



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

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ISIL İŞLEM GÖRMÜŞ (THERMOWOOD) BAZI AĞAÇ
TÜRLERİNDE KULLANILAN SU-BAZLI VERNİK
KATMANLARININ HIZLANDIRILMIŞ UV YAŞLANDIRMA
ETKİSİNE KARŞI DİRENCİNİN BELİRLENMESİ**

DOKTORA TEZİ

Ümit AYATA

HAZİRAN 2014

DÜZCE

KABUL VE ONAY BELGESİ

Ümit AYATA tarafından hazırlanan “Isıl İşlem Görmüş (ThermoWood) Bazı Ağaç Türlerinde Kullanılan Su-Bazlı Vernik Katmanlarının Hızlandırılmış UV Yaşlandırma Etkisine Karşı Direncinin Belirlenmesi” isimli lisansüstü tez çalışması, Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun 21/01/2014 tarih ve 2014-10 sayılı kararı ile oluşturulan jüri tarafından Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman
Yrd. Doç. Dr. Nevzat ÇAKICIER
Düzce Üniversitesi

Üye
Prof. Dr. Ahmet KURTOĞLU
Doğuş Üniversitesi

Üye
Prof. Dr. Abdullah SÖNMEZ
Gazi Üniversitesi

Üye
Doç. Dr. Süleyman KORKUT
Düzce Üniversitesi

Üye
Doç. Dr. Mehmet BUDAKÇI
Düzce Üniversitesi

Tezin Savunulduğu Tarih : 21.01.2014

ONAY

Bu tez ile Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Ümit AYATA’ın Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Doktora derecesini almasını onamıştır.

Prof. 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.

21.01.2014

Ümit AYATA

Sevgili Aileme

TEŞEKKÜR

“Isıl İşlem Görmüş (ThermoWood) Bazı Ağaç Türlerinde Kullanılan Su-Bazlı Vernik Katmanlarının Hızlandırılmış UV Yaşlandırma Etkisine Karşı Direncinin Belirlenmesi” isimli doktora tezimde danışmanlığımı üstlenen ve tezin yürütülmesi sırasında, değerli bilimsel uyarı ve önerilerinden yararlandığım Sayın Hocam Yrd. Doç. Dr. Nevzat ÇAKICIER’e teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

Tez konusunun seçiminde ve kıymetli önerileriyle çalışmalarına büyük katkı sağlayan Gazi Üniversitesi, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Bölümü Öğretim Üyesi Prof. Dr. Abdullah SÖNMEZ’e, Doğu Üniversitesi, İç Mimarlık Bölümü Öğretim Üyesi Prof. Dr. Ahmet KURTOĞLU’na, Doç. Dr. Süleyman KORKUT’a ve Doç. Dr. Mehmet BUDAKÇI’ya şükranlarımı sunarım.

UV yaşlandırma işlemleri ve renk ölçümleri için Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi Doç. Dr. Hüseyin SİVRİKAYA’ya ve Arş. Gör. Ahmet CAN’a teşekkür ederim. İstatiksel bulguların oluşturulmasında Arş. Gör. Hüseyin PELİT’e teşekkür ederim.

Isıl işlem uygulamalarını gerçekleştirdiğim NOVAWOOD fabrika çalışanlarına, değerli müdürü Halil ALIOĞLU’na ve üretim mühendisi Çimşit KAHRAMAN’a teşekkür ederim. Su-Bazlı Tek ve Çift Komponentli verniklerin temini ve vernik uygulamaları için yardımlarını esirgemeyen; DUAL BOYA Fabrikası Genel Müdürü, Mete AKTER’e, teşekkür ederim.

Bu çalışma boyunca yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen sevgili aileme ve çalışma arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez çalışması, Düzce Üniversitesi BAP-2012.02.HD.078 numaralı Bilimsel Araştırma Projesiyle desteklenmiştir.

Haziran 2014

Ümit AYATA

İÇİNDEKİLER

Sayfa

TEŞEKKÜR SAYFASI	i
İÇİNDEKİLER	ii
ŞEKİL LİSTESİ	vi
ÇİZELGE LİSTESİ	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	xxi
ÖZET	1
ABSTRACT	2
EXTENDED ABSTRACT	3
1. GİRİŞ	6
1.1. ISIL İŞLEM.....	8
1.1.1. Isıl İşlem Hakkında Genel Bilgiler.....	8
1.1.2. Isıl İşlem Metotları	10
1.1.2.1. ThermoWood Metod.....	11
1.1.3. Isıl İşlem Görmüş Odunda Meydana Gelen Değişiklikler	16
1.1.3.1. Kimyasal Özellikler Üzerine Isıl İşlemin Etkisi	16
1.1.3.2. Fiziksel Özellikler Üzerine Isıl İşlemin Etkisi.....	24
1.1.3.3. Renk Üzerine Isıl İşlemin Etkisi.....	25
1.1.3.4. Yaşlanma ve UV-Direnci Üzerine Isıl İşlemin Etkisi.....	26
1.1.3.5. Yüzey İşlemi ve Boyanma Kabiliyeti Üzerine Isıl İşlemin Etkisi.....	27
1.2. VERNİKLER	29
1.2.1. Su Çözücülü (Bazlı) Sistemler	29
1.2.2. Su Çözücülü Boya / Verniklerin Genel Özellikleri	34
1.3. DOĞAL VE YAPAY YAŞLANDIRMA.....	36
1.3.1. Dış Ortam Faktörleri	36
1.3.1.1. Güneş Işığının Etkisi	37
1.3.1.2. Rutubet.....	37
1.3.1.3. Asit Depolama.....	38

1.3.1.4. Diğer Faktörler.....	38
1.3.1.5. UV Işınlınının Etkisi.....	38
1.3.2. Florasan Lamba (UV) İle Yaşlandırma Uygulamaları.....	39
1.3.2.1. Laboratuar Yaşlandırma Testleri.....	40
1.4. LİTERATÜR ÖZETİ.....	43
2. MATERYAL VE YÖNTEM	53
2.1. MATERYAL	53
2.1.1. Ağaç Malzeme	53
2.1.1.1. Sarıçam (<i>Pinus sylvetsris</i> L.).....	53
2.1.1.2. Doğu Kayını (<i>Fagus orientalis</i> Lipsky).....	54
2.1.1.3. Sapsız Meşe (<i>Quercus petraeae</i> L.).....	55
2.1.2. Örnek Ağaçların Elde Edilmesi	56
2.1.3. Deney Örneklerinin Hazırlanması.....	56
2.2. YÖNTEM.....	57
2.2.1. Isıl İşlem Uygulaması.....	57
2.2.2. Su-Bazlı Verniklerin Uygulanması.....	57
2.2.2.1. Astar Vernik Uygulaması.....	57
2.2.2.2. Su-Bazlı Tek Bileşenli Vernik Uygulaması.....	58
2.2.2.3. Su-Bazlı Çift Bileşenli Vernik Uygulaması.....	59
2.2.3. UV Yaşlandırma Uygulaması Öncesi Deney Örneklerinin Hazırlanması.....	62
2.2.4. UV Yaşlandırma Uygulaması.....	62
2.3. DENEME METOTLARI	64
2.3.1. Katı Madde Tayini.....	64
2.3.2. Emprenye Retensiyon Oranlarının Belirlenmesi.....	64
2.3.3. Kuru Film Kalınlığı Tayini.....	65
2.3.4. Renk Ölçümü.....	66
2.3.5. Yüzey Parlaklık Ölçümü.....	67
2.3.6. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçümü.....	68
2.3.7. Salınımsal Sertlik Testi.....	69
2.3.8. Çizilme Direnci.....	70
2.3.9. Yüzeye Yapışma Testi.....	71
2.4. VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	73
3. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	74

3.1. KULLANILAN VERNİKLERİN ÖZELLİKLERİNE AİT BULGULAR VE TARTIŞMA.....	74
3.1.1. Katı Madde Miktarları	74
3.1.2. Emprenye Retensiyon Oranlarının Belirlenmesine İlişkin Bulgular Ve Tartışma.....	74
3.1.3. Kuru Film Kalınlıklarına İlişkin Bulgular.....	75
3.2. RENK DEĞİŞİMLERİNE İLİŞKİN BULGULAR VE TARTIŞMA.....	75
3.2.1. Kırmızı Renk Değeri (Δa^*).....	75
3.2.2. Sarı Renk Değeri (Δb^*).....	87
3.2.3. Renk Parlaklık (Işıklılık) Değeri (ΔL^*).....	99
3.2.4. Toplam Renk Değişimi (ΔE^*).....	110
3.3. PARLAKLIK ÖLÇÜMLERİNE İLİŞKİN BULGULAR VE TARTIŞMA.....	122
3.4. YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNE İLİŞKİN BULGULAR VE TARTIŞMA.....	134
3.4.1. Yüzey Pürüzlülüğü (R_a).....	134
3.4.2. Yüzey Pürüzlülüğü (R_z).....	147
3.4.3. Yüzey Pürüzlülüğü (R_{max}).....	160
3.5. YAPIŞMA DİRENCİNE İLİŞKİN BULGULAR VE TARTIŞMA	173
3.6. SALINIMSAL SERTLİK DEĞERİNE İLİŞKİN BULGULAR VE TARTIŞMA	186
3.7. ÇİZİLME DİRENCİNE İLİŞKİN BULGULAR VE TARTIŞMA.....	199
4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	211
4.1. RENK DEĞİŞİMİ DEĞERLERİNE AİT SONUÇLAR.....	211
4.1.1. Kırmızı Renk Değerine (Δa^*) Ait Sonuçlar	211
4.1.2. Sarı Renk Değerine (Δb^*) Ait Sonuçlar	212
4.1.3. Renk Parlaklık (Işıklılık) Değeri (ΔL^*) Ait Sonuçlar	214
4.1.4. Toplam Renk (ΔE^*) Değişimlerine Ait Sonuçlar	215
4.2. PARLAKLIK ÖLÇÜMLERİNE AİT SONUÇLAR.....	217

4.3. YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNE (R_a , R_z ve R_{max}) AİT SONUÇLAR.....	219
4.4. YÜZEYE YAPIŞMA DİRENCİNE (MPa) AİT SONUÇLAR.....	221
4.5. SALINIMSAL SERTLİK DEĞERİNE AİT SONUÇLAR.....	224
4.6. ÇİZİLME DİRENCİNE AİT SONUÇLAR.....	226
4.7. ÖNERİLER.....	228
5. KAYNAKLAR	229
ÖZGEÇMİŞ	242

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1.	ThermoWood yöntemi ısıl işlem tesisi şeması. 12
Şekil 1.2.	Taze haldeki çam kerestelerinin ısıl işlem grafiği. 14
Şekil 1.3.	Hava kurusu çam kerestelerinin ısıl işlem grafiği. 14
Şekil 1.4.	Selülozun moleküler yapısı. 16
Şekil 1.5.	Hemiselülozların pentoz ve heksoz monomerleri. 17
Şekil 1.6.	4-O-metil-β-D-glukuronik asit ve α-L-ramnoz. 18
Şekil 1.7.	Lignin ana yapısındaki fenil propan monomer üniteleri. 19
Şekil 1.8.	Ligninin yapısal modeli. 20
Şekil 1.9.	Isıl işlem uygulanmış kerestenin reaksiyon mekanizması. 23
Şekil 1.10.	Emülsiyon polimerizasyonunun aşamaları (a) başlamadan önce (b) polimerizasyonun başlaması (c) polimerizasyonun sürdürülmesi tüm miseller tükenmiş (d) monomer damlaları tükenmiş (e) polimerizasyonun sonlanması. 32
Şekil 1.11.	Emülsiyon polimerizasyonunda yağ ve kuru filmde molekül dizilişleri. 34
Şekil 1.12.	Ahşap ve ahşap/koruyucu sistemlere yaşlandırma etkili olan faktörler. 37
Şekil 1.13.	Elektromanyetik spektrum. 39
Şekil 1.14.	Güneş ışığı ve UV-A 340 lambası ışığının dalga boyu analizi 40
Şekil 1.15.	Ağaç malzeme yüzeyinde UV radyasyon ve rutubet etkisi ile meydana gelen bozunmanın şematik diyagramı (a: normal odun; b: yaşlandırmanın başlangıcında liflerin gevşemesi; c: lif kaybı; d: düşük yoğunluklu ilkbahar odununda oluklu görünüm). 41
Şekil 2.1.	Renksiz astar vernik uygulanmış ağaç malzemeler. 58
Şekil 2.2.	Su-bazlı tek ve çift bileşenli verniklerin uygulaması. 61
Şekil 2.3.	UV yaşlandırma uygulaması için hazırlanan deney örnekleri. 62
Şekil 2.4.	QUV accelerated weathering tester cihazı. 63
Şekil 2.5.	PosiTector 200 cihazı 65
Şekil 2.6.	Konica minolta chroma meter CR-400 ölçer cihazı 66
Şekil 2.7.	Üç boyutlu CIE L*a*b* renk bölgeleri. 67
Şekil 2.8.	Boya / vernik katmanı yüzey parlaklık ölçüm cihazı. 67
Şekil 2.9.	Üç farklı açıda parlaklık ölçümünün şematik gösterimi ve 60°'de yapılan ön ölçümün ardından, asıl ölçüm açısının belirlenme kriterleri. 68
Şekil 2.10.	Mitutoyo surfest SJ-301 cihazının dış görünüşü. 69
Şekil 2.11.	Pandüllü sertlik ölçüm cihazı. 70
Şekil 2.12.	Çizilme direnci deney aleti. 71
Şekil 2.13.	Universal test cihazı ve yüzeye yapışma direnci aparatı. 71
Şekil 2.14.	Çekme silindirlerinin ahşap bir düzenek yardımıyla vernikli yüzeye yapıştırılması. 72
Şekil 2.15.	Tutkalın kurumasından sonra çekme silindirinin çevresinde oluşan tutkalın alınması için kullanılan kesici deney aleti. 72

Şekil 3.1.	Ağaç türü, ısıt işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyoduna ait kırmızı renk değerlerinin (Δa^*) karşılaştırma sonuçları.	78
Şekil 3.2.	Ağaç türü - ısıt işlem etkileşimine ait kırmızı renk değerlerinin (Δa^*) karşılaştırma sonuçları.	78
Şekil 3.3.	Ağaç türü - vernik çeşidi etkileşimine ait kırmızı renk değerlerinin (Δa^*) karşılaştırma sonuçları.	79
Şekil 3.4.	Isıt işlem – vernik çeşidine ait kırmızı renk değerlerinin (Δa^*) karşılaştırma sonuçları.	80
Şekil 3.5.	Ağaç türü - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait kırmızı renk değerlerinin (Δa^*) karşılaştırma sonuçları.	80
Şekil 3.6.	Isıt işlem – yaşlandırma periyodu etkileşimine ait kırmızı renk değerlerinin (Δa^*) karşılaştırma sonuçları.	81
Şekil 3.7.	Ağaç türü - ısıt işlem - vernik çeşidi etkileşimine ait kırmızı renk değerlerinin (Δa^*) karşılaştırma sonuçları.	82
Şekil 3.8.	Ağaç türü - ısıt işlem - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait kırmızı renk değerlerinin (Δa^*) karşılaştırma sonuçları.	83
Şekil 3.9.	Ağaç türü – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait kırmızı renk değerlerinin (Δa^*) karşılaştırma sonuçları.	84
Şekil 3.10.	Isıt işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait kırmızı renk değerlerinin (Δa^*) karşılaştırma sonuçları.	85
Şekil 3.11.	Ağaç türü - ısıt işlem – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait kırmızı renk değerlerinin (Δa^*) karşılaştırma sonuçları.	87
Şekil 3.12.	Ağaç türü, ısıt işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyoduna ait sarı renk değerlerinin (Δb^*) karşılaştırma sonuçları.	90
Şekil 3.13.	Ağaç türü - ısıt işlem etkileşimine ait sarı renk değerlerinin (Δb^*) karşılaştırma sonuçları.	90
Şekil 3.14.	Isıt işlem – vernik çeşidi etkileşimine ait sarı renk değerlerinin (Δb^*) karşılaştırma sonuçları.	91
Şekil 3.15.	Ağaç türü – yaşlandırma periyodu etkileşimine ait sarı renk değerlerinin (Δb^*) karşılaştırma sonuçları.	92
Şekil 3.16.	Isıt işlem – yaşlandırma periyodu etkileşimine ait sarı renk değerlerinin (Δb^*) karşılaştırma sonuçları.	93
Şekil 3.17.	Vernik çeşidi – yaşlandırma periyodu etkileşimine ait sarı renk değerlerinin (Δb^*) karşılaştırma sonuçları.	93
Şekil 3.18.	Ağaç türü - ısıt işlem - vernik çeşidi etkileşimine ait sarı renk değerlerinin (Δb^*) karşılaştırma sonuçları.	94
Şekil 3.19.	Ağaç türü - ısıt işlem - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait sarı renk değerlerinin (Δb^*) karşılaştırma sonuçları.	95
Şekil 3.20.	Ağaç türü – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait sarı renk değerlerinin (Δb^*) karşılaştırma sonuçları.	96
Şekil 3.21.	Isıt işlem – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait sarı renk değerlerinin (Δb^*) karşılaştırma sonuçları.	97
Şekil 3.22.	Ağaç türü - ısıt işlem – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait sarı renk değerlerinin (Δb^*) karşılaştırma sonuçları.	97
Şekil 3.23.	Ağaç türü, ısıt işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyoduna ait renk parlaklık (ışıklılık) değerlerinin (ΔL^*) karşılaştırma sonuçları.	101
Şekil 3.24.	Ağaç türü - ısıt işlem etkileşimine ait renk parlaklık (ışıklılık)	102

	değerlerinin (ΔL^*) karşılaştırma sonuçları.	
Şekil 3.25.	Ağaç türü - vernik çeşidi etkileşimine ait renk parlaklık (ışıklılık) değerlerinin (ΔL^*) karşılaştırma sonuçları.	103
Şekil 3.26.	Isıl işlem - vernik çeşidi etkileşimine ait renk parlaklık (ışıklılık) değerlerinin (ΔL^*) karşılaştırma sonuçları.	103
Şekil 3.27.	Ağaç türü - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait renk parlaklık (ışıklılık) değerlerinin (ΔL^*) karşılaştırma sonuçları.	104
Şekil 3.28.	Isıl işlem - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait renk parlaklık (ışıklılık) değerlerinin (ΔL^*) karşılaştırma sonuçları.	105
Şekil 3.29.	Vernik çeşidi – yaşlandırma periyodu etkileşimine ait renk parlaklık (ışıklılık) değerlerinin (ΔL^*) karşılaştırma sonuçları.	106
Şekil 3.30.	Ağaç türü - ısıl işlem - vernik çeşidi etkileşimi ait renk parlaklık (ışıklılık) değerlerinin (ΔL^*) karşılaştırma sonuçları.	106
Şekil 3.31.	Ağaç türü - ısıl işlem - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait renk parlaklık (ışıklılık) değerlerinin (ΔL^*) karşılaştırma sonuçları.	107
Şekil 3.32.	Isıl işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait renk parlaklık (ışıklılık) değerlerinin (ΔL^*) karşılaştırma sonuçları.	108
Şekil 3.33.	Ağaç türü - ısıl işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait renk parlaklık (ışıklılık) değerlerinin (ΔL^*) karşılaştırma sonuçları.	110
Şekil 3.34.	Ağaç türü, ısıl işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyoduna ait toplam renk değişimi (ΔE^*) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	113
Şekil 3.35.	Ağaç türü - ısıl işlem etkileşimine ait toplam renk değişimi (ΔE^*) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	113
Şekil 3.36.	Ağaç türü - vernik çeşidi etkileşimine ait toplam renk değişimi (ΔE^*) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	114
Şekil 3.37.	Isıl işlem - vernik çeşidi etkileşimine ait toplam renk değişimi (ΔE^*) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	115
Şekil 3.38.	Ağaç türü - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait toplam renk değişimi (ΔE^*) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	115
Şekil 3.39.	Isıl işlem - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait toplam renk değişimi (ΔE^*) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	116
Şekil 3.40.	Vernik çeşidi – yaşlandırma periyodu etkileşimine ait toplam renk değişimi (ΔE^*) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	117
Şekil 3.41.	Ağaç türü - ısıl işlem - vernik çeşidi etkileşimine ait toplam renk değişimi (ΔE^*) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	118
Şekil 3.42.	Ağaç türü - ısıl işlem - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait toplam renk değişimi (ΔE^*) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	118
Şekil 3.43.	Ağaç türü - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait toplam renk değişimi (ΔE^*) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	119
Şekil 3.44.	Isıl işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait toplam renk değişimi (ΔE^*) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	120
Şekil 3.45.	Ağaç türü - ısıl işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait toplam renk değişimi (ΔE^*) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	122
Şekil 3.46.	Ağaç türü, ısıl işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyoduna ait parlaklık ölçümlerinin karşılaştırma sonuçları.	125
Şekil 3.47.	Ağaç türü - ısıl işlem etkileşimine ait parlaklık ölçümlerinin karşılaştırma sonuçları.	125

