzemelerde arttırmıştır.



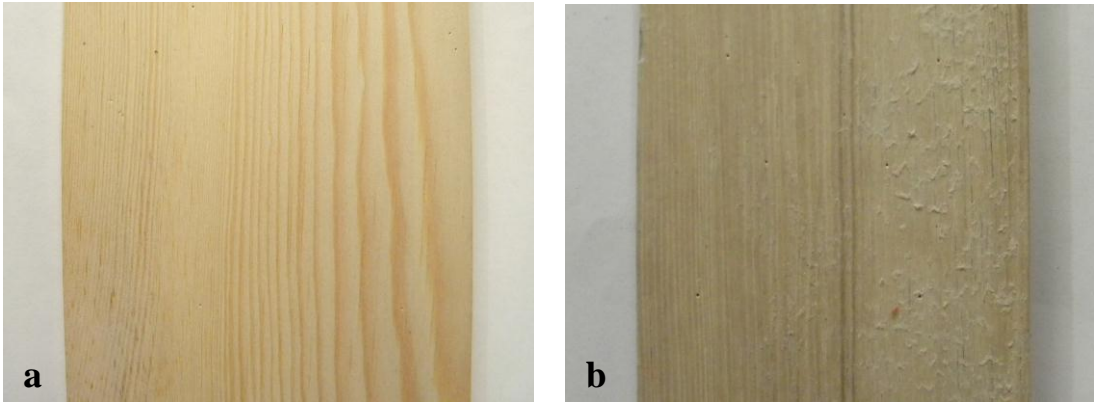
Şekil 5.9. a) Yaşlandırılmış kestane örneği b) Rengi açılmış kestane örneği

Toplam renk değişimde değerler en yüksek Ç4 çözelti grubu ile rengi açılan kestanede, en düşük Ç3 çözelti grubu ile rengi açılan çamda elde edilmiştir. Yaşlandırılmış

örneklerle göre en fazla renk değişimi çam, kayın ve kestanede Ç4 çözeltili grubu ile, meşede ise Ç1 çözeltili grubu ile meydana gelmiştir. Ç3 çözeltili grubu yaşlandırılmış örneklerine göre çam malzemenin rengini bozucu yönde etkileyerek olumsuz yönde renk değişimine neden olmuştur.

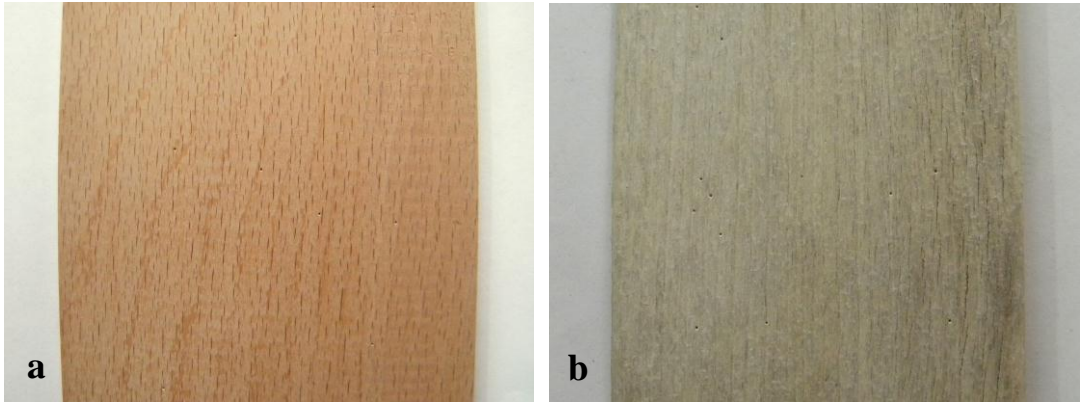
5.3. DOĞAL KONTROL ÖRNEKLERİ İLE YAŞLANDIRILDIKTAN SONRA RENGİ AÇILMIŞ ÖRNEKLERİN KARŞILAŞTIRILMASI

Yaşlandırıldıktan sonra rengi açılmış ve doğal kontrol örneklerinde sertlik değeri en yüksek doğal meşe kontrol örneklerinde, en düşük Ç2 çözeltili grubu ile rengi açılan kayın örneklerde elde edilmiştir. Ağaç malzemelerde, doğal sertliklerine en yakın değerler çamda (Şekil 5.10) Ç2 çözeltili grubu, kayında Ç5 çözeltili grubu, meşede Ç1 çözeltili grubu ve kestanede Ç2 çözeltili grubunda elde edilmiştir. Bu farklılığın oluşmasında çözeltili konsantrasyonlarının ve ph derecelerinin etkili olduğu düşünülmektedir. Kestane Ç2 çözeltili grubu doğala en yakın sertliği verirken, yaşlandırılmış numunelere göre çözeltili grupları sertliği daha da azaltmıştır. Bu durumda kestanenin hücre yapısında meydana gelen değişimlerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Mononen et. al. (2005), rengi açılmış örneklerin sertlik değerlerini, hücre duvarı sekonder çeperi liflerinin bozunmasının etkilediğini belirtmiştir. Aynı zamanda renk açma kimyasalları sertliği azaltıcı bir etki göstermiş olabilir. Literatürde renk açma işlemi için kullanılan kimyasalların, ağaç malzemenin lignin ve ekstraktiflerinde bozunmalara neden olduğu için sertlik değerini olumsuz etkilediği ifade edilmektedir (Atar 1999).



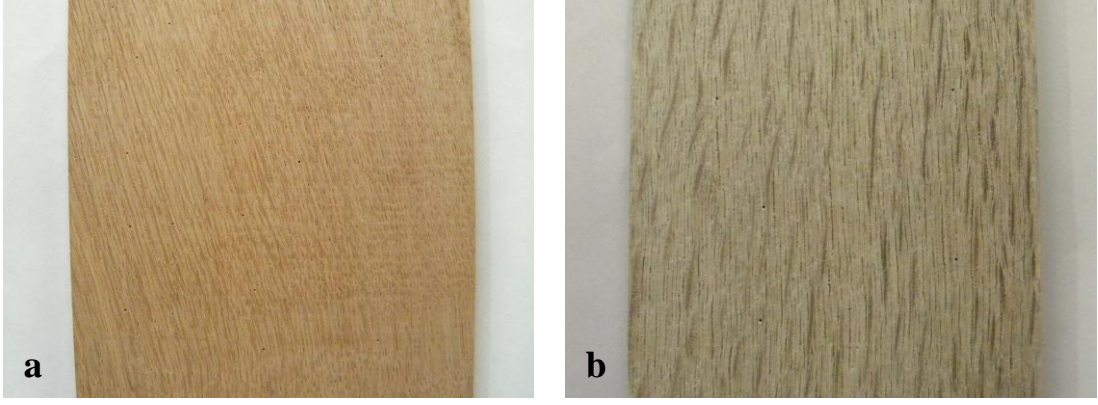
Şekil 5.10. a) Çam doğal kontrol örneği b) Rengi açılmış çam örneği

Parlaklık değeri en yüksek doğal am kontrol örneklerinde, en düşük 5 çözelti grubu ile rengi açılan am örneklerde tespit edilmiştir. Doğal parlaklığa çamda 2 çözelti grubu, kayında (şekil 5.11) 1 çözelti grubu, meşede 1 çözelti grubu ve kestanede 2 çözelti grubu ile en yakın parlaklıklar elde edilmiştir. Renk açma işlemi sonucunda tüm çözelti grupları parlaklığı arttırıcı etki göstermiştir. Literatürde de dış hava koşulları etkisi ile parlaklıkta meydana gelen olumsuz etkinin renk açma çözelti grupları ile giderildiği ve doğal örneklerle yakın değerler elde edildiği belirtilmiştir (Budakçı ve Atar 2001). Aynı zamanda 1 çözelti grubu ile rengi açılan meşede, doğal parlaklığın üstünde değer elde edilmiştir. Yaşlandırılmış rneklerle göre parlaklıkta en fazla değişimde 1 çözelti grubu ile rengi açılan meşede meydana gelmiştir. Bu durumun nedenleri arasında 1 çözelti grubu içeriğinin meşede meydana getirdiği reaksiyonlar (bölüm 5.2 parlaklık) ve renk açma işlemi sonucu daha belirgin hale gelen öz işınlarından da kaynaklanabileceği dşnlmektedir.