Şekil 3.48.	Ağaç türü - vernik çeşidi etkileşimi ait parlaklık ölçümlerinin karşılaştırma sonuçları.	126
Şekil 3.49.	Isıl işlem - vernik çeşidi etkileşimi ait parlaklık ölçümlerinin karşılaştırma sonuçları.	127
Şekil 3.50.	Ağaç türü - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait parlaklık ölçümlerinin karşılaştırma sonuçları.	127
Şekil 3.51.	Isıl işlem - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait parlaklık ölçümlerinin karşılaştırma sonuçları.	128
Şekil 3.52.	Vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait parlaklık ölçümlerinin karşılaştırma sonuçları.	129
Şekil 3.53.	Ağaç türü - ısıtma işlem - vernik çeşidi etkileşimine ait parlaklık ölçümlerinin karşılaştırma sonuçları.	130
Şekil 3.54.	Ağaç türü - ısıtma işlem - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait parlaklık ölçümlerinin karşılaştırma sonuçları.	130
Şekil 3.55.	Ağaç türü - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait parlaklık ölçümlerinin karşılaştırma sonuçları.	131
Şekil 3.56.	Isıl işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait parlaklık ölçümlerinin karşılaştırma sonuçları.	132
Şekil 3.57.	Ağaç türü - ısıtma işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait parlaklık ölçümlerinin karşılaştırma sonuçları.	134
Şekil 3.58.	Ağaç türü, ısıtma işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyoduna ait yüzey pürüzlülüğü (R_a) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	137
Şekil 3.59.	Ağaç türü - ısıtma işlem etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_a) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	138
Şekil 3.60.	Ağaç türü - vernik çeşidi etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_a) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	138
Şekil 3.61.	Isıl işlem - vernik çeşidi etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_a) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	139
Şekil 3.62.	Ağaç türü - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_a) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	140
Şekil 3.63.	Isıl işlem - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_a) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	141
Şekil 3.64.	Vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_a) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	141
Şekil 3.65.	Ağaç türü - ısıtma işlem - vernik çeşidi etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_a) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	142
Şekil 3.66.	Ağaç türü - ısıtma işlem - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_a) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	143
Şekil 3.67.	Ağaç türü - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_a) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	144
Şekil 3.68.	Isıl işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_a) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	145
Şekil 3.69.	Ağaç türü - ısıtma işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_a) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	147
Şekil 3.70.	Ağaç türü, ısıtma işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyoduna ait yüzey pürüzlülüğü (R_z) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	150
Şekil 3.71.	Ağaç türü - ısıtma işlem etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_z) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	151
Şekil 3.72.	Ağaç türü - vernik çeşidi etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_z)	151

	değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	
Şekil 3.73.	Isıl işlem - vernik çeşidi etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_z) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	152
Şekil 3.74.	Ağaç türü – yaşlandırma periyodu etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_z) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	153
Şekil 3.75.	Isıl işlem – yaşlandırma periyodu etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_z) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	154
Şekil 3.76.	Vernik çeşidi – yaşlandırma periyodu etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_z) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	154
Şekil 3.77.	Ağaç türü - ısıl işlem - vernik çeşidi etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_z) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	155
Şekil 3.78.	Ağaç türü - ısıl işlem - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_z) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	156
Şekil 3.79.	Ağaç türü – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_z) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	157
Şekil 3.80.	Isıl işlem – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_z) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	158
Şekil 3.81.	Ağaç türü - ısıl işlem – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_z) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	160
Şekil 3.82.	Ağaç türü, ısıl işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyoduna ait yüzey pürüzlülüğü (R_{max}) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	163
Şekil 3.83.	Ağaç türü - ısıl işlem etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_{max}) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	164
Şekil 3.84.	Ağaç türü - vernik çeşidi etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_{max}) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	164
Şekil 3.85.	Isıl işlem – vernik çeşidi etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_{max}) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	165
Şekil 3.86.	Ağaç türü – yaşlandırma periyodu etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_{max}) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	166
Şekil 3.87.	Isıl işlem – yaşlandırma periyodu etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_{max}) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	167
Şekil 3.88.	Vernik çeşidi – yaşlandırma periyodu etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_{max}) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	167
Şekil 3.89.	Ağaç türü - ısıl işlem - vernik çeşidi etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_{max}) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	168
Şekil 3.90.	Ağaç türü - ısıl işlem - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_{max}) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	169
Şekil 3.91.	Ağaç türü – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_{max}) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	170
Şekil 3.92.	Isıl işlem – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_{max}) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	171
Şekil 3.93.	Ağaç türü - ısıl işlem – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_{max}) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	173
Şekil 3.94.	Ağaç türü, ısıl işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyoduna ait yüzeye yapışma direnci değerlerinin karşılaştırma sonuçları (MPa).	176
Şekil 3.95.	Ağaç türü - ısıl işlem etkileşimine ait yüzeye yapışma direnci değerlerinin karşılaştırma sonuçları (MPa).	177

Şekil 3.96.	Ağaç türü - vernik çeşidi etkileşimine ait yüzeye yapışma direnci değerlerinin karşılaştırma sonuçları (MPa).	177
Şekil 3.97.	Isıl işlem – vernik çeşidi etkileşimine ait yüzeye yapışma direnci değerlerinin karşılaştırma sonuçları (MPa).	178
Şekil 3.98.	Ağaç türü – yaşlandırma periyodu etkileşimine ait yüzeye yapışma direnci değerlerinin karşılaştırma sonuçları (MPa).	179
Şekil 3.99.	Isıl işlem – yaşlandırma periyodu etkileşimine ait yüzeye yapışma direnci değerlerinin karşılaştırma sonuçları (MPa).	180
Şekil 3.100.	Vernik çeşidi – yaşlandırma periyodu etkileşimine ait yüzeye yapışma direnci değerlerinin karşılaştırma sonuçları (MPa).	180
Şekil 3.101.	Ağaç türü - ısıl işlem - vernik çeşidi etkileşimine ait yüzeye yapışma direnci değerlerinin karşılaştırma sonuçları (MPa).	181
Şekil 3.102.	Ağaç türü - ısıl işlem - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait yüzeye yapışma direnci değerlerinin karşılaştırma sonuçları (MPa).	182
Şekil 3.103.	Ağaç türü – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait yüzeye yapışma direnci değerlerinin karşılaştırma sonuçları (MPa).	183
Şekil 3.104.	Isıl işlem – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait yüzeye yapışma direnci değerlerinin karşılaştırma sonuçları (MPa).	184
Şekil 3.105.	Ağaç türü - ısıl işlem – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait yüzeye yapışma direnci değerlerinin karşılaştırma sonuçları (MPa).	186
Şekil 3.106.	Ağaç türü, ısıl işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyoduna ait salınımsal sertlik değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	189
Şekil 3.107.	Ağaç türü - ısıl işlem etkileşimine ait salınımsal sertlik değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	190
Şekil 3.108.	Ağaç türü - vernik çeşidi etkileşimine ait salınımsal sertlik değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	190
Şekil 3.109.	Isıl işlem – vernik çeşidi etkileşimine ait salınımsal sertlik değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	191
Şekil 3.110.	Ağaç türü – yaşlandırma periyodu etkileşimine ait salınımsal sertlik değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	192
Şekil 3.111.	Isıl işlem – yaşlandırma periyodu etkileşimine ait salınımsal sertlik değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	193
Şekil 3.112.	Vernik çeşidi – yaşlandırma periyodu etkileşimine ait salınımsal sertlik değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	193
Şekil 3.113.	Ağaç türü - ısıl işlem - vernik çeşidi etkileşimine ait salınımsal sertlik değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	194
Şekil 3.114.	Ağaç türü - ısıl işlem - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait salınımsal sertlik değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	195
Şekil 3.115.	Ağaç türü – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait salınımsal sertlik değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	196
Şekil 3.116.	Isıl işlem – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait salınımsal sertlik değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	197
Şekil 3.117.	Ağaç türü - ısıl işlem – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait salınımsal sertlik değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	199
Şekil 3.118.	Ağaç türü, ısıl işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyoduna ait	202

	çizilme direnci değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	
Şekil 3.119.	Ağaç türü - ısıt işlem etkileşimine ait çizilme direnci değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	202
Şekil 3.120.	Ağaç türü – yaşlandırma periyodu etkileşimine ait çizilme direnci değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	203
Şekil 3.121.	Isıt işlem – yaşlandırma periyodu etkileşimine ait çizilme direnci değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	204
Şekil 3.122.	Vernik çeşidi – yaşlandırma periyodu etkileşimine ait çizilme direnci değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	205
Şekil 3.123.	Ağaç türü - ısıt işlem - vernik çeşidi etkileşimine ait çizilme direnci değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	205
Şekil 3.124.	Ağaç türü - ısıt işlem - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait çizilme direnci değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	206
Şekil 3.125.	Ağaç türü – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait çizilme direnci değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	207
Şekil 3.126.	Isıt işlem – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait çizilme direnci değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	208
Şekil 3.127.	Ağaç türü - ısıt işlem – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait çizilme direnci değerlerinin karşılaştırma sonuçları.	210

ÇİZELGE LİSTESİ

		<u>Sayfa No</u>
Çizelge 1.1.	Bazı ısıtım yöntemlerinin temel karakteristikler.	11
Çizelge 1.2.	Thermo S sınıfı kerestenin kullanım alanları.	15
Çizelge 1.3.	Thermo D sınıfı kerestenin kullanım alanları.	15
Çizelge 1.4.	ThermoWood metodunun ağaç malzemenin özellikleri üzerine etkisinin ısıtım sınıfları ile özeti.	16
Çizelge 1.5.	İğne yapraklı ve yapraklı ağaçlarda hemiselüloz yapısı.	18
Çizelge 1.6.	İğne yapraklı ve yapraklı ağaçlarda lignin yapısı.	20
Çizelge 1.7.	Isıtım uygulanmış kerestenin GZFT analizi.	28
Çizelge 1.8.	Radyasyon yoğunlukları ve sınıflandırılması (yazın normal düşme açısında).	39
Çizelge 2.1.	Sarıçam odununun fiziksel ve mekanik özellikleri.	53
Çizelge 2.2.	Doğu kayını odununun fiziksel ve mekanik özellikleri.	55
Çizelge 2.3.	Sapsız meşe odununun fiziksel ve mekanik özellikleri.	56
Çizelge 2.4.	Tez çalışmasında uygulanan tek bileşenli vernik uygulaması	58
Çizelge 2.5.	Tez çalışmasında uygulanan çift bileşenli vernik uygulaması.	59
Çizelge 2.6.	Uygulanan vernikler hakkında üretici firma bilgileri.	60
Çizelge 2.7.	Yaşlandırma uygulamasına ait deneme deseni.	63
Çizelge 2.8.	Parlaklık değerlerinin sınıflandırılması.	68
Çizelge 2.9.	Çizilme direnci sınıfları.	71
Çizelge 3.1.	Kullanılan verniklerin katı madde miktarları (%).	74
Çizelge 3.2.	ThermoWood metoduna göre ısıtım görmüş ağaç türlerine ait net kuru madde miktarları ve % tutunma oranları.	74
Çizelge 3.3.	Kuru film kalınlıkları.	75
Çizelge 3.4.	Kırmızı renk değeri (Δa^*) ölçümlerinin aritmetik ortalama değerleri.	76
Çizelge 3.5.	Ağaç türü, ısıtım işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyodunun kırmızı renk değeri (Δa^*) etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları.	77
Çizelge 3.6.	Ağaç türü, ısıtım işlemi ve yaşlandırma periyodu değişkenlerinde kırmızı renk değerine (Δa^*) ait Duncan testi sonuçları.	77
Çizelge 3.7.	Ağaç türü - ısıtım işlem ikili etkileşimine ait kırmızı renk değerinin (Δa^*) Duncan testi sonuçları.	78
Çizelge 3.8.	Ağaç türü - vernik çeşidi ikili etkileşimine ait kırmızı renk değerinin (Δa^*) Duncan testi sonuçları.	79
Çizelge 3.9.	Isıtım işlem - vernik çeşidi ikili etkileşimine ait kırmızı renk değerinin (Δa^*) Duncan testi sonuçları.	79
Çizelge 3.10.	Ağaç türü - yaşlandırma periyodu ikili etkileşimine ait kırmızı renk değerinin (Δa^*) Duncan testi sonuçları.	80
Çizelge 3.11.	Isıtım işlem - yaşlandırma periyodu ikili etkileşimine ait kırmızı renk değerinin (Δa^*) Duncan testi sonuçları.	81
Çizelge 3.12.	Ağaç türü - ısıtım işlem - vernik çeşidi üçlü etkileşimine ait kırmızı renk değerinin (Δa^*) Duncan testi sonuçları.	82

Çizelge 3.13.	Ağaç türü - ısıt işlem - yaşlandırma periyodu üçlü etkileşimine ait kırmızı renk değerinin (Δa^*) Duncan testi sonuçları.	83
Çizelge 3.14.	Ağaç türü - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu üçlü etkileşimine ait kırmızı renk değerinin (Δa^*) Duncan testi sonuçları.	83
Çizelge 3.15.	Isıt işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu üçlü etkileşimine ait kırmızı renk değerinin (Δa^*) Duncan testi sonuçları.	84
Çizelge 3.16.	Ağaç türü - ısıt işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu dördü etkileşimine ait kırmızı renk değerinin (Δa^*) Duncan testi sonuçları.	86
Çizelge 3.17.	Sarı renk değeri (Δb^*) ölçümlerinin aritmetik ortalama değerleri.	88
Çizelge 3.18.	Ağaç türü, ısıt işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyodunun sarı renk değerleri (Δb^*) etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları.	89
Çizelge 3.19.	Ağaç türü, ısıt işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyodu değişkenlerinde sarı renk değerine (Δb^*) ait Duncan testi sonuçları.	89
Çizelge 3.20.	Ağaç türü - ısıt işlem ikili etkileşimine ait sarı renk değerinin (Δb^*) Duncan testi sonuçları.	90
Çizelge 3.21.	Isıt işlem - vernik çeşidi ikili etkileşimine ait sarı renk değerinin (Δb^*) Duncan testi sonuçları.	91
Çizelge 3.22.	Ağaç türü - yaşlandırma periyodu ikili etkileşimine ait sarı renk değerinin (Δb^*) Duncan testi sonuçları.	92
Çizelge 3.23.	Isıt işlem - yaşlandırma periyodu ikili etkileşimine ait sarı renk değerinin (Δb^*) Duncan testi sonuçları.	92
Çizelge 3.24.	Vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu ikili etkileşimine ait sarı renk değerinin (Δb^*) Duncan testi sonuçları.	93
Çizelge 3.25.	Ağaç türü - ısıt işlem - vernik çeşidi üçlü etkileşimine ait sarı renk değerinin (Δb^*) Duncan testi sonuçları.	94
Çizelge 3.26.	Ağaç türü - ısıt işlem - yaşlandırma periyodu üçlü etkileşimine ait sarı renk değerinin (Δb^*) Duncan testi sonuçları.	95
Çizelge 3.27.	Ağaç türü - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu üçlü etkileşimine ait sarı renk değerinin (Δb^*) Duncan testi sonuçları.	96
Çizelge 3.28.	Isıt işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu üçlü etkileşimine ait sarı renk değerinin (Δb^*) Duncan testi sonuçları.	96
Çizelge 3.29.	Ağaç türü - ısıt işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu dördü etkileşimine ait sarı renk değerinin (Δb^*) Duncan testi sonuçları.	98
Çizelge 3.30.	Renk parlaklık (ışıklılık) değeri (ΔL^*) ölçümlerinin aritmetik ortalama değerleri.	99
Çizelge 3.31.	Ağaç türü, ısıt işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyodunun renk parlaklık (ışıklılık) değeri (ΔL^*) etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları.	100
Çizelge 3.32.	Ağaç türü, ısıt işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyodu değişkenlerinde renk parlaklık (ışıklılık) değerine (ΔL^*) ait Duncan testi sonuçları.	101

Çizelge 3.33.	Ağaç türü - ısıt işlem ikili etkileşimine ait renk parlaklık (ışıklılık) değerinin (ΔL^*) Duncan testi sonuçları.	102
Çizelge 3.34.	Ağaç türü - vernik çeşidi ikili etkileşimine ait renk parlaklık (ışıklılık) değerinin (ΔL^*) Duncan testi sonuçları.	102
Çizelge 3.35.	Isıt işlem - vernik çeşidi ikili etkileşimine ait renk parlaklık (ışıklılık) değerinin (ΔL^*) Duncan testi sonuçları.	103
Çizelge 3.36.	Ağaç türü - yaşlandırma periyodu ikili etkileşimine ait renk parlaklık (ışıklılık) değerinin (ΔL^*) Duncan testi sonuçları.	104
Çizelge 3.37.	Isıt işlem - yaşlandırma periyodu ikili etkileşimine ait renk parlaklık (ışıklılık) değerinin (ΔL^*) Duncan testi sonuçları.	105
Çizelge 3.38.	Vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu ikili etkileşimine ait renk parlaklık (ışıklılık) değerinin (ΔL^*) Duncan testi sonuçları.	105
Çizelge 3.39.	Ağaç türü - ısıt işlem - vernik çeşidi üçlü etkileşimine ait renk parlaklık (ışıklılık) değerinin (ΔL^*) Duncan testi sonuçları.	106
Çizelge 3.40.	Ağaç türü - ısıt işlem - yaşlandırma periyodu üçlü etkileşimine ait renk parlaklık (ışıklılık) değerinin (ΔL^*) Duncan testi sonuçları.	107
Çizelge 3.41.	Isıt işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu üçlü etkileşimine ait renk parlaklık (ışıklılık) değerinin (ΔL^*) Duncan testi sonuçları.	108
Çizelge 3.42.	Ağaç türü - ısıt işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu dördü etkileşimine ait renk parlaklık (ışıklılık) değerinin (ΔL^*) Duncan testi sonuçları.	109
Çizelge 3.43.	Toplam renk değişimi (ΔE^*) ölçümlerinin aritmetik ortalama değerleri.	111
Çizelge 3.44.	Ağaç türü, ısıt işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyodunun toplam renk değişimi (ΔE^*) değerleri etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları.	112
Çizelge 3.45.	Ağaç türü, ısıt işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyodu değişkenlerinde toplam renk değişimi (ΔE^*) değerlerine ait Duncan testi sonuçları.	112
Çizelge 3.46.	Ağaç türü - ısıt işlem ikili etkileşimine ait toplam renk değişimi (ΔE^*) değerlerinin Duncan testi sonuçları.	113
Çizelge 3.47.	Ağaç türü - vernik çeşidi ikili etkileşimine ait toplam renk değişimi (ΔE^*) değerlerinin Duncan testi sonuçları.	114
Çizelge 3.48.	Isıt işlem - vernik çeşidi ikili etkileşimine ait toplam renk değişimi (ΔE^*) değerlerinin Duncan testi sonuçları.	114
Çizelge 3.49.	Ağaç türü - yaşlandırma periyodu ikili etkileşimine ait toplam renk değişimi (ΔE^*) değerlerinin Duncan testi sonuçları.	115
Çizelge 3.50.	Isıt işlem - yaşlandırma periyodu ikili etkileşimine ait toplam renk değişimi (ΔE^*) değerlerinin Duncan testi sonuçları.	116
Çizelge 3.51.	Vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu ikili etkileşimine ait toplam renk değişimi (ΔE^*) değerlerinin Duncan testi sonuçları.	117
Çizelge 3.52.	Ağaç türü - ısıt işlem - vernik çeşidi üçlü etkileşimine ait toplam renk değişimi (ΔE^*) değerlerinin Duncan testi sonuçları.	117
Çizelge 3.53.	Ağaç türü - ısıt işlem - yaşlandırma periyodu üçlü etkileşimine ait toplam renk değişimi (ΔE^*) değerlerinin Duncan testi sonuçları.	118

Çizelge 3.54.	Ağaç türü - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu üçlü etkileşimine ait toplam renk değişimi (ΔE^*) değerlerinin Duncan testi sonuçları.	119
Çizelge 3.55.	Isıl işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu üçlü etkileşimine ait toplam renk değişimi (ΔE^*) değerlerinin Duncan testi sonuçları.	120
Çizelge 3.56.	Ağaç türü - ısıl işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu dördümlü etkileşimine ait toplam renk değişimi (ΔE^*) değerlerinin Duncan testi sonuçları.	121
Çizelge 3.57.	Parlaklık ölçümlerinin aritmetik ortalama değerleri.	123
Çizelge 3.58.	Ağaç türü, ısıl işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyodunun parlaklık ölçümüne ilişkin varyans analizi sonuçları.	124
Çizelge 3.59.	Ağaç türü, ısıl işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyodu değişkenlerinde parlaklık ölçümüne ait Duncan testi sonuçları.	124
Çizelge 3.60.	Ağaç türü - ısıl işlem ikili etkileşimine ait parlaklık ölçümünün Duncan testi sonuçları.	125
Çizelge 3.61.	Ağaç türü - vernik çeşidi ikili etkileşimine ait parlaklık ölçümünün Duncan testi sonuçları.	126
Çizelge 3.62.	Isıl işlem - vernik çeşidi ikili etkileşimine ait parlaklık ölçümünün Duncan testi sonuçları.	126
Çizelge 3.63.	Ağaç türü - yaşlandırma periyodu ikili etkileşimine ait parlaklık ölçümünün Duncan testi sonuçları.	127
Çizelge 3.64.	Isıl işlem - yaşlandırma periyodu ikili etkileşimine ait parlaklık ölçümünün Duncan testi sonuçları.	128
Çizelge 3.65.	Vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu ikili etkileşimine ait parlaklık ölçümünün Duncan testi sonuçları.	129
Çizelge 3.66.	Ağaç türü - ısıl işlem - vernik çeşidi üçlü etkileşimine ait parlaklık ölçümünün Duncan testi sonuçları.	129
Çizelge 3.67.	Ağaç türü - ısıl işlem - yaşlandırma periyodu üçlü etkileşimine ait parlaklık ölçümünün Duncan testi sonuçları.	130
Çizelge 3.68.	Ağaç türü - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu üçlü etkileşimine ait parlaklık ölçümünün Duncan testi sonuçları.	131
Çizelge 3.69.	Isıl işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu üçlü etkileşimine ait parlaklık ölçümünün Duncan testi sonuçları.	132
Çizelge 3.70.	Ağaç türü - ısıl işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu dördümlü etkileşimine ait parlaklık ölçümünün Duncan testi sonuçları.	133
Çizelge 3.71.	Yüzey pürüzlülüğü (R_a) ölçümlerinin aritmetik ortalama değerleri (μm).	135
Çizelge 3.72.	Ağaç türü, ısıl işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyodunun yüzey pürüzlülüğü (R_a) ölçümlerine ilişkin varyans analizi sonuçları.	136
Çizelge 3.73.	Ağaç türü, ısıl işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyodu değişkenlerinde yüzey pürüzlülüğü (R_a) ölçümlerine ait Duncan testi sonuçları.	136
Çizelge 3.74.	Ağaç türü - ısıl işlem ikili etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_a) ölçümlerinin Duncan testi sonuçları (μm).	137
Çizelge 3.75.	Ağaç türü - vernik çeşidi ikili etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_a) ölçümlerinin Duncan testi sonuçları (μm).	138
Çizelge 3.76.	Isıl işlem - vernik çeşidi ikili etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü	139

	(R _a) ölçümlerinin Duncan testi sonuçları (µm).	
Çizelge 3.77.	Ağaç türü - yaşlandırma periyodu ikili etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R _a) ölçümlerinin Duncan testi sonuçları (µm).	140
Çizelge 3.78.	Isıl işlem - yaşlandırma periyodu ikili etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R _a) ölçümlerinin Duncan testi sonuçları (µm).	140
Çizelge 3.79.	Vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu ikili etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R _a) ölçümlerinin Duncan testi sonuçları (µm).	141
Çizelge 3.80.	Ağaç türü - ısıl işlem - vernik çeşidi üçlü etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R _a) ölçümlerinin Duncan testi sonuçları (µm).	142
Çizelge 3.81.	Ağaç türü - ısıl işlem - yaşlandırma periyodu üçlü etkileşimine yüzey pürüzlülüğü (R _a) ölçümlerinin Duncan testi sonuçları (µm).	143
Çizelge 3.82.	Ağaç türü - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu üçlü etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R _a) ölçümlerinin Duncan testi sonuçları (µm).	144
Çizelge 3.83.	Isıl işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu üçlü etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R _a) ölçümlerinin Duncan testi sonuçları (µm).	145
Çizelge 3.84.	Ağaç türü - ısıl işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu dördü etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R _a) ölçümlerinin Duncan testi sonuçları (µm).	146
Çizelge 3.85.	Yüzey pürüzlülüğü (R _z) ölçümlerinin aritmetik ortalama değerleri (µm).	148
Çizelge 3.86.	Ağaç türü, ısıl işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyodunun yüzey pürüzlülüğü (R _z) ölçümlerine ilişkin varyans analizi sonuçları.	149
Çizelge 3.87.	Ağaç türü, ısıl işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyodu değişkenlerinde yüzey pürüzlülüğü (R _z) ölçümlerine ait Duncan testi sonuçları (µm).	149
Çizelge 3.88.	Ağaç türü - ısıl işlem ikili etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R _z) ölçümlerinin Duncan testi sonuçları (µm).	150
Çizelge 3.89.	Ağaç türü - vernik çeşidi ikili etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R _z) ölçümlerinin Duncan testi sonuçları (µm).	151
Çizelge 3.90.	Isıl işlem - vernik çeşidi ikili etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R _z) ölçümlerinin Duncan testi sonuçları (µm).	152
Çizelge 3.91.	Ağaç türü - yaşlandırma periyodu ikili etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R _z) ölçümlerinin Duncan testi sonuçları (µm).	153
Çizelge 3.92.	Isıl işlem - yaşlandırma periyodu ikili etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R _z) ölçümlerinin Duncan testi sonuçları (µm).	153
Çizelge 3.93.	Vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu ikili etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R _z) ölçümlerinin Duncan testi sonuçları (µm).	154
Çizelge 3.94.	Ağaç türü - ısıl işlem - vernik çeşidi üçlü etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R _z) ölçümlerinin Duncan testi sonuçları (µm).	155
Çizelge 3.95.	Ağaç türü - ısıl işlem - yaşlandırma periyodu üçlü etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R _z) ölçümlerinin Duncan testi sonuçları (µm).	156
Çizelge 3.96.	Ağaç türü - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu üçlü etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R _z) ölçümlerinin Duncan	157

	testi sonuçları (μm).	
Çizelge 3.97.	Isıl işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu üçlü etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_z) ölçümlerinin Duncan testi sonuçları (μm).	158
Çizelge 3.98.	Ağaç türü - ısıt işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu dördü etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_z) ölçümlerinin Duncan testi sonuçları (μm).	159
Çizelge 3.99.	Yüzey pürüzlülüğü (R_{max}) ölçümlerinin aritmetik ortalama değerleri (μm).	161
Çizelge 3.100.	Ağaç türü, ısıt işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyodunun yüzey pürüzlülüğü (R_{max}) ölçümlerine ilişkin varyans analizi sonuçları.	162
Çizelge 3.101.	Ağaç türü, ısıt işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyodu değişkenlerinde yüzey pürüzlülüğü (R_{max}) ölçümlerine ait Duncan testi sonuçları (μm).	162
Çizelge 3.102.	Ağaç türü - ısıt işlem ikili etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_{max}) ölçümlerinin Duncan testi sonuçları (μm).	163
Çizelge 3.103.	Ağaç türü - vernik çeşidi ikili etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_{max}) ölçümlerinin Duncan testi sonuçları (μm).	164
Çizelge 3.104.	Isıl işlem - vernik çeşidi ikili etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_{max}) ölçümlerinin Duncan testi sonuçları (μm).	165
Çizelge 3.105.	Ağaç türü - yaşlandırma periyodu ikili etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_{max}) ölçümlerinin Duncan testi sonuçları (μm).	166
Çizelge 3.106.	Isıl işlem - yaşlandırma periyodu ikili etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_{max}) ölçümlerinin Duncan testi sonuçları (μm).	166
Çizelge 3.107.	Vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu ikili etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_{max}) ölçümlerinin Duncan testi sonuçları (μm).	167
Çizelge 3.108.	Ağaç türü - ısıt işlem - vernik çeşidi üçlü etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_{max}) ölçümlerinin Duncan testi sonuçları (μm).	168
Çizelge 3.109.	Ağaç türü - ısıt işlem - yaşlandırma periyodu üçlü etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_{max}) ölçümlerinin Duncan testi sonuçları (μm).	169
Çizelge 3.110.	Ağaç türü - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu üçlü etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_{max}) ölçümlerinin Duncan testi sonuçları (μm).	170
Çizelge 3.111.	Isıl işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu üçlü etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_{max}) ölçümlerinin Duncan testi sonuçları (μm).	171
Çizelge 3.112.	Ağaç türü - ısıt işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu dördü etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_{max}) ölçümlerinin Duncan testi sonuçları (μm).	172
Çizelge 3.113.	Yüzeye yapışma direnci değerlerinin aritmetik ortalama değerleri (MPa).	174
Çizelge 3.114.	Ağaç türü, ısıt işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyodunun yüzeye yapışma direnci değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları.	175
Çizelge 3.115.	Ağaç türü, ısıt işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyodu değişkenlerinde yüzeye yapışma direnci değerlerine ait Duncan testi sonuçları (MPa).	175

Çizelge 3.116.	Ağaç türü - ısıt işlem ikili etkileşimine ait yüzeye yapışma direnci değerlerinin Duncan testi sonuçları (MPa).	176
Çizelge 3.117.	Ağaç türü - vernik çeşidi ikili etkileşimine ait yüzeye yapışma direnci değerlerinin Duncan testi sonuçları (MPa).	177
Çizelge 3.118.	Isıt işlem - vernik çeşidi ikili etkileşimine ait yüzeye yapışma direnci değerlerinin Duncan testi sonuçları (MPa).	178
Çizelge 3.119.	Ağaç türü - yaşlandırma periyodu ikili etkileşimine ait yüzeye yapışma direnci değerlerinin Duncan testi sonuçları (MPa).	179
Çizelge 3.120.	Isıt işlem - yaşlandırma periyodu ikili etkileşimine ait yüzeye yapışma direnci değerlerinin Duncan testi sonuçları (MPa).	179
Çizelge 3.121.	Vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu ikili etkileşimine ait yüzeye yapışma direnci değerlerinin Duncan testi sonuçları (MPa).	180
Çizelge 3.122.	Ağaç türü - ısıt işlem - vernik çeşidi üçlü etkileşimine ait yüzeye yapışma direnci değerlerinin Duncan testi sonuçları (MPa).	181
Çizelge 3.123.	Ağaç türü - ısıt işlem - yaşlandırma periyodu üçlü etkileşimine ait yüzeye yapışma direnci değerlerinin Duncan testi sonuçları (MPa).	182
Çizelge 3.124.	Ağaç türü - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu üçlü etkileşimine ait yüzeye yapışma direnci değerlerinin Duncan testi sonuçları (MPa).	183
Çizelge 3.125.	Isıt işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu üçlü etkileşimine ait yüzeye yapışma direnci değerlerinin Duncan testi sonuçları (MPa).	183
Çizelge 3.126.	Ağaç türü - ısıt işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu dördü etkileşimine ait yüzeye yapışma direnci değerlerinin Duncan testi sonuçları (MPa).	185
Çizelge 3.127.	Salınımsal sertlik değerlerinin aritmetik ortalama değerleri.	187
Çizelge 3.128.	Ağaç türü, ısıt işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyodunun salınımsal sertlik değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları.	188
Çizelge 3.129.	Ağaç türü, ısıt işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyodu değişkenlerinde salınımsal sertlik değerlerine ait Duncan testi sonuçları.	188
Çizelge 3.130.	Ağaç türü - ısıt işlem ikili etkileşimine ait salınımsal sertlik değerlerinin Duncan testi sonuçları.	189
Çizelge 3.131.	Ağaç türü - vernik çeşidi ikili etkileşimine ait salınımsal sertlik değerlerinin Duncan testi sonuçları.	190
Çizelge 3.132.	Isıt işlem - vernik çeşidi ikili etkileşimine ait salınımsal sertlik değerlerinin Duncan testi sonuçları.	191
Çizelge 3.133.	Ağaç türü - yaşlandırma periyodu ikili etkileşimine ait salınımsal sertlik değerlerinin Duncan testi sonuçları.	192
Çizelge 3.134.	Isıt işlem - yaşlandırma periyodu ikili etkileşimine ait salınımsal sertlik değerlerinin Duncan testi sonuçları.	192
Çizelge 3.135.	Vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu ikili etkileşimine ait salınımsal sertlik değerlerinin Duncan testi sonuçları.	193
Çizelge 3.136.	Ağaç türü - ısıt işlem - vernik çeşidi üçlü etkileşimine ait salınımsal sertlik değerlerinin Duncan testi sonuçları.	194
Çizelge 3.137.	Ağaç türü - ısıt işlem - yaşlandırma periyodu üçlü etkileşimine ait salınımsal sertlik değerlerinin Duncan testi sonuçları.	195

Çizelge 3.138.	Ağaç türü - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu üçlü etkileşimine ait salınımsal sertlik değerlerinin Duncan testi sonuçları.	196
Çizelge 3.139.	Isıl işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu üçlü etkileşimine ait salınımsal sertlik değerlerinin Duncan testi sonuçları.	197
Çizelge 3.140.	Ağaç türü - ısıl işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu dördü etkileşimine ait salınımsal sertlik değerlerinin Duncan testi sonuçları.	198
Çizelge 3.141.	Çizilme direnci ölçümlerinin aritmetik ortalama değerleri (N).	200
Çizelge 3.142.	Ağaç türü, ısıl işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyodunun çizilme direnci ölçümlerine ilişkin varyans analizi sonuçları.	201
Çizelge 3.143.	Ağaç türü, ısıl işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyodu değişkenlerinde çizilme direncine ait Duncan testi sonuçları.	201
Çizelge 3.144.	Ağaç türü - ısıl işlem ikili etkileşimine ait çizilme direnci ölçümlerinin Duncan testi sonuçları.	202
Çizelge 3.145.	Ağaç türü - yaşlandırma periyodu ikili etkileşimine ait çizilme direnci ölçümlerinin Duncan testi sonuçları.	203
Çizelge 3.146.	Isıl işlem - yaşlandırma periyodu ikili etkileşimine ait çizilme direnci ölçümlerinin Duncan testi sonuçları.	204
Çizelge 3.147.	Vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu ikili etkileşimine ait salınımsal sertlik değerlerinin Duncan testi sonuçları.	204
Çizelge 3.148.	Ağaç türü - ısıl işlem - vernik çeşidi üçlü etkileşimine ait çizilme direnci ölçümlerinin Duncan testi sonuçları.	205
Çizelge 3.149.	Ağaç türü - ısıl işlem - yaşlandırma periyodu üçlü etkileşimine ait çizilme direnci ölçümlerinin Duncan testi sonuçları.	206
Çizelge 3.150.	Ağaç türü - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu üçlü etkileşimine ait salınımsal sertlik değerlerinin Duncan testi sonuçları.	207
Çizelge 3.151.	Isıl işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu üçlü etkileşimine ait salınımsal sertlik değerlerinin Duncan testi sonuçları.	208
Çizelge 3.152.	Ağaç türü - ısıl işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu dördü etkileşimine ait çizilme direnci değerlerinin Duncan testi sonuçları.	209

SİMGELER VE KISALTMALAR

mm	Milimetre
cm	Santimetre
mm ²	Milimetrekare
m ²	Metrekare
m ³	Metreküp
cm ³	Santimetreküp
kg	Kilogram
g	Gram
Å	Angstron
Vu	Uygulanan vernik (g)
Çb	Buharlaşan çözücü (g)
Km	Katı madde (%)
G	Yaş ağırlık (g)
D	Dara (g)
E	Kuru ağırlık (g)
μ	Mikron
μm	Milimikron
°C	Santigrat derece
σ	Öz iletkenlik
DP	Polimerizasyon derecesi
β _r	Radyal yönde daralma yüzdesi
β _t	Teğet yönde daralma yüzdesi
β _v	Hacmen daralma yüzdesi
E-Mod	Elastikiyet modülü
σ _e	Eğilme direnci
σ _ç //	Çekme direnci
σ _b //	Basınç direnci
a	Eğil direnci
N	Newton

Ra	Ortalama pürüzlülük
Ry	En yüksek tepe ile en derin çukurun toplamı
Rz	En yüksek 5 tepe ve en derin 5 çukurun ortalama değerleri
Δa^*	Kırmızı tonu değeri
Δb^*	Sarı tonu değeri
ΔI^*	Işıklılık değeri
ΔE^*	Toplam renk değeri
MPa	Megapaskal
F	Kopma anındaki kuvvet
β	Beta
α	Alfa
VOC	Volatile Organic Compounds
KMK	Kritik Misel Konsantrasyonu
UV	Ultraviyole
VTT	Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus
ASTM D	American Society for Testing and Materials
DIN	Deutsch Institute Norm
TS EN	Türk Standartları Enstitüsü Euro Norm
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
CIE	Commission Internationale de l'Eclairage
CIEL*	Renk aralığı

ÖZET

ISIL İŞLEM GÖRMÜŞ (THERMOWOOD) BAZI AĞAÇ TÜRLERİNDE KULLANILAN SU BAZLI VERNİK KATMANLARININ HIZLANDIRILMIŞ UV YAŞLANDIRMA ETKİSİNE KARŞI DİRENCİNİN BELİRLENMESİ

Ümit AYATA
Düzce Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü,
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı
Doktora Tezi
Danışman: Yrd. Doç. Dr. Nevzat ÇAKICIER
Haziran 2014, 243 sayfa

Bu çalışmanın amacı, ısıl işlem görmüş (ThermoWood) bazı ağaç türlerinde kullanılan su-bazlı vernik katmanlarının hızlandırılmış UV yaşlandırma etkisine karşı direncini belirlemektir. Bu amaçla Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Sapsız meşe (*Quercus petraea* L.) ve Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) odunlarından hazırlanan örnekler, ThermoWood metoduna göre 190°C'de 2 saat ve 212°C'de 1-2 saat süreler ile ısıl işleme tabi tutulmuştur. Daha sonra malzeme yüzeylerine su bazlı tek ve çift bileşenli vernikler üretici firma önerileri doğrultusunda endüstriyel uygulamalara uygun olarak katman kalınlıkları birbirine yakın olacak şekilde tatbik edilmiştir. Elde edilen malzemeler, UV-A 340 nm florasan lambalarının bulunduğu QUV accelerated weathering tester cihazında; 144, 288 ve 432 saat süre boyunca UV ışığına (ASTM G 154-06) maruz bırakılmıştır. Yaşlandırma periyotları sonlarında; renk (ΔE , ΔL^* , Δa^* ve Δb^*) (ASTM-D 2244-3), parlaklık (ISO 2813), yüzey pürüzlülüğü (R_a , R_z ve R_{max}) (ISO 4287), yüzeye yapışma direnci (ASTM D 4541), salınımsal sertlik (ANS/ISO 1522) ve çizilme direnci değerleri (EN 15186) belirlenmiştir.