şekil 5.11. a) Kayın doğal kontrol rneği b) Rengi açılmış kayın rneği

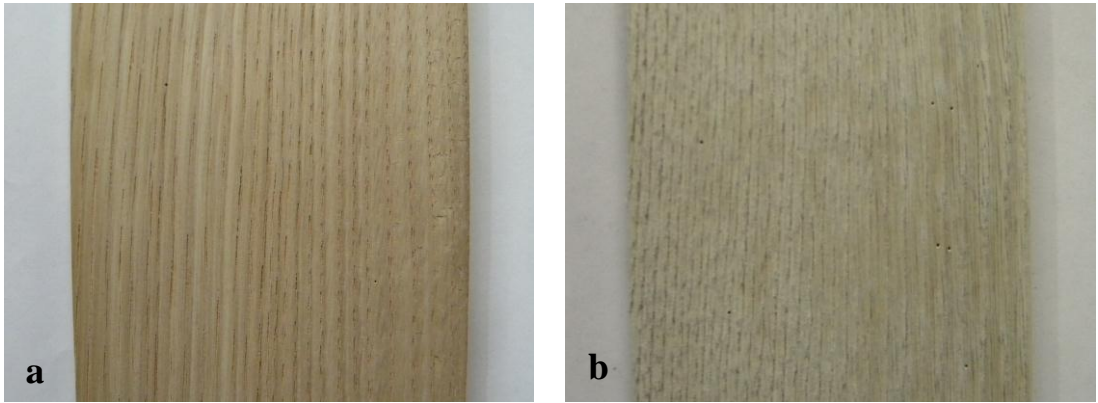
Kırmızı renk değeri en yüksek doğal kayın kontrol örneklerinde, en düşük 4 çözelti grubu ile rengi açılan kestanede tespit edilmiştir. Tüm ağaç malzemelerde doğal kırmızı renk değerine en yakın değerler 5 çözeltisi ile elde edilmiştir. 5 çözeltisi çamda doğal kırmızı renk değerinin üstünde değerler vermiştir. Bu durumun 5 çözeltisinin diğer çözeltilere göre renk pigmentlerine etkisinin yüksek olmasından kaynaklandığı dşnlmektedir. Kırmızı renk değerinde yaşlandırılmış örneklerle göre en fazla değişimi 5 çözelti grubu çamda meydana getirmiştir.



Şekil 5.12. a) Meşe doğal kontrol örneği b) Rengi açılmış meşe örneği

Yapılan ölçümlerde sarı renk değeri düzeyinde doğala en yakın değerler Ç1 çözelti grubu ile rengi açılmış çam, kayın ve meşede (Şekil 5.12), Ç5 çözelti grubu ile rengi açılan kestanede elde edilmiştir. Yaşlandırılmış örneklerle göre sarı renk değerinde en fazla değişim Ç1 çözelti grubu ile çamda meydana gelmiştir.

Işıklılık değeri en yüksek Ç4 çözelti grubu ile rengi açılan kestanede, en düşük Ç3 çözelti grubu ile rengi açılan çamda elde edilmiştir. Rengi açılan ağaç malzemelerde doğal kontrol örneklerine en yakın değerler Ç4 çözelti grubu ile rengi açılan çam, kayın ve kestanede (Şekil 5.13) elde edilmiştir. Meşede ise doğala en yakın değerler Ç1 çözeltisi ile rengi açılan örneklerde tespit edilmiştir.