Araştırma sonucuna göre; kullanılan su bazlı tek ve çift bileşenli verniklerin ısıl işlem görmüş ağaç malzeme yüzeylerinde, yaşlandırma sonrasında parlaklık, yüzeye yapışma direnci, yüzey pürüzlülüğü değerlerinde azalma, sertlik, çizilme ve renk değerlerinde ise artış belirlenmiştir.

Anahtar sözcükler: Isıl işlem, Su-bazlı vernik, UV yaşlandırma

ABSTRACT

DETERMINATION OF THE RESISTANCE OF WATER BASED LAYERS ON SOME HEAT TREATED (THERMOWOOD) WOOD SPECIES AGAINST ACCELERATED UV AGING

Umit AYATA
Duzce University
Graduate School of Natural and Applied Sciences,
Department of Forest Industry Engineering
Doctoral Thesis
Supervisor: Assist. Prof. Dr. Nevzat CAKICIER
June 2014, 243 pages

The objective of this study, to investigate accelerated UV resistance of water-based varnish layers applied on heat treatment wood (ThermoWood) surfaces. In this study, wood specimens prepared from scotch pine, oak and beech wood species were heat treated according to ThermoWood method at 190°C for 2 hours and 212°C 1 to 2 hours. Following the heat treatment one and two component water-based varnishes were applied in similar layer thicknesses according to manufacturer recommendations. The finished specimens were exposed to UV-A 340 nm fluorescent lamp in a QUV accelerated weathering tester for 144, 288 and 432 hours. At the end of each exposure period color (ΔE , ΔL^* , Δa^* and Δb^*) (ASTM-D 2244-3), brightness (ISO 2813), surface roughness (R_a , R_z and R_{max}) (ISO 4287), surface adhesion resistance (ASTM D 4541), hardness (ANS/ISO 1522) and scratch resistance (EN 15186) values were determined.

According to the results, while the brightness, surface adhesion and surface roughness values of water – based single double component varnish layers on heat – treated wood decrease, color, hardness and scratch resistance values increased.

Keywords: Heat Treatment, UV Aging, Water-Based Varnish

EXTENDED ABSTRACT

DETERMINATION OF THE RESISTANCE OF WATER BASED LAYERS ON SOME HEAT TREATED (THERMOWOOD) WOOD SPECIES AGAINST ACCELERATED UV AGING

Umit AYATA
Duzce University
Graduate School of Natural and Applied Sciences,
Department of Forest Industry Engineering
Doctoral Thesis
Supervisor: Assist. Prof. Dr. Nevzat CAKICIER
June 2014, 243 pages

1. INTRODUCTION:

Different commercial heat treatments generally are known Finland - Thermowood, Holland - Plato Wood, Germany - Oil Heat Treatment, France - Bois Perdure and Rectification. This all thermal applications have very different of process conditions. Wood heat treatment has an industrial process to improve some wood properties. Heat treatment changes wood of color, gloss, physical properties and chemical transformations. Thermal process gives some hazardous to the wood structure. Unfinished heat treatment wood surfaces exposed to weather by ultraviolet light, decay micro-organisms, water, etc. Heat treatment wood exposed to weather can be protected by water based single and double component varnish. Water based varnish performance may vary different on heat treatment woods. The objective of this study, to investigate accelerated UV resistance of water-based varnish layers applied on heat treatment wood (ThermoWood) surfaces.

2. MATERIAL AND METHODS:

Wood specimens prepared from scotch pine, oak and beech wood species were heat treated according to ThermoWood method at 190°C for 2 hours and 212°C 1 to 2 hours. Following the heat treatment one and two component water-based varnishes were applied in similar layer thicknesses according to manufacturer recommendations. The finished specimens were exposed to UV-A 340 nm fluorescent lamp in a QUV

accelerated weathering tester for 144, 288 and 432 hours. At the end of each exposure period color (ΔE , ΔL^* , Δa^* and Δb^*) (ASTM-D 2244-3), brightness (ISO 2813), surface roughness (R_a , R_z and R_{max}) (ISO 4287), surface adhesion resistance (ASTM D 4541), hardness (ANS/ISO 1522) and scratch resistance (EN 15186) values were determined.

3. RESULTS AND DISCUSSIONS:

At the final period of weathering while the red color increased in beech and oak specimens, it decreased in scots pine specimens. The yellow color was reduced at the end of 432 hours weathering period on scots pine specimens varnished with single component varnish and heat treated at 190°C for 2 hours and at 212°C for 1 hour and varnished double component varnish and heat treated at 190°C for 2 hours. The total color value has increased at the end of 432 hours weathering period regardless of wood species used. Depending on heat treatment temperature and duration, all single and double component varnished control specimens gave a reduced total color value. The double component varnish layers resulted in higher pendulum hardness value than single component varnish layers. At the end of 144 hours weathering period pendulum hardness value increased tremendously for all wood species tested. This is believed the effect of heat treatments when the 288 hours weathering results considered pendulum hardness value reduced and at the end of 432 hours weathering the value increased again. Surface glossness reduced at the end of 432 hours weathering period. Adhesion strength of varnish layers affected differently depending on heat treatment temperature and duration. Scots pine for example gave reduced adhesion strength values for single and double component varnishes while the temperature and duration of heat treatment increased. The Surface roughness (R_a) value increased at the end of weathering period for all specimens tested. When the R_a , R_{max} and R_z values are considered for all specimens tested. The single component varnished Surface gave higher values when compared to double component varnish surfaces.

4. CONCLUSION AND OUTLOOK:

According to the results, heat treatment (ThermoWood) changed scotch pine, oak and beech wood species of structure. Water based single and double component varnishes showed different performances on heat treatment wood samples. While the brightness, surface adhesion and surface roughness values of water – based single double

component varnish layers on heat – treated wood decrease, color, hardness and scratch resistance values increased.

1. GİRİŞ

Ağaç malzemenin kullanım yerinde korunmasının gerekliliği asırlar önce kabul edilmiş olup çeşitli önlemlerin varlığı bilimsel literatürlerde (Kurtoğlu 2000, Bozkurt ve diğ. 1993, Korkut ve Kocaefe 2009) çokça telaffuz edilmiştir. Ahşap malzemenin kullanım yerinde ömrünü uzatan önlemler başta insan sağlığı olmak üzere maliyet uygulamaları da dikkate alınarak devamlı bir gelişim göstermektedir.

Bu çalışmalara ait bir uygulama olarak bilinen ısıtma işlemi 1990'lı yıllardan itibaren tüm dünyada geniş bir uygulama alanı bulmuştur. Gerek iç gerek ise dış mekânda kullanılan ahşaba boyutsal stabilite bakımından üstün nitelikler kazandırmasına rağmen dış ortamda oluşan çeşitli çevre faktörlerinin (rutubet, yağış, güneş, vs.) ahşapta hala zararlara neden olması sebebi ile üstyüzey işlemlerine gereksinim duyulmaktadır.

Ağaç malzeme sahip olduğu anatomik ve kimyasal yapısı nedeni ile bazı dış etkilere karşı yeterli dirence ve doğal dayanıklılığa sahip olsa da, dış hava etkilerine uzun süre dayanamaz. Bu nedenle ağaç malzeme, çeşitli kimyasal maddelerle emprenye edilmekte, kullanım yerine uygun çeşitli koruyucu ve katman yapıcı maddelerle üst yüzey işlemleri yapılmakta veya kimyasal olmayan konstrüktif önlemlerle (doğal, biyolojik ve alternatif odun koruması) korunabilmektedir (Kurtoğlu 1984).

Koruyucu katman; mobilya ve dekorasyon elemanlarını fiziksel, mekanik ve kimyasal etkiler ile açık hava şartları ve biyolojik zararlılar gibi etkenlere karşı korumak amacıyla katman yapma özelliğindeki malzemeler kullanılarak; ağaç malzeme yüzeylerinin kaplanması şeklinde hazırlanır ve uygulanır (Sönmez 2000).

Su bazlı vernikler (tek ve çift bileşenli) mobilya imalatında geniş bir kullanım alanına sahip olup farklı malzemelere uygulanabilirliği yönündeki çalışmalar günümüzde de devam etmektedir.

Ahşap malzemeye uygulanan üst yüzey işlemlerinin yaşlanma zamanına bağlı olarak gördüğü tahribat derecesi uygulamanın kalitesi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir.

Yaşlanmaya bağlı olarak ağaç malzeme yüzeyindeki bozunmaların vernik katmanına olan etkileri, ağaç malzemenin doğal dış ortama bırakılarak farklı yaşlanma süreçlerinde vernik katmanında oluşan bozunmaların belirli aralıklarla ölçülmesiyle elde edilmektedir. Bozunma mekanizmasının zamana bırakılarak doğal yaşlanma etkilerinin belirlenmesi işleminin uzun yıllar alması, üretim sürecinin yavaşlaması ve maliyetin artması vernik ve boya imalatçılarının endüstride rekabet şanslarını en aza indirmektedir. Günümüzde hızla gelişen yapay yaşlandırma teknikleri (UV ışınları ile yapılan yaşlandırma vb.) sayesinde doğal yaşlandırmada karşılaşılan bu zorluklar ortadan kalkmıştır (Çakıcıer 2007).

Bu çalışmada; özellikle dış mekânlarda tercih edilmekte olan iğne yapraklı ağaç türlerinden doğrama, mobilya ve dekorasyon endüstrisinde geniş kullanım alanına sahip Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve geniş yapraklı ağaç türlerinden Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) ve Sapsız meşe (*Quercus petraea* L.) deneme materyalleri olarak seçilmiştir.

Çalışma kapsamında Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve geniş yapraklı ağaç türlerinden Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) ve Sapsız meşe (*Quercus petraea* L.) odunu kalaslarına 40 m³'lük ısıtma işlem fırınında piyasaya sunulmak üzere hazırlanan ağaç malzemelerle birlikte ThermoWood yöntemi ile 190°C'de 2 saat ve 212°C sıcaklıkta 1 ve 2 saat süreli ısıtma işlem uygulanmış ve 3 ısıtma işlem varyasyonu oluşturulmuştur.

Farklı sıcaklık ve sürelerde ısıtma işlem görmüş Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) ve Sapsız meşe (*Quercus petraea* L.) odunlarının ısıtma işlem sonrasında sahip oldukları olumsuz özellikleri azaltmak için, üst yüzey işlemlerinde dış mekanda tercih edilen su bazlı tek ve çift bileşenli verniklerin kullanılması tercih edilmiştir.

Bu çalışmanın amaçları,

- ThermoWood metoduna göre 190°C'de 2 saat ve 212°C'de 1-2 saat süreler ve sıcaklıklarda ısıtma işlem görmüş ve endüstriyel uygulamalara uygun olarak firma önerileri doğrultusunda su bazlı tek ve çift bileşenli vernikler ile verniklenmiş Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) ve Sapsız meşe (*Quercus petraea* L.) odunlarından elde edilen vernikli malzemelerin

hızlandırılmış QUV yaşlandırma cihazında 144, 288 ve 432 saat süreleri boyunca UV ışınlarına maruz bırakılarak, yaşlandırma öncesi ve yaşlandırma sonlarında oluşan değişikliklerin hangi aşamalarda başladığına ilişkin tespitler yapmak,

- Farklı sıcaklık ve sürelerde ısıl işlem görmüş Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) ve Sapsız meşe (*Quercus petraea* L.) odunlarının su bazlı tek ve çift bileşenli vernikler ile verniklendikten sonra elde edilen malzemelerin kullanılabilecek olduğu alanlar için fırsat ve kısıtları ortaya koymak,
- Su bazlı tek ve çift bileşenli verniklerin ısıl işlem görmüş ahşap malzemeler üzerinde sahip oldukları performansın belirlenmesine ve uyumun yaygınlaştırılmasına katkıda bulunmaktadır.

1.1. ISIL İŞLEM

1.1.1. Isıl İşlem Hakkında Genel Bilgiler

Isıl işlem, hücre çeperinin polimer bileşiklerinin kimyasal kompozisyonunda kalıcı değişmelerle sonuçlanan fiziksel bir işlemdir. Metodun temel fikri kimyasal reaksiyonların hızlandığı yaklaşık 150°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda ağaç malzemenin ısı ile muamele edilmesidir (Boonstra 2008, Korkut ve Kocaefe 2009).

Isıl işlem görmüş ağaç malzeme, diğer bir ifade ile termal yolla şekilleştirilmiş ağaç malzeme, hücre duvarı malzemesinin kompozisyonu ve fiziksel özellikleri 160°C'den daha yüksek sıcaklığa ve oksijen mevcudiyeti azaltılmış şartlara maruz bırakılarak şekillendirilmiş odun olarak tanımlanır. Böylece odunun en azından bazı özellikleri enine kesiti boyunca kalıcı olarak etkilenecek şekilde değiştirilmiş olmaktadır (TS CEN/TS 15679/2011).

Isıl işlem teknolojileri hızlı büyüyen ve dayanıklılığı düşük iğne yapraklı ve yapraklı ağaç türlerinin kalitesini yükseltmek için ekonomik olarak cazip bir seçenek sunar. Avusturya, Danimarka, Estonya, Finlandiya, Almanya, Hollanda ve İsviçre ülkelerinde 2007 yılı itibarıyla 130,800 m³ ısıl işlem uygulanmış kereste üretimi yapılmıştır. Günümüzde ısıl işlem uygulanmış kerestenin ticari değeri idrak edilmeye başlanılmış

olup ısıtım işlem teknolojileri bir dizi farklı ürünler için rekabet edici bir materyal sunması ile uygun maliyetli olarak görülmektedir (Kocaefe ve diğ. 2008, Korkut ve Kocaefe 2009).

Isıtım işlem uygulaması odunun moleküler yapısının modifiye edilmesine yol açtığından performansını arttırmaktadır. Isıtım işlem uygulaması ile artan potansiyel nitelikler; mantar ve böceklerle karşı biyolojik dayanıklılık, düşük denge rutubet içeriği, daralma ve genişlemedeki azalmaya bağlı olarak artan boyutsal stabilite, artan termal izolasyon kabiliyeti, boya adhezyonu, dış hava şartlarına dayanıklılıkta artma, dekoratif renk çeşitliği ve kullanım süresinde uzamadır. Buna ilave olarak daha düşük kaliteli ağaç türlerine yeni pazar imkânı sunarak bunların daha kaliteli türlere karşı rekabet gücünü arttırmakta ve sürdürülebilir orman kaynaklarını desteklemektedir. Isıtım işlem uygulaması ayrıca kompozit malzemelerde liflere ve kaplamalara; dayanıklılıkta artma, daha büyük bir stabilite, kullanım süresinde artma, ürün emniyetinde iyileşme, daha yüksek fiyat ederine sahip olma ve güvenilirlik gibi özellikler kazandırmaktadır. Strüktürdeki tüm bu değişimler insan ve çevre sağlığına zararlı kimyasallar ilave edilmeksizin elde edildiğinden ısıtım işlem uygulaması emprenyeye ekolojik bir alternatif olarak düşünülmektedir (Enjily ve Jones 2006, Wikberg 2004, Korkut ve Kocaefe 2009).

Avrupa'da yönetimler enerji tüketimini ve CO₂ emisyonunu azaltmak için sürdürülebilir yapı materyallerinin kullanımını teşvik etmektedir. Isıtım işlem uygulanmış kereste; emprenye edilmiş kereste, PVC, alüminyum, çelik gibi diğer materyaller ile karşılaştırıldığında büyük ölçüde çevresel fayda sağlamaktadır. Isıtım işlem uygulaması boyunca kullanılan enerji miktarı ve oluşan CO₂ miktarı özellikle PVC, alüminyum, çelik gibi materyaller ile karşılaştırıldığında düşüktür. Isıtım işlem uygulanmış kereste kullanım süresi bittiğinde enerji istasyonlarında yakıt kaynağı olarak kullanılabilir. Böylece temiz enerji sağlanır ve fosil yakıtların kullanılması durumunda fazla olan CO₂ emisyonu azaltılmış olur. Isıtım işlem uygulanmış kereste yakıldığı zaman yayılan CO₂ miktarı ağaçların büyümesi boyunca sabitlenmiş CO₂ miktarına eşittir (Korkut ve Kocaefe 2009).

Daha az sürdürülebilir materyallerin (emprenye edilmiş kereste, plastikler, metaller ve beton) kullanımını azaltmak için yasalar ve tüketici baskısı ısıtım işlem uygulanmış kereste gibi sürdürülebilir materyallerin kullanımını teşvik eder. Isıtım işlem teknolojileri bunun

yanında ülkenin doğal ve plantasyonlarda yetişen ağaç türlerinden kullanım sürelerinin artması ile daha iyi yararlanma ve ağaç türlerinin potansiyel pazarını artırma olanağı sağlamaktadır. Böylece ısıtılmış kereste hammaddenin sürdürülebilir yönetimine katkı sağlamaktadır (Korkut ve Kocaefe 2009).