Şekil 5.13. a) Kestane doğal kontrol örneği b) Rengi açılmış kestane örneği

Yapılan deney ve ölçümlerde toplam renk değişimi en yüksek doğal çam kontrol örneklerinde ve Ç4 çözelti grubu ile rengi açılan kestanede, en düşük Ç3 çözelti grubu ile rengi açılan çamda tespit edilmiştir. Yaşlandırılmış ağaç malzemeleri doğal haline

getirme amacı ile yapılan renk açma işleminde, doğal kontrol örneklerine göre Ç4 çözelti grubu kestane ve kayında, Ç1 çözelti grubu meşede doğal halin üzerinde renk değişimine etki etmiştir. Çamda ise Ç4 çözelti grubu ile doğal haline en yakın sonuçlar elde edilmiş, yaşlandırılmış örneklerine göre en fazla toplam renk değişimi de Ç4 çözelti grubu ile rengi açılan çam örneklerinde meydana gelmiştir.

Çözelti gruplarının ağaç türü düzeyinde değişim özelliklerine etkisi Çizelge 5.1’de verilmiştir.

Çizelge 5.1. Çözelti gruplarının ağaç türü düzeyinde değişim özelliklerine etkisi

| Değişim Özellikleri | Ağaç Türü | | | |
|----------------------------------|-----------|-----------|------------|-----------|
| | Çam | Kayın | Meşe | Kestane |
| Sertlik | Ç2* | Ç5*- Ç4** | Ç1* - Ç4** | Ç2* |
| Parlaklık | Ç2*- Ç4** | Ç2*- Ç4** | Ç1* | Ç2*- Ç4** |
| Kırmızı Renk (+a) | Ç5* | Ç5* | Ç5* | Ç5* |
| Sarı Renk (+b) | Ç1*-Ç5** | Ç1* | Ç1 | Ç5* |
| Işıklılık/Renk Parlaklığı | Ç4* | Ç4* | Ç1*-Ç4** | Ç4* |
| Toplam Renk Değişimi | Ç4* | Ç4* | Ç1* | Ç4* |

* : Değişim özelliğinde en iyi çözelti grubunu ifade etmektedir.

** : Değişim özelliğinde en iyi 2.çözelti grubunu ifade etmektedir.

Sonuç olarak, ağaç malzemelerin renk açma işlemi ile restorasyonunun yapılması halinde kullanım ve ekonomik ömrünün uzaması, renk ve görüntü yeknesaklığının elde edilmesini, gereksiz ağaç malzeme sarfiyatında engelleyici etki sağlayabilir. Araştırmaya göre; ağaç malzemelerde sertlikte Ç2 ve Ç4, parlaklıkta Ç2 ve Ç4, kırmızı renkte Ç5, sarı renkte Ç1, ışıklılıkta ve toplam renk değişiminde Ç4 çözelti grubu etkili olmuştur ve doğal kontrol örneklerinin değerlerine en yakın değerler elde edilmiştir. Genel olarak, açık hava şartlarına maruz kalan ağaç malzemedeki meydana gelen renk, parlaklık ve sertlik bozunmalarını renk açma işlemi ile restore etmek için Ç4 çözelti grubunun uygulanması önerilebilir.

KAYNAKLAR

- Akkuş, M., Renk açma işleminin termal modifikasyon yapılmış bazı ağaç malzemelere etkisi, *Yüksek Lisans Tezi*, Düzce Üniversitesi, (2012).
- Anderson, E.L., Pawlak, Z., Owen, N.L., Fesit, W.C., Infrared studies of woodweathering, *Applied Spectroscopy*, 45(4) (1991) 641-647.
- Anşın, R., Özkan, Z.C., *Tohumlu Bitkiler*, 2. Baskı, K.T.Ü Basımevi, (1997).
- Atar, M., Renk açıcı kimyasal maddelerin ağaç malzemede üstyüzey işlemlerine etkileri, *Doktora Tezi*, Gazi Üniversitesi, (1999).
- Atar, M., Keskin, H., Kurt, R., Sarıçam (*Pinus sylvestris L.*) odununda emprenye etme ve renk açma işleminin vernik katman sertliğine etkileri, *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 6(1) (2003) 85-96.
- ASTM D 358, Standard specification for wood to be used as panels in weathering test of coating, *American Society for Testing and Materials*, West Conshohocken, Pennsylvania, United States, (2006).
- ASTM D 1641, Standard practice for conducting outdoor exposure test of varnishes, *American Society for Testing and Materials*, West Conshohocken, Pennsylvania, United States, (2004).
- ASTM D 2240, Standard test method for rubber property-durometer hardness, *American Society for Testing and Materials*, West Conshohocken, Pennsylvania, United States, (2010).
- ASTM D 2244, Standart practice for calculation or color tolerances and color differences from instrumentally measured color coordinates, *American Society for Testing and Materials*, West Conshohocken, Pennsylvania, United States, (2011).
- ASTM D 3924, Standard specification for standard environment for conditioning and testing paint, varnish, lacquer and related materials, *American Society for Testing and Materials*, West Conshohocken, Pennsylvania, United States, (2011).

- ASTM D 4366, Hardness of organic coating by pendulum damping test, *American Society for Testing and Materials*, West Conshohocken, Pennsylvania, United States, **(1984)**.
- Berns, R.S, *Billmeyer and saltzman's principles of color technology*, 3rd Edition, John wiley & sons, **(2000)** 78-81.
- Bhat, I.H., Khalil, H.A., Avang, K.B., Bakare, I.O., Issam, A.M., Effect of weathering on physical, mechanical and morphological properties of chemically modified wood materials, *Materials and Design*, 31 **(2010)** 4363-4368.
- Biblis, E.J., Effect of weathering on surface quality and structural properties of six species of untreated commercial plywood siding after 6 years of exposure in Alabama, *For. Prod. J.*, 50(5) **(2000)** 47–50.
- Bucur, V., *Delemination in wood, wood products and wood-based composites*, Springer **(2011)**.
- Bozkurt, A.Y., Erdin, N., *Odun Anatomisi*, İstanbul Üniversitesi, **(2000)**
- Bozkurt, A.Y., *Odun Anatomisi*, İstanbul Üniversitesi, **(1992)**.
- Budakçı, M., Sevim Korkut D., Esen R., The color changes on varnish layers after accelerated aging through the hot and cold-check test, *African Journal of Biotechnology*, 9 (24) **(2010)** 3595-3602.
- Budakçı, M., Effect of Outdoor Exposure and Bleaching on Surface Color and Chemical Structure of Scots Pine, *Progress in Organic Coatings*, 56 **(2006)** 46-52.
- Budakçı, M., Pnomatik adezyon deney cihazı tasarımı, üretimi ve ahşap verniklerinde denenmesi, *Doktora Tezi*, Gazi Üniversitesi, **(2003)**.
- Budakçı, M., Atar, M., Açık hava koşullarında bırakılmış sarıçam (*Pinus Sylvestris L.*) odununda renk açma işleminin sertlik ve parlaklığa etkisi, *Tr.J.of Agriculture and forestry*, 25 **(2001)** 201-207.