Isıtılmış kereste bina dış cephe kaplaması, iç mekân kaplamaları, parke ve döşeme tahtası, park ve bahçe mobilyaları, bahçe çitleri, çocuk oyun alanı, pencere ve pencere panjurları, iç ve dış kapı, sauna ve sauna elemanları, iç mekân mobilyaları ve müzik aletleri yapımında kullanılmaktadır. Isıtılmış kereste yapı endüstrisinde kullanım için büyük bir potansiyeldir. Yüksek biyolojik tehlike şartları altında önemli faktörler olan odunun dayanımı ve boyutsal stabilitesinin ısıtılmış kereste uygulaması ile iyileşmesi önemlidir ve mekanik özellikler üzerine de etkilidir. Yapılarda meydana gelen tipik kuvvetler ve uygulaması, ısıtılmış odunun kırılma davranışı (ani kırılmalar) ve tipik direnç karakteristiklerinin (çekme direnci) hesaba katılmasında dikkatlice düşünülmelidir. Diğer taraftan basınç direnci, sertlik ve rijitlik gibi direnç özelliklerinin iyileşmesi bazı kullanım yerleri için ısıtılmış kerestenin kullanılmasını desteklemektedir (Enjily ve Jones 2006, Korkut ve Kocaefe 2009).

Isıtılmış kereste ile ağaç malzemenin rutubet alışverişinin ve denge rutubeti miktarının azaltılması, çalışmanın en aza indirilmesi, tahrip edici organizmalara karşı biyolojik direncin ve permeabilitenin artırılması ile üst yüzey işlemlerinin performansını yükseltmek amaçlanmaktadır (Tomak ve Yıldız 2010).

1.1.2. Isıtılmış Kereste Metotları

Isıtılmış kereste metotları; eski metotlar ve yeni metotlar diye ikiye ayrılabilir; Eski metotlar; Staybwood (odunun sıkıştırılmayarak yalnız ısı ile boyutsal stabilitesinin sağlanması) ve Staypak (şiddetli bir ısıtma ile sıkıştırılarak stabilize edilen odun)'tır. Yeni metotlar; ThermoWood (Finlandiya), PlatoWood-Lignius-Lambowood (Hollanda), Retification process (Retiwood)-New Option wood-Le Bois Perdure (Fransa), Hot Oil treatment (OHT)-Menz Holz (Almanya), Calignum (İsveç), Thermabolite (Rusya), Huber Holz (Avusturya), Wood treatment technology (WTT) (Danimarka), Westwood (Amerika, Kanada, Rusya) (Sundqvist 2004, Tjeerdsma 2006, Korkut ve Bakangil 2007, Korkut ve Kocaefe 2009).

Avrupa’da çeşitli araştırma grupları yalnız ısı, sıcak yağ, higrotermal (buhar, nem ve ısının aynı anda etki ettiği koşul) ve hidrotermal (sıcak su ile elde edilen ısı enerjisinin kullanımı) esaslı ısı işlem metotları geliştirmişlerdir. Bu metotların arasındaki ana farklar; ağaç türü, ağaç malzemenin yaş veya kuru olması, rutubet içeriği ve boyutlar gibi kullanılan materyale; bir veya iki işlem safhası, ısıtma ortamı, koruyucu gaz olarak nitrojen kullanımı, ısıtma ve soğutma safhaları ve uygulama süresi gibi uygulanan işlem şartlarına ve ısı işlem kazanı ve fırını gibi ısı işlem uygulaması için gerekli ekipmanlara dayandırılmaktadır (Boonstra 2008, Korkut ve Kocaefe 2009, Korkut ve Bakangil 2007).

Avrupa’da son yıllarda geliştirilen ve Avrupa pazarında kabul gören bazı ısı işlem yöntemlerinin temel karakteristikleri Çizelge 1.1’de görülmektedir.

Çizelge 1.1. Bazı ısı işlem yöntemlerinin temel karakteristikleri (Anonim 2013b)

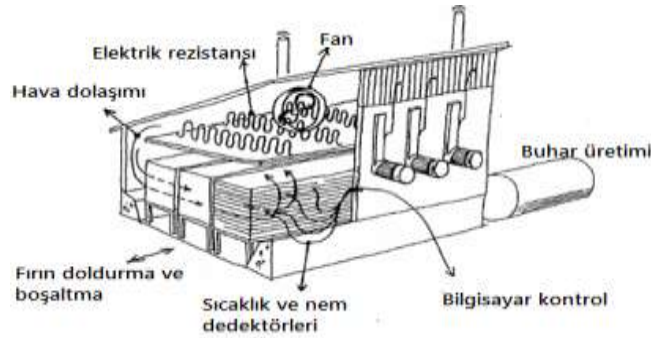
Isıl İşlem Metotları	Ortam	Rutubet Durumu	Sıcaklık (°C)	Uygulama	Ülke
ThermoWood	Buhar	Taze veya hava kurusu ağaç malzeme	150-240	1.Fırın sıcaklığının artırılması ve yüksek sıcaklıkta kurutma safhası 2.Isıl işlem 3.Soğutma ve kondisyonlama	Finlandiya
PlatoWood	Buhar ve hava	Taze veya hava kurusu ağaç malzeme	170-190	1.Ön kurutma 2.Hidrotermoliz 3.Kurutma 4.Isıl işlem 5.Denkleştirme ve Soğutma	Hollanda
Oil Heat treatment	Sıcak yağ	Hava kurusu veya yaklaşık %6	180-220	1.İsıtma ve kurutma 2.Isıl İşlem 3.Soğutma	Almanya
Retification	N ₂	Hava kurusu ağaç malzeme	200-240	1 basamak	Fransa
Bois Perdure	Buhar	Taze ağaç malzeme	200-240	1 basamak	Fransa

Günümüzde bu yöntemler içerisinde ticari amaçlar için en fazla kullanılan “ThermoWood” yöntemidir.

1.1.2.1. ThermoWood Metodu

Finlandiya’da ağaç malzemeye ısı işlem 1990’lı yılların başlarında kurulan bir fabrika ile başladı. VTT tarafından geliştirilen ThermoWood yöntemi ile çalışan fabrika sayısı kısa zamanda arttı ve sekize yükseldi. Aynı zamanda araştırma çalışmaları da devam etti. Son yıllarda ısı işlem görmüş ağaç malzemenin marketlerde yer almaya başlaması nedeni ile üretici gruplar arasında birlikteliği sağlamak ve tüketicileri ısı işlem görmüş ağaç malzeme hakkında bilinçlendirmek için sınıflandırma ve kalite kontrol üzerinde yoğunlaşan çalışmalar yapılmaktadır (Anonim 2012, Korkut ve Bakangil 2007).

ThermoWood yönteminde işlem, yüksek sıcaklıkta su buharı koruması altında yapılır. Isıl işlem şartları, odundaki uçucu bileşik yapılarını harekete geçirerek korozyona sebep olduğundan ısıtma ekipmanları boyasız çelikten yapılır. İlave yüksek sıcaklık; havalandırma tertibatı ve radyatör çözümleri ile güvenlik araçları gerektirir. Isıl işlem uygulamalarında biyoyakıt, fueloil veya gaz kullanılarak yakılan sıcak yağ ısıtma sistemleri ve direkt elektrikli ısıtma sistemi kullanılır. Bunlara ilave ısıtma için gerekli olan buharı üretmek için özel bir buhar üretim sistemi gereklidir (Anonim 2012). Isıl işlem süresince odundan gazın buharlaşması fırınlama metodu ile gerçekleştirilir. Fırınlama metodunun öncelikli amacı odundan buharlaşan bileşiklerin sebep olduğu çevre zararlarını minimuma indirmektir. Sistemde elektrik ekipmanı olarak kereste kurutmada kullanılan ekipmanlar kullanılır. Fırının içerisindeki havanın rutubet içeriğini ve ısıyı saptayan elektrotlara, ayrıca fırının otomatik kontrolü için bir bilgisayara ihtiyaç duyulmaktadır (Anonim 2012). ThermoWood yönteminin uygulandığı bir ısıtma tesisinin şeması Şekil 1.1’de verilmiştir.



Şekil 1.1. ThermoWood yöntemi ısıtma tesisinin şeması (Rapp 2001).

Isıl işlem uygulanacak olan ağaç malzeme çıtalı sandık şeklinde istiflenerek forklift veya raylı sistemler üzerinde ısıtma fırınına nakledilir (Şekil 1.1). ThermoWood yönteminde taze veya hava kurusu rutubete sahip ağaç malzemelere ısıtma uygulaması 3 safhada gerçekleştirilir;

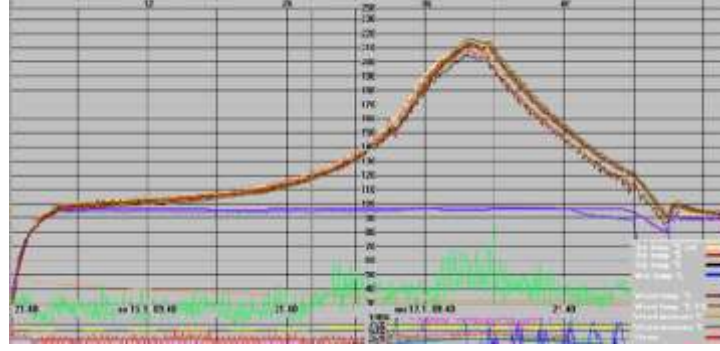
- **Fırın sıcaklığının artırılması ve yüksek sıcaklıkta kuruma safhası:** Fırın sıcaklığı ısı ve buhar kullanılarak hızlı bir şekilde önce 100°C'ye, ardından daha yavaş bir artışla yüksek sıcaklıkta kurutmayı gerçekleştirmek üzere 130°C'ye kadar çıkarılır. Yaklaşık olarak 14-30 saat arasında değişen bu safhada ağaç malzemenin rutubeti yaklaşık olarak %0'a kadar düşürülür.

- **Isıl İşlem safhası:** Yüksek sıcaklık safhasının bitiminde yaklaşık olarak 6-8 saatlik bir zamanda fırın içerisindeki sıcaklık hedeflenen ısıtım sıcaklığı olan 185°C ve 215°C'ye kadar yükseltilir. Ulaşılan ısıtım sıcaklığında uygulamanın yapılma amacına bağlı olarak 0,4 saat ile 4 saat süre ısıtım işlemine devam edilir. Ağaç malzemenin yüksek ısıda zarar görmesini önlemek amacıyla ile fırın içerisine buhar gönderilir.
- **Soğutma ve kondisyonlama safhası:** Su spreyi sistemi kullanılarak ağaç malzemenin sıcaklığı 50°C ile 60°C'ye kadar düşürülür. Bu işleme ağaç malzemenin rutubeti %4-6'ya ulaşmaya kadar devam edilir. Soğutma ve kondisyonlama safhası ısıtım işlemi yapılan ağaç malzemenin kalınlık ve genişliğine bağlı olarak yaklaşık olarak 24 saat ile 30 saat arasında değişmektedir.

ThermoWood işleminde toplam işlem süresi yaklaşık olarak 50 saat ile 80 saat arasında değişmektedir.

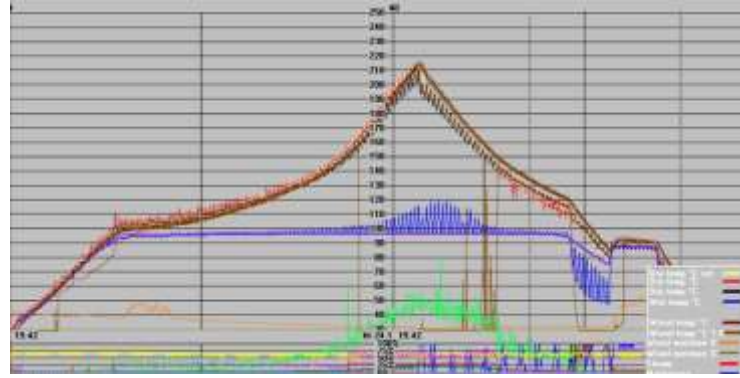
ThermoWood yapılacak ağaç malzeme taze olduğunda, ağaç türüne uygun bir kurutma programı ile ısıtım işlemi öncesi yüksek sıcaklıkta kurutulabilir. Rutubetin %10'dan büyük olduğu durumlarda ısıtım işlemi sırasında ağaç malzeme de pek çok çatlak ve renk farklılıkları meydana gelebilir (Rapp 2001). Sıcaklığın artırılması ve azaltılması sırasında yüzey ve iç çatlaklarını önlemek için ağaç türü ve boyutlarına (genişlik ve kalınlık) göre uygun değerleri içeren bir program uygulanır.

Taze haldeki ağaç malzemenin ısıtım işleminde öncelikle bir kurutma safhası uygulanır ve fırın sıcaklığı hızla 100°C'ye yükseltilir. Taze halde ve 25 mm kalınlığındaki Sarıçam (*Pinus sylvestris*) kerestelerinin yüksek sıcaklıkta kurutulmasında olduğu gibi yaklaşık 25-30 saatlik bir sürede kurutma gerçekleştirilir. Yüksek sıcaklıkta kurutmanın ardından 6-8 saatlik bir sürede sıcaklık sürekli artırılarak esas ısıtım sıcaklığına ulaşılır. Esas ısıtım işlemi sıcaklığında 0,5-4 saat arasında bir sürede ısıtım işlemi gerçekleştirilir ve soğutma-kondisyonlama işlemine geçilir. Soğutma ve kondisyonlama işlemi 24-36 saat arasında bir sürede tamamlanır ve ısıtım işlemi programı bitirilir (Şekil 1.2).



Şekil 1.2. Taze haldeki çam kerestelerinin ısıtma işlemi grafiği (Aytin 2013).

Hava kuru halde ısıtma işlemi uygulanacak ağaç malzeme için ısıtma programının uygulanması farklılık arz etmektedir. Hava kuru 48 mm kalınlığında Sarıçam (*Pinus sylvestris*) kalaslarının ısıtma işlemi grafiği Şekil 1.3'de verilmiştir (Aytin 2013).



Şekil 1.3. Hava kuru çam kerestelerinin ısıtma işlemi grafiği (Aytin 2013).

ThermoWood, Thermo S ve Thermo D olmak üzere iki standart işlem sınıfına sahiptir. Thermo S'deki "S" harfi kararlılık, sağlamlık anlamına gelir. Stabilitate bu işlem sınıfındaki ürünlerin son kullanım yerleri için anahtar özelliktir. Thermo S sınıfında işlem görmüş ağaç malzemenin rutubetten dolayı daralma ve genişleme ortalaması %6-8'dir. Thermo S, EN 113 (1996) standartlarına göre nispeten dayanıklı olarak sınıflandırılır. Çürümeye karşı doğal direnci "SINIF 3" gereksinimlerini karşılar.

Thermo S sınıfı kerestenin üretici firmalar tarafından tavsiye edilen son kullanım alanları Çizelge 1.2'de verilmiştir.

Çizelge 1.2. Thermo S sınıfı kerestenin kullanım alanları (Anonim 2013a).

Thermo S Yumuşak Ağaç	Thermo S Sert Ağaç
Yapı malzemeleri	Döşemecilik
Kuru ortamlardaki döşemecilik	Mobilya
Mobilya	Zemin kaplama
Bahçe mobilyası	Sauna yapıları
Sauna bankları	Bahçe mobilyası
Kapı ve pencere malzemeleri	
Dış cephe kaplama	

Thermo D'deki "D" harfi dayanıklılık anlamına gelir. Dayanıklılık bu işlem sınıfındaki ürünlerin son kullanım yerleri için anahtar özelliktir. Thermo D sınıfında işlem görmüş ağaç malzemenin rutubetten dolayı daralma ve genişleme ortalaması %5-6'dır. Thermo D, EN 113 (1996) standartlarına göre dayanıklı olarak sınıflandırılır. Çürümeye karşı doğal direnci "SINIF 1" gereksinimlerini karşılar.

Thermo D sınıfı kerestenin üretici firmalar tarafından tavsiye edilen son kullanım alanları Çizelge 1.3'te verilmiştir.

Çizelge 1.3. Thermo D sınıfı kerestenin kullanım alanları (Anonim 2013a).

Thermo D Yumuşak Ağaç	Thermo D Sert Ağaç
Dış cephe kaplama	Dış cephe kaplama
İç ve dış kapı	Dış mekân zemin kaplamaları
Kapı pencere kafesi, panjur	Bahçe mobilyası
Çevresel yapılar	Yer kaplamaları (parke)
Sauna ve banyo mobilyası	Bahçe mobilyaları
Zemin döşeme	
Bahçe mobilyası	

Isıl işlem uygulamasında ağaç malzemenin özelliklerinin değişimi üzerine etki esas olarak sıcaklık değerinden kaynaklanmaktadır.

ThermoWood yöntemi ile Avrupa'da Çam (*Pinus sylvestris* L.), Ladin (*Picea abies*), Huş (*Betula pendula*) ve Kavak (*Populus tremula*) ısıl işlem yapılarak piyasaya arz edilmektedir. Ülkemizde Gerede-BOLU'da faaliyet gösteren ve ThermoWood yöntemi ile ısıl işlem yapan Novawood A.Ş. fabrikasında ise yurt dışından getirilen Çam (*Pinus sylvestris* L.), Ladin (*Picea abies*), Iroko (*Chlorophora excelsa*) ve Amerikan dişbudağı (*Fraxinus americana*) ağaçlarına ısıl işlem yapılarak yurt içi ve yurt dışı pazarına sunulmaktadır (Aytin 2013).

ThermoWood yönteminde ısıl işlem sınıflarında ağaç malzemenin özellikleri Çizelge 1.4'de verilmiştir.

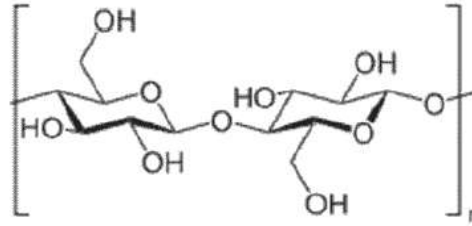
Çizelge 1.4. ThermoWood metodunun ağaç malzemenin özellikleri üzerine etkisinin ısı işlem sınıfları ile özeti (Anonim 2013a).

Özellik/Sınıf	İğne Yapraklı Ağaçlar (Çam ve Ladin)		Yapraklı Ağaçlar (Iroko, Dişbudak, Meşe, Kayın)	
	Thermo S	Thermo D	Thermo S	Thermo D
İşlem sıcaklığı	190°C	212°C	180°C	200°C
Dayanıklılık	+	++	Nötr	+
Boyutsal stabilite	+	++	+	+
Eğilme direnci	Nötr	-	Nötr	-
Renk koyulaşması	+	++	+	++

1.1.3. Isıl İşlem Görmüş Odunda Meydana Gelen Değişiklikler

1.1.3.1. Odunun Kimyasal Özellikler Üzerine Isıl İşlemin Etkisi

Odun düşük moleküllü bileşiklerden polimerik bileşiklere kadar kompleks bir yapıya sahiptir. Isıl işlem uygulaması süresince odunun fiziksel ve mekanik yapısında meydana gelen sayısız değişimleri anlamak için odunun kimyasal bileşimini, yapısını oluşturan ana bileşenlerin temel karakteristiklerini ve fiziksel özelliklerini çok iyi bilmek gerekmektedir. Selüloz odunun tam kuru ağırlığına oranla %40-45'ini oluşturmaktadır. Selüloz molekülü dallanmamış, rijit zincir yapılı ve β (1→4) glikozidik bağ ile bağlanmış anhidro-D-glikopiranoz halka ünitelerinden oluşmuş uzun ve düz polimerdir. Her bir glikoz ünitesi C2, C3 ve C6'da hidroksil (OH) gruplarına sahiptir (Sjöström 1993, Korkut ve Kocaefe 2009).