- Chang, T.C., Chang, H.T., Wu, C.L., Chang, S.T., Influences of extractives on the photodegradation of wood, *Polymer Degradation and Stability*, 95 (2010) 516-521.
- Christy, A.G., Senden, T.J., Evans, P.D., Automated measurement of checks at wood surface, *Measurement*, 37 (2005) 109–118.
- Cuprinol, Katalog no: SDSCR690, *Cuprinol Decking Restorer (H₂C₂O₄ + C₂H₄(OH)₂)*, ICI Paints AkzoNobel, Wexham Road, Slough, Berkshire, SL2 5DS, U.K. (2012).
- Çakıcıer, N., Ağaç malzeme yüzey işlemi katmanlarında yaşlanma sonucu belirlenen değişiklikler, *Doktora Tezi*, İstanbul Ünivesirtesi, (2007).
- Demir, M., *Anorganik Kimya ve Uygulaması*, 3. Baskı, İnönü Üni. Fen Edebiyat Fakültesi, (1991).
- Ejechi, B.O., Obuekwe, C.O., Microchemical studies of wood degradation by brown rot and white rot fungi in two tropical timbers, *International biodetrioration and biodegradation*, 38(2) (1996) 119-122.
- EN ISO 2813, Paints and varnishes-determination of specular gloss of nonmetallic paint films at 20⁰, 60⁰ and 85⁰, *European Committee for Standardization*, Avenue Marnix 17 B-1000 Brussels, (1999).
- Feist, W.C., Outdoor wood weathering and protection, *American chemical society*, 11 (1990) 263-298.
- Feist, W.C., Hon, D.N., , Chemistry of weathering and protection, *American chemical society* , 11 (1984) 401-451.
- Feist, W.C., Weathering and protection of wood, *American wood-preserves' association*, 79 (1983) 195-205.
- Garlock, N.B., Sward, G.G., Weathering tests, *Paint testing manual*, 7 (1972) 371.
- Ghosh, S.C., Militz, H., Mai, C., Natural weathering of scots pine (*Pinus sylvestris L.*) boards modified with functionalised commercial silicone emulsions, *BioResources*, 4(2) (2009) 659-673.

- Gorman, T.M., Feist, W.C., *Chronicle of 65 years of wood finishing research*, Forest Product Laboratory, (1989).
- Hon, D.N., Feist, W.C., Weathering characteristics of hardwood surfaces, *Wood science and technology*, 20 (1986) 169-183.
- Huang, X., Kocaefe, D., Kocaefe, Y., Boluk, Y., Pichette, A., A spectrophotometric and chemical study on color modification of heat-treated wood during artificial weathering, *Applied Surface Science*, 258 (2012) 5360– 5369.
- Kalnins, M.A., Feist, W.C., Increase in wettability of wood with weathering, *Forest products journal*, 43(2) (1993) 55-57.
- Keskin, H., Atar, M., Impacts of impregnation with timbercare aqua on the red and yellow color tone of some woods and varnishes, *Journal of applied polymer science*, 106 (2007) 3952-3957.
- Kılıç, A., ve Hafizoğlu, H., Açık hava koşullarının ağaç malzemenin kimyasal yapısında meydana getirdiği değişimler ve alınacak önlemler, *Süleyman Demirel Üniversitesi orman fakültesi dergisi*, A(2) (2007) 175-183.
- Kim, J.S., Singh, A.P., Wi, S.G., Koch, G., Kim, Y.S., Ultrastructural characteristics of cell wall disintegration of Pinus sp. in the windows of an old Buddhist temple exposed to natural weathering. *Int. Biodeterior Biodegradation*, 61 (2008) 194–198.
- Kurtoğlu, A., *Ağaç Malzeme Yüzey işlemleri*, Cilt I, İstanbul Üniversitesi, (2000).
- Megep., Metal teknolojileri sertlik ölçüm yöntemleri, Ankara, (2006).
- Merck Kimya, Katalog no: 114731, *Hidrojen Peroksit (H₂O₂)*, Frankfurter Str. 250 64293 Darmstadt Germany (2012).
- Merck Kimya, Katalog no: 106482, *Sodyum Hidroksit (NaOH)*, Frankfurter Str. 250 64293 Darmstadt Germany (2012).
- Merck Kimya, Katalog no: 102111, *Kalsiyum Hidroksit (Ca(OH)₂)*, Frankfurter Str. 250 64293 Darmstadt Germany (2012).

- Merck Kimya, Katalog no: 806356, *Sodyum Bisülfid (NaHSO₃)*, Frankfurter Str. 250 64293 Darmstadt Germany (2012).
- Merck Kimya, Katalog no: 105080, *Potasyum Permanganat (KMnO₄)*, Frankfurter Str. 250 64293 Darmstadt Germany (2012).
- Merck Kimya, Katalog no: 105621, *Sodyum Silikat (NaSiO₃)*, Frankfurter Str. 250 64293 Darmstadt Germany (2012).
- Miklečić, J., Jirioš-Rajković, V., Accelerated weathering of coated and uncoated beech wood modified with citric acid, *Drvna Industrija*, 62(4) (2011) 277-282.
- Mononen, K., Alvila, L., Pakkanen, T.T., Changes in color and structure of birch wood (*Betula pentula*) caused by bleaching with hydrogen peroxide solution, *International journal of the biology, chemistry, physics and technology of wood*, 59(1) (2005) 59-64.
- Müller, U., Rätzsch, M., Schwanninger, M., Steiner, M., Zöbl, H., Yellowing and IR-changes of spruce wood as result of UV-irradiation, *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 69 (2003) 97-105.
- Nilsson, T., Daniel, G., Structure and the aging process of dry archaeological wood, *Advances in chemistry series 225*. Washington, (1990) 67–86.
- Özen, R., Sönmez, A., Dış hava şartlarının verniklerin katman sertliğine etkileri, *Tr.J.of Agriculture and forestry*, 23 (1999) 323-328.
- Örs, Y., Keskin, H., *Ağaç Malzeme Bilgisi*, 1.Baskı, Atlas Yayın Dağıtım, (2001).
- Özçifçi, A., Özbay, G., Impacts of bleaching chemicals and outdoor exposure on changes in the color of some varnished woods, *BioResources*, 5(2) (2010) 586-597.
- Özçifçi, A., Atar, M., Bazı kimyasal maddelerin karaağaç (*Ulmus campestris Spach*) odununun renk tonuna etkileri, *Teknoloji*, 1-2 (2002) 21-28.
- Özçifçi, A., Renk açıcı kimyasal maddelerin sapsız meşe (*Quercus sessiliflora Salisb.*) odununun yanma özelliklerine etkileri, *Teknoloji*, 2-4 (2001) 63-72.

- Özçifçi, A., Atar, M., Uysal, B., Ağaç malzemede renk açmada kullanılan kimyasalların yüzey parlaklığına ve verniklerin yapışma mukavemetine olan etkileri, *Tr.J.of Agriculture and forestry*, 23(3) (1999) 763-770.
- Pandey, K.K., Study of the effect of photo-irradiation on the surface chemistry of wood, *Polymer Degradation and Stability*, 90 (2005) 9-20.
- Payne, H. F., *Organic coating technology*, Fourth Printing, , Printed in New York U.S.A., Volume II, (1967).
- Sandberg, D., Söderström, O., Crack formation due to weathering of radial and tangential sections of pine and spruce, *Wood material and science Engineering*, 1(1) (2006) 12–20
- Sandberg, D., Weathering of radial and tangential wood surfaces of pine and spruce, *Holzforchung*, 53(4) (1999) 355–364.
- Sharratt, V., Hill, C.A.S., Kint, D.P.R., A study of early colour change due to simulated accelerated sunlight exposure in Scots pine (*Pinus sylvestris*), *Polimer Degradation and Stability*, 94 (2009) 1589-1594.
- Söğütü, C., Sönmez, A., Değişik koruyucular ile işlem görmüş bazı yerli ağaçlarda uv ışınlarının renk değiştirici etkisi, *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.*, 21(1) (2006) 151-159.
- Sönmez, A., *Ağaç İşlerinde Üstyüzey İşlemleri I*, 2. Baskı, Gazi Üniversitesi (2005).
- Sönmez, A., Budakçı, M., Vernikli ve Verniksiz Ağaç Malzeme Kimyasal Yapısına Açık Hava İklim Şartlarının Etkisi, *Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Politeknik Dergisi*, 2 (4) (1999) 73-78.
- Sönmez, A., Özen, R., Ahşap verniklerin harici etkilere karşı dayanıklılığına ilişkin araştırmalar, *Devlet Planlama Teşkilatı Araştırma Projesi Kesin Raporu*, Ankara, (1996).
- Sönmez, A., Ağaçtan yapılmış mobilya üstyüzeylerinde kullanılan verniklerin önemli mekanik, fiziksel ve kimyasal etkilere karşı dayanıklılıkları, *Doktora Tezi*, Gazi Üniversitesi (1989).