Şekil 1.4. Selülozun moleküler yapısı (Sjöström 1993).

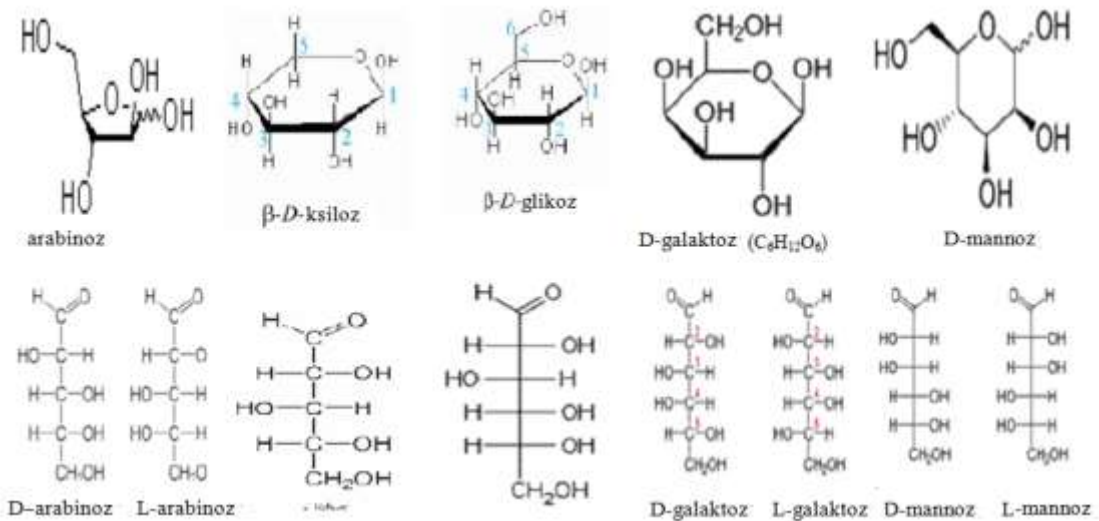
Protofibrillerdeki selüloz molekülleri birbirleri ile hidroksil ve hidrojen arasında hidrojen bağları ile bağlanmışlardır. Hidrojen bağları ayrıca molekül zincirlerine rijitlik sağlamak amacıyla moleküller içinde de bulunmaktadır. Selülozun birbirine yakın katmanları arasında ayrıca van der waals bağları da etkilidir (Sjöström 1993, Korkut ve Kocaefe 2009).

Selülozun kristallenme derecesi %60-70 arasında değişmektedir. Kristalimsi selüloz çok sınırlı bir su ve kimyasal çekime sahiptir. Bu nedenle kimyasal saldırılar öncelikli

olarak amorf selülozda ve kristalimsi yüzeylerde meydana gelir. Selüloz orta lamelde yaklaşık %14, sekonder hücre çeperinin S1 tabakasında %35 ve S2 tabakasında %60 oranında bulunur (Sjöström 1993, Korkut ve Kocaefe 2009).

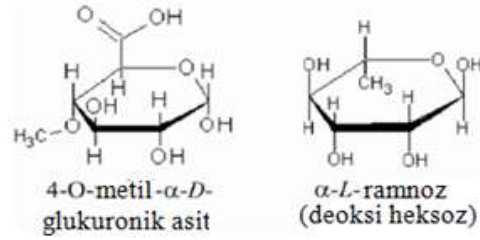
Selüloz öncelikli olarak yüksek polimerizasyon derecesi (DP=5000-10000) ve düz kristalimsi yapısı nedeniyle odunun direncinden sorumludur. Üniteleri arasında ve piranoz halkası içerisindeki kovalent bağlar sebebiyle çekme gerilmelerine son derece direnç göstermektedir. Selüloz liflerinin çekme direnci polimerizasyon derecesi 80 ve altında iken düşük, polimerizasyon derecesi 300 oluncaya kadar doğrusal olarak artmakta ve bu değerün üstünde oldukça az bir artma görülmektedir (Sjöström 1993, Korkut ve Kocaefe 2009).

Odun hemiselülozları, odunun tam kuru ağırlığının %20-30'unu oluşturur ve öncelikle D-glikoz, D-galaktoz ve D-mannoz gibi 6 karbonlu (heksoz) ve L-arabinoz ve D-ksiloz gibi 5 karbonlu (pentoz) halka şeklindeki çeşitli basit şeker ünitelerinden oluşan dallanmış amorf polimerlerdir. Orta lamelde %27, sekonder hücre çeperinin S1 tabakasında %35 ve S2 tabakasında yaklaşık %15 oranında bulunur. İğne yapraklı ağaçlarda %20 galaktoglukomannan ve %5-10 arabinoglukoronoksilan ve yapraklı ağaçlarda %15-30 glukoronoksilan ve %2-5 glukomannan ana hemiselülozları oluşturur. İğne yapraklı ağaçlarda basınç odununda yaklaşık %10 oranında galaktan vardır. Ksilanlar glukomannanlardan farklı olarak asidik gruplar (glukuronik asid) içerir ve moleküler yapısı selüloza benzer (Sjöström 1993, Korkut ve Kocaefe 2009).



Şekil 1.5. Hemiselülozların pentoz ve heksoz monomerleri (Sjöström 1993).

Bazı hemiselüloz polimerlerinde az miktarda 4-O-metil- β -D-glukuronik asit gibi şeker asitleri içerir. Bazı odun türlerinde ise az miktarda α -L-ramnoz gibi deoksi-şekerler bulunur (Sjöström 1993, Korkut ve Kocaefe 2009).



Şekil 1.6. 4-O-metil- β -D-glukuronik asit ve α -L-ramnoz (Sjöström 1993).

Hemiselülozlar düz zincir omurgasına sahip fazla sayıda dallanmış ve selüloza göre polimerizasyon derecesi düşük (100-200) bir yapıya sahiptir. Selüloz zincirlerinin amorf bölgelerinde bulunur ve lignin ile yakın ilişki içerisindedir. Selüloz ve lignini bağlayıcı materyal olarak görülmekte ve hücre çeperinin yoğunluğunu arttırmaktadır. Ana zincirdeki monomer üniteleri birbirleri ile bir glikoz yapı taşının C1 atomu onu izleyen glikoz molekülünün C4 atomuna oksijen köprüsü ile bağlanması şeklinde olan ve β (1 \rightarrow 4) olarak ifade edilen glikozidik bağ (eter bağı -C-O-C-) ile bağlanır. Hemiselüloz şekerleri lignin polimerine ise kovalent bağla bağlanmıştır. Hemiselüloz ve selüloz zincirleri arasında ve hemiselüloz zincirleri içinde hidrojen bağları mevcuttur (Sjöström 1993, Korkut ve Kocaefe 2009).

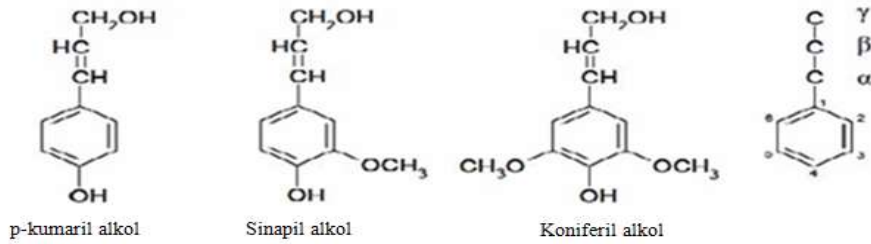
Çizelge 1.5. İğne yapraklı ve yapraklı ağaçlarda hemiselüloz yapısı (Theander ve Nelson 1988).

İğne Yapraklı Ağaçlar	Yaklaşık %10 galaktan (basınç odunu)	β -D-galaktopiranozlironik asit β -D-galaktopiranoz	%5 temel zincir ünitesi kenar grupları (1 \rightarrow 6) bağları Temel zincir ünitesi
	%5-10 Arabino glukronoksilan	β -D-ksilopiranoz 4-O-metil- α -D-glukuronik asit α -L-arabinofuranoz	Temel zincir ünitesi %20 temel zincir ünitesi kenar grupları (1 \rightarrow 2) bağları %13 temel zincir ünitesi kenar grupları (1 \rightarrow 3) bağları
	%20 Galakto glukomannan	β -D-glukopiranoz β -D-mannopiranoz α -D-galaktopiranoz	O2 ve O3 asetillenmiş %25-35 temel zincir ünitesi %80-60 β -D-mannopiranoz %2-20 temel zincir ünitesi kenar grupları (1 \rightarrow 6) bağları
Hemi-selüloz	β - (1-4 \rightarrow) bağları		
	Heterojen	Hegsozlar Alduronik asit Pentozlar	
	10000-30000 g/mol		
Yapraklı Ağaçlar	% 15-30 glukuronoksilans	β -D-ksilopiranoz 4-O-metil- α -D-glukuronik asit	O2 ve O3 asetillenmiş %70 temel zincir ünitesi Kenar grupları (1 \rightarrow 2) bağları
	%2-5 glukomannan	β -D-glukopiranoz	%50-70 β -D-mannopiranoz
		β -D-mannopiranoz	

Hemiselülozlar selüloz mikrofibrillerinin yüzeylerine bağlıdır ve mikrofibriller arasını doldurmaktan kaçınırlar. Bu düzenleri ile çözücüler ve suya karşı selüloza nazaran daha hassastır. Lignin konfigürasyonunda geniş bir değişim ile üç boyutlu aromatik amorf bir polimer olup hücre çeperinin en hidrofobik bileşenidir. Karbonhidratların etrafında ve üzerinde kabuk bağlama birimi olarak görülür (Sjöström 1993, Korkut ve Kocaefe 2009).

Odunda lignin miktarı %20-40'tır. Lignin fenolik bir bileşik olup lignin biyosentezinin ilk basamağı olarak hidroksil (OH) ve metoksi (OCH₃) ikame eden para-kumaril alkol, koniferilalkol ve sinapil alkol gibi fenil propan unite tipleri farklı olarak bağlanmış asimetrik yapı olarak düşünülebilir (Sjöström 1993, Korkut ve Kocaefe 2009).

Siringil üniteleri C3 ve C5'te 2 adet metoksi grubuna, guayesil üniteleri C3'te 1 adet metoksi grubuna ve p-hidroksifenil ünitelerinde ise metoksi grubuna rastlanmaz. Aromatik halkaya bağlı serbest fenolik grup her uç fenil propan tipinde de C4'te bulunur. Serbest fenolik gruplarının mevcudiyeti lignin bozunma oranını açık olarak desteklemektedir. İğne yapraklı lignininde fenil propan ünitesinin %10-30'u ve yapraklı ağaçlarda %9-15'i fenolik (OH) grup içermektedir (Sjöström 1993, Korkut ve Kocaefe 2009).



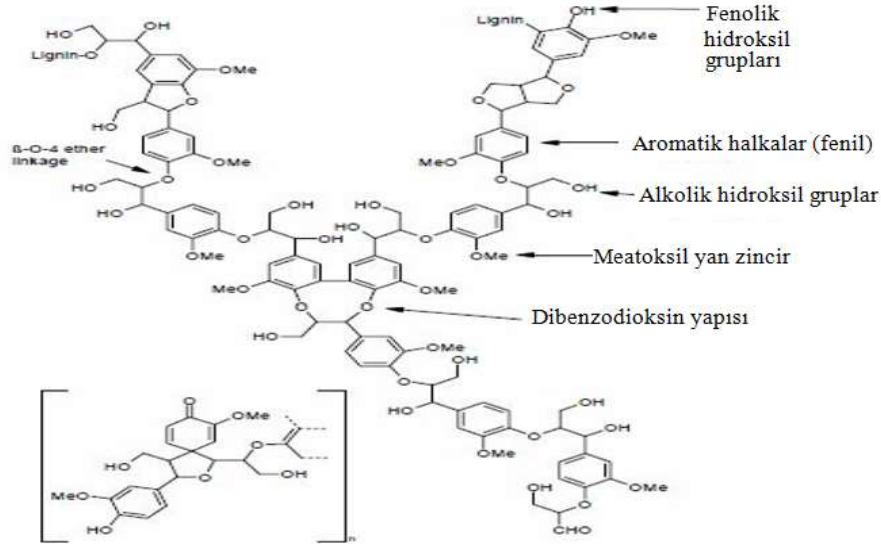
Şekil 1.7. Lignin ana yapısındaki fenil propan monomer üniteleri (Sjöström 1993).

İğne yapraklı ağaç türleri lignini başlıca guayasil üniteleri ve az miktarda phidroksifenil ünitelerinden oluşmaktadır. P-hidroksifenil üniteleri esasen basınç odununda ve orta lamelde bulunmaktadır. Yapraklı ağaç türleri lignini siringil ve guayasil ünitelerinden oluşur. Lignin ünitelerini bağlayan kimyasal bağlar esas olarak eter bağları (-C-O-C-) ve karbon-karbon bağlarıdır. En yaygın eter bağı β-karbon ve komşu fenil propan ünitesinin O4 arasındaki β-aril eter bağı (yaklaşık %35) olup ayrıca lignin yapısında α-aril eter ve α-O-4 bağları da vardır. Genelde eter bağları karbon-karbon bağlarına nazaran kimyasallar ve ısı ile çok daha fazla kararsız ve hassastırlar (Sjöström

1993, Korkut ve Kocaepe 2009).

Çizelge 1.6. İğne yapraklı ve yapraklı ağaçlarda lignin yapısı (Fengel ve Wegener 1989a).

İğne Yapraklı Ağaçlar	P-Hidroksifenil	%5-20 orta lamelde bol miktarda		
		%20-25 basınç odununda bol miktarda		
	Temel Guayasil üniteleri	Metoksi grupları ünitelerinde yaklaşık 0,9		
	%10-30 fenolik grup üniteleri			
	Zincir Türleri	%4-5, α -aril eter bağları		
	%35-60, β -aril eter bağları			
	%4'den küçük, 4-O-5 eter bağları			
	%19-25 karbon-karbon bağları	β -5 bağları		
		5-5 bağları		
		β - β bağları		
		β -1 bağları		
Lignin	Amorf polimer			
	MW:10 ³ -10 ⁵ g/mol	Metoda bağlı		
	Fenilpropan	Guayasil Siringil P-Hidroksifenil		
Yapraklı Ağaçlar	Guayasil ve Siringil Predominate	Oran yaklaşık 1:1		
		Metoksi grupları (yaklaşık 1:4)		
	%9-15 fenolik grupların ünitesi			
	Zincir Türleri	%7, α -aril eter bağları		
		%50-70, β -aril eter bağları		
%7, 4-O-5 eter bağları				
%15-22 karbon- karbon bağları		β -5 bağları		
	5-5 bağları			
	β - β bağları			
	β -1 bağları			



Şekil 1.8. Ligninin yapısal modeli (Brunow 2001).

Orta lamel %60 oranında lignin içermesine rağmen sekonder hücre çeperi S1 ve S2 tabakalarında aynı oranlarda olmak üzere %27-30 oranında lignin içermektedir. Hücre çeperi köşelerinde lignin oranı çok yüksektir. Lignin selüloz fibrillerini birlikte tutar ve hücre çeperi içerisinde selüloz moleküllerinin sertleştirme birimi olarak hareket eder. Ayrıca karbonhidratlara su ulaşımını sınırlar ve bu nedenle odunun hidrojen bağlı yapısı

üzerine suyun etkisi daha az olur (Sjöström 1993, Korkut ve Kocaefe 2009).

Odun bileşenlerinin hidroksil (-OH) ve fenil grupları (C₆H₅-) reaktif (kimyasal tepkimeye açık) iken selüloz ve hemiselülozda bulunan eter grupları fazla reaktif (kimyasal olarak aktif) değildir. Özellikle hemiselüloz ve ligninin hidroksil grupları önemli rol oynarken selülozun hidroksil grupları reaksiyon mekanizmasına daha az dâhil olur. Isıl işlem sonucu genellikle hemiselülozun bozunması ile ortaya çıkan organik asitlerin etkisi ile odunun lignin-polisakkarit kompleksi yarılr (Kocaefe ve diğ. 2008, Korkut ve Kocaefe 2009).

Higroskopisite (havadan rutubet absorbe etme yeteneği)'deki bu değişim karakteristiktir ve başta hemiselüloz olmak üzere odun bileşenlerinin kimyasal modifikasyonuna ve odun kristallenme derecesindeki fiziksel değişmelere dayandırılmaktadır. Higroskopisitedeki azalma odundaki hidrofilik bölgelerin (özellikle karbonhidratların hidroksil grupların) sayısındaki azalma ile ilgilidir. Isıl işlem uygulamasından sonra karbonhidratların bozunması ile su absorbe eden hidroksil gruplarının konsantrasyonundaki azalma daha düşük su alımı ve absorpsiyonu ile sonuçlanır. (Kocaefe ve diğ. 2008, Korkut ve Kocaefe 2009).

Odun ısıya maruz kaldığında hidroliz ile asetillenen hemiselülozdan asetik asit oluşur. Serbest kalan bu organik asit hemiselülozun çözümlenebilir şekerlere hidrolizinde bir katalizör olarak görev yapar. Ek olarak amorf bölgedeki selüloz mikrofibrilleri asetik asit tarafından depolimerize olur ve bu da daha sonra selülozu kırarak daha kısa zincirlere dönüştürür. Ligninin plastikleşmesi ve odunun lignoselülozik polimerik bileşiklerinin yeniden yapılanması ısıl işlem uygulanmış odunun artan hidrofobik karakteristiğini açıklayan diğer bir görüş olarak ortaya çıkmaktadır. Isıl işlem uygulanmış odunda başta hemiselüloz olmak üzere karbonhidratların depolimerizasyonu serbest hidroksil gruplarını içeren hidroksil gruplarının toplam miktarındaki azalma ile sonuçlanmaktadır (Kocaefe ve diğ. 2008, Korkut ve Kocaefe 2009).

Hemiselülozlar ısıl işlem süresince hidroliz reaksiyonları tarafından oligomer ve monomerlere depolimerize olur. Isıl işlem süresi ve sıcaklığı hemiselüloz bozunmasını etkileyen iki önemli faktördür. Sıcaklık ve süredeki artmaya bağlı olarak arabinoz ve galaktoz gibi yan zincir bileşenleri ayrılır ve bunu mannoz glikoz ve ksiloz gibi ana

bileşenlerin bozunması izler. Pentoz ve heksozlar sırasıyla furfural ($C_5H_4O_2$) ve hidroksimetilfurfural ($C_6H_6O_3$)'a dehidrate olur. Ayrıca formaldehid (CH_2O) gibi diğer aldehydler ($O=CH-$) ligninde $C\gamma$ 'den bölünmede olduğu gibi karbonhidratların $C6$ 'dan bölünmesi sebebiyle bulunur. Bundan başka hemiselülozun asetil yan zincirlerinden asetik asit ayrılır ve odunun asetil ($COCH_3$) içeriği azalır. Hemiselülozun daha az higroskopik olan furfural polimerlerine hidrolize olması boyutsal stabiliteyi arttırmakta ve denge rutubet miktarını azaltmaktadır. İlâveten yüksek sıcaklıkta rutubet içeriği odun bileşenlerinin depolimerizasyon işlemini kuvvetlice katalize eder (Boonstra 2008, Korkut ve Kocaefe 2009).

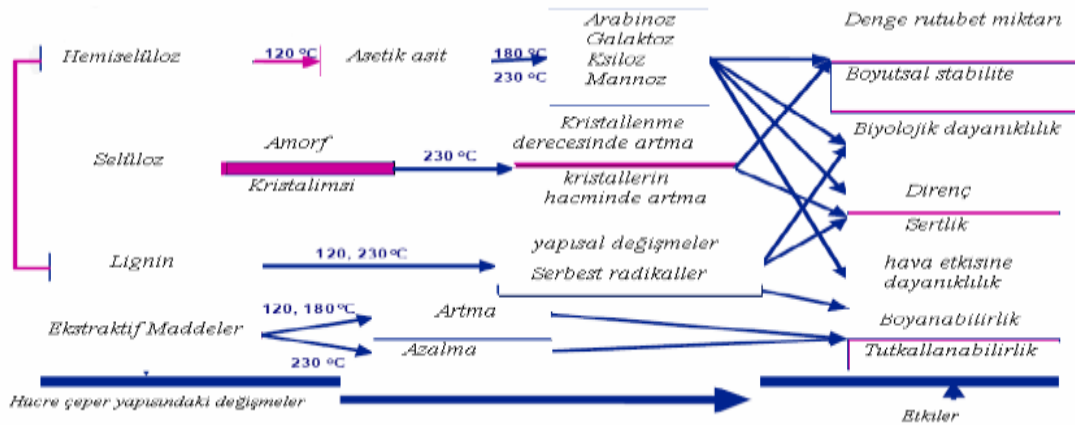
165-185°C gibi düşük sıcaklıklarda selülozun bozunması sınırlıdır. Selüloz yüksek derece de (%60) düzenli kristalimsi yapıya sahiptir ve bu da selüloz zincirlerine yüksek bir stabilite katmakta ve onları hidroliz (molekülün bir su molekülü ilavesiyle iki parçaya ayrılması) süresince asit saldırısına karşı korumaktadır. Kristalimsi selülozun hidroksil gruplarının fiziksel olarak bloke edilmiş olması reagent uygulamasına tepki vermesini engeller. Diğer taraftan amorf selülozun hidroksil grupları reaksiyon mekanizmasına dâhil olabilir (Hill 2006, Korkut ve Kocaefe 2009).

Odun bileşenleri içerisinde lignin ısıya karşı en iyi karşı koyabilendir. Sıcaklık ancak 200°C'yi aştığı zaman lignin kütlesinde azalma ve β -aril-eter bağları kırılmaya başlar. Yüksek sıcaklıklarda ligninin metoksi içeriği azalır ve yoğunlaşmamış ünitelerinden bazıları difenilmetan tipi ünitelere dönüşür. Defenilmetan tipi yoğunlaşma 120-220°C aralığında tipik bir reaksiyon olup renk, reaktivlik ve çözünme gibi lignin özellikleri üzerine önemli bir etkiye sahiptir. Isıl işlem süresince lignin bozunmaya aynı zamanda kondenzasyon veya polimerizasyon reaksiyonlarına uğramaktadır. Lignin ve hemiselüloz arasındaki kovalent bağlar (atomlar arasında veya atomlar ile diğer kovalent bağlar arasında elektron çiftlerinin paylaşılması) kırılır ve yüksek reaktivlikle düşük molekül ağırlığında lignin parçaları üretilir (Boonstra 2008, Korkut ve Kocaefe 2009).

Isıl işlem süresince ligninin aromatik çekirdeği $C3$ pozisyonunda metoksi ($-O-CH_3$) gruplarının çok daha muhtemel demetoksilasyon veya demetilasyonu (bir molekülde metil gruplarının (CH_3) kaldırılması) gibi görünür. Bu, reaksiyon için uygun aromatik lignin bölge sayısının artmasına neden olur ve ligninin aromatik çekirdeğinin reaktivliğini artırır (Boonstra 2008, Korkut ve Kocaefe 2009).

İki fenololik çekirdeği bağlayan metilen (-CH₂) köprülerinde artma olmaktadır. Formaldehid ve furfuraldehid bu metilen köprülerinin oluşumuna katkıda bulunur. Lignin O₄'te ayrılır ve bazı lignin ünitelerinin Ca'da diğer lignin ünitelerinin fenolik çekirdeğin üzerinde serbest reaktif bölgeler ile şekillenmiş reaktif metilen gruplarının otokondenzasyonunu takiben meydana geldiği görülür (Boonstra 2008, Korkut ve Kocaefe 2009).

Isıl işlem uygulanmış kerestenin reaksiyon mekanizması aşağıda Şekil 1.11'de gösterilmiştir.



Şekil 1.9. Isıl işlem uygulanmış kerestenin reaksiyon mekanizması (VTT 2001, Korkut ve Kocaefe 2009).

Isıl işlem uygulaması süresince odunun karbon ve lignin içeriği özellikle daha yüksek hemiselüloz içermesi nedeniyle yapraklı ağaçlarda artmaktadır. Ligninin eter zinciri piroliz süresince daha kolay kopar. 200°C'den 250°C'ye kadar CO₂ ve diğer bileşikler ligninden ayrılır, 250°C'den 400°C'ye kadar polimerleşme eğilimli fenolik ve nötral yağlar üretilir ve ligninin ısı bozunması yaklaşık 270°C'de ekzotermik (ısıveren) olur. Lignin fraksiyonundaki değişimler metoksil içeriğindeki azalmalar olarak saptanmıştır (Kocaefe ve diğ. 2008, Korkut ve Kocaefe 2009).

Funaoka ve diğ. (1990) 120-220°C arası sıcaklıkta ısı işlem uygulaması süresince özellikle kerestenin rutubet içermesi durumunda ligninin başlıca difenilmetan tipi kondenzasyona uğradığını ifade etmiştir.

Lignin, kendi çapraz bağlanma reaksiyonlarında odun bileşenleri arasında en fazla reaktif olarak görülür. Ligninin hidroksil (-OH) ve metoksi (-O-CH₃) grupları propan üniteleri üzerine yerleşmiştir fakat ilaveten aromatik halka (fenil grupları (C₆H₅-) ile de

bağlantılıdır (Boonstra 2008, Korkut ve Kocaefe 2009).

Fenol grupları (C_6H_5OH) benzenler gibi ara ürün katyonu oksijen atomunun serbest elektron çifti tarafından stabilize edildiği için reaksiyonların aktifleşmesine rağmen aynı elektrofilik ikame reaksiyonları gösterir. Bir metoksi grubu ayrıca fenil gruplarının elektrofilik aromatik ikame reaksiyonlarını oksijen atomunun elektron saklama etkisi nedeniyle aktifleştirir. Fenol (C_6H_5OH) alkalik ortamda fenolat anyonuna dönüşür ve farklı reaksiyonlar [metil iyodür ile SN_2 reaksiyonu, asetil klorür ile nükleofilik (elektron verip protonlarla tepkimeye yatkınlık) asil (RCO) yer değiştirmesi] gösterir. Fenolat anyonu ayrıca aromatik halkanın orto ve para bölgeleri üzerine negatif şarj mezomeri nedeniyle karbanyon olarak hareket eder. Örneğin fenolat anyonunun formaldehid ile reaksiyonu orto ve para benzil alkol formasyonu ile sonuçlanır. Bu daha çok yüksek çapraz bağlı polimer olarak tepki gösterir (bakalit) (Boonstra 2008, Korkut ve Kocaefe 2009).

1.1.3.2. Fiziksel Özellikler Üzerine Isıl İşlemin Etkisi

Odunun ısı işleme tabi tutulması onun su adsorpsiyonunu önemli derecede azaltır. Odun karbonhidratlarında serbest hidroksil gruplarının mevcudiyeti ve/veya erişilebilirliği su adsorpsiyon ve desorpsiyonunda önemli rol oynamaktadır. Isıl işlem uygulaması sonucu serbest hidroksil gruplarına erişilirlikte azalma olması şüphe götürmeyecek kadar aşikârdır. Bunun sebepleri ise; serbest hidroksil gruplarının toplam miktarında azalmaya neden olan karbonhidratların özellikle hemiselülozun depolimerizasyonu, hidroksil gruplarının su moleküllerine kolay erişemediği kristalimsi selülozun nispi oranındaki artma ve serbest hidroksil gruplarının suya erişebilirliğini engelleyen lignin ağının çapraz bağlanmasıdır (Hill 2006, Korkut ve Kocaefe 2009).

Odunun direnç özelliklerini bağlı su kuvvetlice etkilemektedir. Artan bağlı su miktarı hücre çeperinin organik polimerleri arasındaki hidrojen bağı azaltır veya engeller. Direnç kovalent bağ ve polimer içi hidrojen bağları ile ilgili olduğu için odunun direnç özellikleri bağlı su miktarının artması ile azalmaktadır. Isıl işlem uygulanmış odun daha az higroskopik olması ve maksimum bağlı su miktarının azalması sonucu ısı işlem direnç özellikleri üzerine pozitif bir katkı yapmaktadır (Hill 2006, Korkut ve Kocaefe 2009).

Isıl işlem uygulaması boyunca odunda ağırlık ve buna bağlı olarak yoğunluk açık bir biçimde değişmeye uğramaktadır. Isıl işlem uygulamasından sonra odun yoğunluğundaki azalmaların ana sebepleri; ısı işlem süresince başta hemiselüloz olmak üzere odun bileşenlerinin buharlaşan uçucu ürünlere dönüşmesi, ekstraktif maddelerin buharlaşması ve ısı işlem uygulaması ile odunun daha az higroskopik olması sonucu daha düşük denge rutubet miktarıdır. Isıl işlem uygulamasından sonra daha düşük bir yoğunluk direnç özelliklerinde bir azalmayı gerektirse de bu yargı prematüredir. Odunsu materyal ve ağırlık kayıpları ile ilgili olarak odun ana bileşenlerinin bozunması iç gerilmelerin daha az moleküler materyal üzerine dağıtılmasına neden olduğu için direnç özelliklerini azaltır. Diğer taraftan daha düşük rutubet içeriği direnç pozitif etkiye sahiptir ve kütle kayıplarının etkisini azaltır (Boonstra 2008, Korkut ve Kocaefe 2009).

Isıl işlemin en dikkat çekici etkilerinden birisi histerezin tipik sigmoid eğrileri korunurken higroskopisitenin azaltılmasıdır. Histerezin pozitif etkisi bağlı nemdeki düşük değişimin ısı işlem uygulanmış odunun rutubet içeriğinde derhal bir değişme yapmamasıdır. Bu özellik ısı işlem uygulanmış odunun boyutsal stabilitesine katkıda bulunur. Çünkü odun su adsorpsiyonu ve desorpsiyonu nedeniyle genişleme ve daralmaya uğramaktadır. Bundan başka su adsorpsiyonundaki azalma odunun tüm daralma ve genişlemesini azalttığından onun boyutsal stabilitesini arttırmaktadır. Genelde ısı işlem uygulanmış odun düşük daralma ve genişleme değerleri ile oldukça hidrofobiktir. Odunun higroskopisitesi sıcaklık ve süre gibi ısı işlem şartlarından etkilenmektedir. Özellikle ısı işlem sıcaklığı çok etkili bir parametre olmaktadır (Boonstra 2008, Korkut ve Kocaefe 2009).

1.1.3.3. Renk Üzerine Isıl İşlemin Etkisi

Renk estetik bir konudur. Isıl işlem uygulaması süresince odunda meydana gelen oksidatif ve hidrolitik (hidrolizle ilgili) renk değişim reaksiyonlarının sonucunda ahşabın rengi koyulaşır. Bu renk değişimi özellikle yapraklı ağaçlarda pozitif bir etki olarak görülür. Renk ısı işlem uygulanmış yapraklı ağaçlara ısı işlem uygulanmamış olanlara göre daha tercih edilir. Özellik katmasından dolayı yeni pazar potansiyeline sahip olma özelliği kazandırır. Renk ayrıca termal bozunma sebebiyle kimyasal değişme, kütle ve direnç kayıpları gibi farklı özelliklerdeki değişimler neticesinde ısı işlem uygulamasının kalitesini belirleme potansiyeline sahiptir (Johansson 2005, Korkut ve Kocaefe 2009).

Kahverengi ısıtıl işlem uygulanmış kerestelerin kullanımını sınırlar veya destekler. Isıl işlem uygulaması sonucu tipik odun dokusu hala görülebilir veya hatta belirgin hale gelebilir. Literatürde ısıtıl işlem uygulaması süresince odundaki renk değişmelerinin kimyasal sebepleri tam olarak tanımlanamamıştır. Ancak bu konuda yapılan çalışmalarda renk değişmelerinin ana sebepleri olarak hemiselüloz, lignin ve bazı ekstraktif maddelerin bozunması gösterilmiştir. Isıl işlem uygulamasında sıcaklık ve süre uzadıkça ahşabın renk koyuluğu artmaktadır (Nuopponen 2005, Korkut ve Kocaefe 2009).

1.1.3.4. Yaşlanma ve UV-Direnci Üzerine Isıl İşlemin Etkisi

Isıl işlem uygulanmış kerestenin yüzeyleri doğal olarak güneş ışığı, yağmur ve rüzgâr etkisi nedeniyle hava etkilerine (yaşlanma) uğramaya meyillidir. Bu durum kerestenin dayanıklılığını etkilemez fakat odun yüzeyleri belli bir süreden sonra grileşir. Bu renk değişimi ısıtıl işlem uygulanmış kereste yaşlanma öncesi koyu kahverenginde olduğu için ısıtıl işlem uygulanmamış keresteye göre çok daha aşikârdır. Isıl işlem uygulanmış paneller direkt olarak gün ışığına (ultraviyole radyasyonuna) maruz kalırsa yüzeylerde ufak çatlaklar oluşur (Viitaniemi ve diğ. 2002, Korkut ve Kocaefe 2009).

Isıl işlem uygulanmış panellere pigment içeren yüzey işlemlerinin uygulanması yüzey çatlaklarını gidermek bakımından iyidir. Isıl işlem uygulanmış materyal doğal hava şartlarına maruz kaldığında yağmurla taşınan kirler veya havadaki mantarlar nedeniyle malzeme yüzeyinde küflenme görülmektedir. Yüzey işlemi uygulanmamış malzeme doğal çevre şartlarına maruz kalması sonucu mantarlar görülebilir fakat bu yalnızca yüzeyseldir ve silerek veya kazıyarak kaldırılabilir (Viitaniemi ve diğ. 2002, Korkut ve Kocaefe 2009).

Pigmentsiz veya düşük organik uçucu bileşikleri içeren boya ve yağlar ısıtıl işlem görmüş malzemeyi dış hava şartlarına karşı korumaz. Bu kaplamalar zamanla aşınır. Paneller düşük organik uçucu bileşikleri içeren boya ile kaplanırsa şiddetli çatlama eğilimi gösterir. Isıl işlem uygulanmış malzeme çatlama, solma ve yüzey çalışmasını önlemek için mantar ve dış hava etkilerine karşı kaplanmalıdır. Kullanıcılar ahşabın koyu renk ve tekstürünün görülebilmesi için saydam veya yarısaydam kaplamaları tercih ederler. Maalesef bu kaplamalar opak kaplamalara göre daha düşük performansa sahiptir. Kaplı malzemede küflenme ve mavi renklenme meydana gelmemektedir. Dış kaplama ve

doğrama uygulamalarında iyi bir kaplamanın seçilmesi ve uygun ısıl işlem metodunun kullanılması yüksek performans elde edilmesini sağlar (Viitaniemi ve diğ. 2002, Korkut ve Kocaefe 2009).

1.1.3.5. Yüzey İşlemi ve Boyanma Kabiliyeti Üzerine Isıl İşlemin Etkisi

Isıl işlem uygulaması ile reçine ağaç malzemedeki uzaklaştığı için budaktan boya yüzeylerine reçine sızma riski azalmaktadır ve bu sebeple yüzey işlemlerinden önce budakların verniklenmesi gerekli değildir. Yağ bazlı maddeler ile ısıl işlem uygulanmamış malzemelerde olduğu gibi çalışılabilir. Su bazlı maddeler ile çalışılacağı zaman ısıl işlem uygulanmış ağaç malzemenin ısıl işlem uygulanmamış ağaç malzemeye nazaran daha düşük su absorpsiyonuna sahip olduğu unutulmamalıdır (Boonstra 2008, Korkut ve Kocaefe 2009).

Su bazlı sistemler ile çalışma yavaş kurumalarından dolayı oduna nüfuz etmeleri için yeterli zaman olması durumunda uygun olmaktadır. UV-sertleşen renklendiriciler ve lakeler, yağlar ve balmumu kadar iyi sonuçlar vermektedir. Isıl işlem uygulanmış ağaç malzemelerde yüzey işlem uygulamalarında ağaç malzeme sıcaklığı, rutubet içeriği ve yüzey temizliği gibi doğru çalışma şartlarına daima dikkat edilmelidir (Boonstra 2008, Korkut ve Kocaefe 2009).

Isıl işlem uygulanmış kerestenin yüzeyleri estetik amaçlar veya yaşlandırma için boyanabilir. Boyama sistemlerinin penetrasyon ve yüzeye yapışma direnci ısıl işlem tarafından etkilenir. Isıl işlem uygulanmış odun ısıl işlem uygulanmamış oduna nazaran daha hidrofobik olduğundan su bazlı boya sistemlerinin film tabakalarını kurutmak için daha uzun bir süreye gereksinim duyarlar. Bundan dolayı kalın bir film tabakası yerine iki tane ince film tabakası (örneğin 80 µm'lik bir kuru film tabakası yerine 40 µm'lik iki kuru film tabakası) kullanılması tavsiye edilmektedir. Gerekli yüzey gerilimi boyama sistemlerine katkı maddelerinin ilavesi ile ayarlanabilir (Boonstra 2008, Korkut ve Kocaefe 2009).

Isıl işlem uygulaması süresince tutkal sızması reçineli ağaç türleri boyanacağı zaman bir problem olabilir. Isıl işlem uygulanmış kereste organik çözücülü boyama sistemleri (örneğin alkid sistemler) ve genel amaçlı renklendirici ve yağlı boyalar ile boyanabilir. Saydam film kaplama sistemlerinin kullanılması, film tabakası altında yüzeye yapışma

direnci etkileyen yaşlanma riski olduğu için önerilmemektedir. Şayet ısıt işlem uygulanmış kerestenin kaplanması saydam film kaplama sistemi kullanılırsa UV-emici (pigmentli) ve mavi renklenmeyi önleyici kimyasal madde (biyosit) içermelidir (Boonstra 2008, Korkut ve Kocaefe 2009).

Isıt işlem uygulanmış ağaç malzemenin en iyi kaplama malzemesi, yağlı astar boya ve solvent bazlı alkid veya su bazlı akrilik son kat boyadır. Isıt işlem uygulanmış panellerde asit kürlenmeli ve su bazlı akrilik boyalar en iyi performansa sahiptir ve bu boyalar ile kaplanan panellerde boyanın pul pul dökülmesi gözlenmemektedir (Boonstra 2008). Çizelge 1.7’de ısıt işlem uygulanmış kerestenin GZFT analizi (Boonstra 2008, Korkut ve Kocaefe 2009) verilmiştir.

Çizelge 1.7. Isıt işlem uygulanmış kerestenin GZFT analizi (Boonstra 2008, Korkut ve Kocaefe 2009).