- Sudiyani, Y., Imamura, Y., Doi, S., Yamauchi, S., Infrared spectroscopic investigations of weathering effects on the surface of tropical wood, *The japan wood research society*, 49 (2003) 86-92.
- Şahin, H.T., Odun ve selülozda meydana gelen renk değişimleri üzerine araştırmalar, *SDÜOrman Fakültesi Dergisi*, A(2) (2002) 57-70.
- Temiz, A., Bezetilmiş dış hava koşullarının emprenyeli ağaç malzemeye etkileri, *Doktora Tezi*, Karadeniz Teknik Üniversitesi, (2005).
- Temiz, A., Yıldız, Ü.C., Kırıcı, H., Gezer, E.D., Yıldız, S., Odunun fotodegradasyonu, *KÜ Artvin Orman Fakültesi Dergisi*, 3-4 (2004) 145-156
- TS 2471, Odunda, fiziksel ve mekanik deneyler için rutubet miktarı tayini, *Türk Standartlar Enstitüsü*, Ankara, (1976).
- TS 7385, Mobilya yüzeyleri-çizilme mukavemetinin kurşun kalem deneyi ile tayini, *Türk Standartlar Enstitüsü*, Ankara, (1989).
- Tunçgenç, M., *Genel Boya Bilgileri*, Akzo Nobel Kemipol A.Ş. (2004).
- Uysal, B., Sönmez, A., Atar, M., Özçifçi, A., Ağaç malzemedeki renk açma işlemleri ve verniklerin renk değiştirici etkileri, *Tr.J.of Agriculture and forestry*, 23(4) (1999) 849-854.
- Williams, R.S., Weathering of wood, *Handbook of wood chemistry and wood composites*, 7 (2005) 139-185.
- Yazıcı, H., Açık hava koşullarının odun dayanımına etkisi, *ZKÜ Bartın orman fakültesi dergisi*, 7(8) (2005) 72-79.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : KARAMANOĞLU, Mehmet
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 01.01.1985, Gölköy/ORDU
Telefon : 0 532 156 53 23
Faks : -
e-mail : mehmetkaramanoglu@gmail.com

Eğitim

| Derece | Eğitim Birimi | Mezuniyet tarihi |
|--------|---|------------------|
| Lisans | A.İ.B.Ü / Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi | 2008 |
| Lise | Ordu Anadolu Teknik Lisesi | 2003 |

İş Deneyimi

| Yıl | Yer | Görev |
|-----------|--|---------------------------------|
| 2011-... | Kastamonu Üniversitesi/Tosya MYO | Öğretim Görevlisi |
| 2010-2011 | Çelenk Mob. Tic. Ltd. Şti. | Danışman |
| 2009-2010 | Hasel Teknik Ahşap İnş. Oto. San. ve Tic. Ltd.Şti. | Kalite Kontrol Şefi |
| 2008-2009 | Adyton Büro Sis. Tas. San. ve Tic.Ltd.Şti. | Üretim Plan. ve Kont. Sorumlusu |

Yabancı Dil

İngilizce