Güçlü Yönleri <ul style="list-style-type: none">- Isıt işlem uygulamasının nispeten basit olması,- Doğal ve sürdürülebilir bir materyal olarak odunun kalitesini yükselten katma değerli teknoloji olması,- İğne yapraklı ve yapraklı ağaçların büyük bir çoğunluğuna uygulanabilmesi,- Ahşap materyallerin çoğuna uygulanabilmesi (kereste, kiriş, kazık, direk vb.),- Zehirli kimyasal ilavesi ve üretilen zehirli atık olmaması nedeniyle düşük çevresel etki,- Özellikle boyutsal stabilite ve dayanıklılık olmak üzere birçok iyileşmiş odun özelliği.
Zayıf Yönleri <ul style="list-style-type: none">- Özellikle çekme direnci ve eğilme direnci gibi bazı mekanik özelliklerde azalma. Ancak direnç sınıfları üzerine etkisi sınırlıdır.- İğne yapraklı ağaç türlerinde küçük kalite kayıpları, özellikle budak çatlağı ve açık reçine keseleri ve kalın kerestelerde iç çatlaklar,- Kusursuz kerestenin sınırlı tedariki, sadece nispi kısa uzunluklarda elde edilmesi,- Maliyetinin yüksek olması,- Piyasadaki bilgi eksikliği,- Yüksek yatırım maliyeti,- Standart eksikliği.
Fırsatlar <ul style="list-style-type: none">- Yapı endüstrisi için kullanılan kereste üretimi,- Yeni ağaç türleri, özellikle kusursuz yapraklı ağaçlar,- Sedir ve tropik ağaç türlerinin kullanımının azalması,- Emprenye edilmiş ahşaba göre dayanımın artmış olması,- Sürdürülebilir materyal olarak yapı endüstrisinde kullanımı için teşvik edilmesi,- Isıt işlem uygulanmış kerestenin çevresel profilinin ticari farkındalığı,- Yeni bir ürün olması, mimarlar ve tavsiye organları için ilgi çekici olması.
Tehditler <ul style="list-style-type: none">- Yeni ürünlerin kabulü bağlamında kereste endüstrisinin çok daha fazla tutucu olması,- Kereste pazarının daha tutucu ve koruyucu bir pazar olması, başlıca satın alma ve satmaya odaklanması ve pazarlama bakış açlarına daha az odaklanması,- Piyasada daha ucuz alternatif ürünlerin olması.

1.2. VERNİKLER

1.2.1. Su Çözücülü (Bazlı) Sistemler

Boya-vernük üretiminde çözücü olarak genellikle solventler kullanılmaktadır. Birçok Avrupa ülkesinde çevre koruma ve insan sağlığına verilen önem artıkça solvent kullanımı azaltılmaya başlamış ve bu konudaki zorlamalar artmıştır. Çözüme yardımcı olmak üzere yapılan hukuki düzenlemeler boya-vernük üretiminde su çözücülü polimerlerin kullanımını hızlandırmıştır. Aslında su çözücülü sistemler boya olarak uzun zamandan beri bilinmekte ve kullanılmaktadır. Akrilik emülsiyon polimerleri ya da akrilik lateksler olarak tanıtılan bu boyalar daha çok inşaat sistemlerinde kullanılmak üzere hazırlanmıştır. Bu boyalar inşaat sistemlerinde yaygın kullanım alanı bulurken, benzer sistemler suyun ağaç ve metal malzemeler ile uyumlu kullanılamayacağı endişesini doğurmuştur. Bunun sonucu olarak su çözücülü sistemlerin metal ve ağaç işleri sektörlerine girişı ve gelişmesi oldukça yavaş olmuştur. Sistemin ağaç işleri sektörüne girişini güçleştiren sebepler, ilk zamanlarda kullanılan örneklerinin ağaç malzemedede lif ve doku kabarmasına sebep olması, tamir bakım imkânlarının az oluşu ve mobilya fabrikalarının cila hatlarındaki kurutma kabinlerinin metal kısımlarının su buharı etkisiyle paslanabileceği endişesinden kaynaklanmıştır (Sönmez ve Budakçı 2004).

Sadece ağaç işleri endüstrisinde kullanılan kadarı ile solvent çözücülü boya-vernüklerin kullanımından kaynaklanarak atmosfere salıverilen organik esaslı uçucu bileşiklerin (-VOC) önemli miktarlarda olduğu düşünülürse, su çözücülü sistemlerin önemi kendiliğinden ortaya çıkar. Konu ile ilgili olarak, Avrupa'da boya-vernük üreticileri, kullanıcıları ve çevre korumacılar 1979 yılında su çözücülü sistemlere en kısa zamanda ve mutlaka geçilmesi hususunda görüş birliğine varmışlardır (Sönmez ve Budakçı 2004).

Su ile çözünen reçinelerin önemlilerinden birisi olan akrilik kopolimerler ağaç işlerinde kullanılabilir özelliklerde üretilebilmektedir. Şu anda ülkemizdeki ticari etkinlikleri fazla olmasa da önümüzdeki yıllarda kullanımının çok fazla yaygınlaşacağı söylenebilir. Örneğin; Almanya'da 1990'lı yılların başından beri çıkartılan kanunlar ile getirilen kısıtlamalardan sonra çevre dostu ürünlerin kullanımında hızlı bir artış olmuştur. 1990-1994 yıllarında solvent çözücülü boyaların tüketim miktarı %40'tan %31'e gerilemiştir

(Sönmez ve Budakçı 2004).

Su çözücülü sistemlerin solvent çözücülü sistemlere göre, yüzey gerilimini azaltma, pigment ıslatıcılığını artırma, köpüklenmeyi azaltma ve emülsiyon yapıcı maddeleri kontrol altında tutma gibi konularda sorunları bulunmaktadır. Buna karşın bazı reçinelerin karışabilirliği ve birlikte kullanılması gibi, solvent çözücülü sistemlerde çok defa mümkün olmayan üretim esneklikleri ve imkânları vardır. Örneğin solvent çözücülü sistemlerde polyester-akrilik reçine karışabilirliği söz konusu olmaz iken su çözücülü sistemlerde bu mümkün olabilmektedir. Bundan başka, su çözücülü sistemlerde bileşime katılan bazı katkı maddeleri ile kuruma zamanı kısaltılabilmektedir. Örneğin zirkonyum alkid su bazlı sistemlerde kuruma zamanını kısaltır. Aminlerin bu amaçla kullanılması sakıncalı olabilir. Zira nötrleştirilmeyen amin artıkları ile okside olma özelliğindeki katkı maddeleri sararmaya sebep olur (Sönmez ve Budakçı 2004).

Su çözücülü sistemlerde esas çözücü “Su” olmakla birlikte katman yapıcı olarak kullanılan reçineler su ile tam olarak çözünemediğinden yardımcı solventlerin kullanılmasına ihtiyaç duyulur. Bu sistemde kuruma mekanizması suyun buharlaşması esasına göre kurulu olup, su genellikle yardımcı solventlerden önce ayrılır. Kuruma aşamasında katmandan en son ayrılan solvent önem taşımaktadır. Çünkü karşılaşılması muhtemel birçok katman kusuru bu son ayrılan solventin özelliklerine bağlı olarak giderilebilir. Başlangıç kuruması da yine yardımcı solventler tarafından belirlenir ve genellikle kurumayı yavaşlatmak üzere yardımcı solvent olarak, glikol eter, dietilen glikol, monobutil eter, diaseton alkol ve butoksi etanol kullanılır (Sönmez ve Budakçı 2004).

Uygulama ortamının bağıl nemi yüksek olduğunda, suyun buharlaşması zorlaştığı için yardımcı solventler daha önce ayrılır. Hâlbuki yardımcı solventlerin yayılmayı kolaylaştırma, bileşenlerin homojen karışımını sağlama ve devam ettirme gibi önemli katkıları vardır. Yardımcı solventlerin seçiminde hata yapıldığı veya olası kusurlu oluşumların önüne geçmek için gerekli önlemlerin alınmadığı durumlarda katman özellikleri bozulur, film karakteristikleri zayıflar, çatlak, mat ve donuk katman oluşumları görülebilir (Sönmez ve Budakçı 2004).

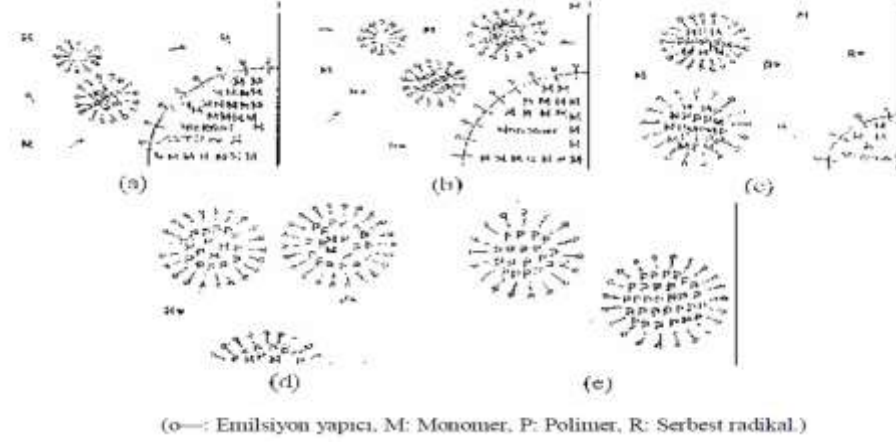
Su çözücülü sistemlerde kullanılan reçinelerde hidroksil (-OH) ve karboksil (-COOH) fonksiyonellikleri vardır. Katman yapıcı olarak, suda çözünen akrilik, poliüretan, polyester ve bazı alkid reçineler tek olarak veya modifikasyon amacı ile birkaçı birlikte kullanılmaktadır. Kuruma reaksiyonları genel hatları ile iki molekülün kaynaşması veya iki parçaya ayrılmış elemanların iyonları arasında bağ kurulması (Hidroliz) şeklindedir. Bu nedenle solvent çözücülü sistemlerden farklıdır. Polimerizasyon reaksiyonlarının kullanımı genellikle "Çözelti ve Emülsiyon" polimerizasyonu şeklindedir (Sönmez ve Budakçı 2004).

Çözelti Polimerizasyonu: Bu polimerizasyon türünde, kullanılan katman yapıcı monomer yapıda olup sulu ortamda 0,01-0,5 mm çapında damlacıklar halinde dağıtılır. Bileşime reaksiyon durdurucu (stabilizatör) katıldıktan sonra mekanik karıştırma işlemi ile damlacıkların birleşmesi engellenir. Reaksiyon durdurucu olarak metil selüloz, polivinil alkol gibi suda çözünen organik polimerler ile kaolin, magnezyum silikat, alüminyum hidroksit gibi suda çözünmeyen inorganik bileşikler kullanılır. Polimerizasyonun başlatıcısı çözeltinin bileşiminde olup, monomer damlalarında çözülmüş haldedir. Bu sebeple, her monomer damlası küçük bir kütle polimerizasyon sistemi gibi davranır (Sönmez ve Budakçı 2004).

Emülsiyon polimerizasyonu: Çözelti polimerizasyonundan farklı olup, bu polimerizasyon türünde, öncelikle suda çözünmeyen bir monomerin emülsiyon halinde suda dağıtılması gerekir. Örneğin; kauçuk bitkisine benzer bitkilerin özuları (lateks) bir tür doğal emülsiyondur. Kauçuk özusunda, poliizopren tanecikleri su içerisinde süt gibi kolloidal dispersiyon şeklinde dağılmış ve bu yolla doğal proteinler (emülsiyon yapıcı) kullanılarak taneciklerin pıhtılaşması önlenmiştir (Sönmez ve Budakçı 2004).

Polimerizasyonlarda çözücü olarak genellikle su kullanılır. Monomerler emülsiyon yapıcı bir madde ile sulu ortamda dağıtılmış haldedir. Polimerizasyonun başlatıcısı da suda çözünen bir madde olup genellikle redoks reaksiyonları ile aktif hale geçer. Emülsiyon yapıcı yüzey aktif bir maddedir ve molekül yapısında su itici (hidrofobik) ve su çekici (hidrofilik) gruplar bulundurur. Emülsiyon reaksiyonu mekanizmasında bu temel bileşenlerin yanı sıra molekül ağırlığını denetlemek üzere merkaptan katılır (Sönmez ve Budakçı 2004).

Bu tür polimerizasyonlarda, emülsiyon yapıcı maddenin moleküllerinin büyük bölümü "misel" denilen küçük kolloidal tanecikleri oluşturmak üzere toplanırken, küçük bir bölümü suda moleküler halde çözünür. Her misel 50-100 emülsiyon yapıcı molekülden oluşur ve boyları yaklaşık olarak 1000-3000 Å çapları ise 1-0,3 µ'dur. Misellerin sayısı, kullanılan monomer ile emülsiyon yapıcı miktarına bağlıdır. Emülsiyon reaksiyonu mekanizması Şekil 1.12'de gösterilmiştir (Sönmez ve Budakçı 2004).



Şekil 1.10. Emülsiyon polimerizasyonunun aşamaları (a) başlamadan önce (b) polimerizasyonun başlaması (c) polimerizasyonun sürdürülmesi tüm miseller tükenmiş (d) monomer damlaları tükenmiş (e) polimerizasyonun sonlanması (Sönmez ve Budakçı 2004).

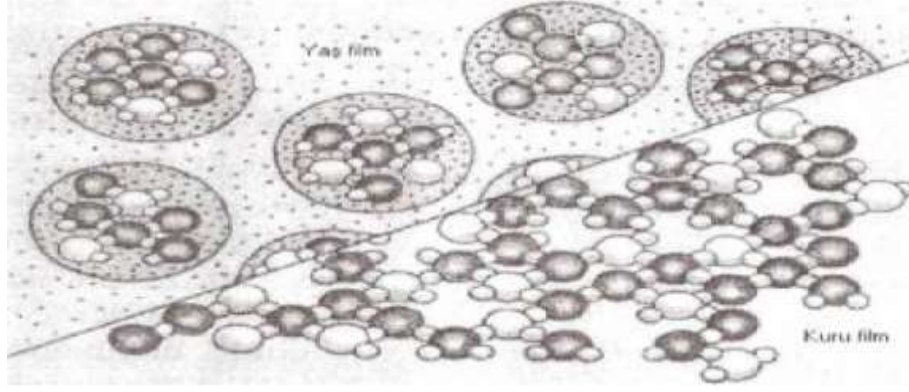
Miseli oluşturan bir molekülün hidrokarbon ucu miselin içine, iyonik uçları ise dışa bakacak şekilde düzenlenmiştir. Suda az çözünen veya çözünmeyen bir monomer sisteme katıldığında monomerin küçük bir kısmı suda çözünürken küçük bir bölümü de miselin içine girerek hidrokarbon gruplarının bulunduğu bölgeye yerleşir ve misel şişkin bir hal alarak büyür. Bir miselde 200-1000 monomer bulunduğu anda bile polimerizasyonun derecesi düşük kabul edilir (Sönmez ve Budakçı 2004).

Yüksek polimerlerin elde edilebilmesi için, misel içinde büyüyen polimer zincirinin aktif noktalarına daha fazla monomer toplanması gerekir. Monomerin büyük bölümü ise "Monomer Damlaları" halinde dağılır. Bu damlaların büyüklüğü karıştırma işleminin şiddetine bağlıdır. Emülsiyon yapıcı moleküller Şekil 1.10 (a)'daki gibi monomer damlalarının yüzeyinde emilir ve stabilizatör etkisi göstererek emülsiyonun bozulmasını önler. Reaksiyon başlatıcı suda çözülmüş haldedir ve serbest radikal üreterek reaksiyonu hızlandırır (Sönmez ve Budakçı 2004).

Bunlara göre emülsiyon polimerizasyonu mekanizması şu şekilde açıklanabilir. Sistemde üç değişik tanecik bulunur. Bunlar; monomer damlaları, aktiflenmemiş miseller ve aktif haldeki misellerdir. Bir reaksiyon başlatıcının (serbest radikal) misel içerisine difüzyon yolu ile girmesiyle misel aktiflenir ve reaksiyon başlar (Şekil 1.10 - b). Polimerleşmenin sürdürüldüğü taneciğe ikinci bir radikalın girmesi halinde reaksiyon hızlanır ve çok kısa sürede sonlanır. Bu duruma göre, ikinci bir radikal girinceye kadar tanecik polimerizasyon sürecinde durağan bir dönem geçirir ve ikinci radikalın girmesi ile reaksiyon yeniden başlar. Durgun ve aktif geçen sürelerin toplamı yaklaşık 10 saniyedir. Polimerizasyonun başlangıcında misellerin yaklaşık 1/1000'i aktiflendiğinde ve monomerlerin çok küçük bölümleri polimerleştiğinde emülsiyonda değişiklik görülür. Aktiflenmiş miseller çözeltideki emülsiyon yapıcı molekülleri yüzeylerine emerek büyürler. Bu arada çözeltideki emülsiyon yapıcı madde miktarı gitgide azalır ve "Kritik Misel Konsantrasyonu (KMK)"nın altına düşer. Misellerin oluşması ve sürekli kalabilmesi için KMK'nın korunması gerekir (Sönmez ve Budakçı 2004).

Emülsiyon yapıcı maddenin sudaki konsantrasyonu bu kritik değer altına düşerse, aktiflenmemiş miseller kararsız hale geçer ve suda dağılarak çözünürler. Bu arada aktif misellerin reaksiyon süresince daha fazla büyüdükleri görülür. Bu tanecikler zamanla misel olmaktan çıkarak birer "Polimer Taneciği" oluştururlar. Gerçekte bu tanecikler monomerler ile şişirilmiş polimer tanecikleridir. Polimerizasyonu başlatan serbest radikallerin ulaşamadığı diğer miseller çözünüp kaybolur ve sonuç olarak emülsiyon yapıcı maddenin tümü polimer taneciklerinin yüzeylerinde emilmiş olur (Şekil 1.10-c) (Sönmez ve Budakçı 2004).

Polimerizasyon, polimer taneciklerinin içinde homojen olarak sürdürülür. Bu tanecikler içinde monomer konsantrasyonu sabit kalır. Çünkü damlalardan difüzyon yolu ile geçen monomer, polimer taneciklerini sürekli olarak besler. Polimerizasyon süresince polimer taneciklerinin sayıları sabit kalır. Polimer taneciği büyürken monomer damlaları küçülür. Polimerleşme %50-80 olduğunda ise monomer damlaları tükenir. Sistemde oluşan polimer taneciklerinin sayısı başlangıçtaki misellerin sayısına, yani ortama katılan emülsiyon yapıcı maddenin konsantrasyonuna ve radikal üretim hızına bağlıdır. Polimerizasyonda yaş ve kuru filmde molekül dizilişlerinin sembolik görünüşü Şekil 1.11'deki gibidir (Sönmez ve Budakçı 2004).



Şekil 1.11. Emülsiyon polimerizasyonunda yaş ve kuru filmde molekül dizilişleri (Sönmez ve Budakçı 2004).

Emülsiyon sisteminde başlatıcı olarak suda çözünen bileşikler kullanılır. Bunlar yüksek sıcaklık etkisi veya redoks reaksiyonları ile parçalanarak serbest radikal üretirler. Örneğin stiren monomerlerin aktif hale geçebilmesi için 8000 kalorilik enerji gereksinimi vardır. Diğer taraftan daha düşük enerji kullanarak reaksiyon hızının artırılabilmesi için monomer dizilişlerinin düzenli olması gerekir (Sönmez ve Budakçı 2004).

Organik peroksitler yüksek sıcaklıklarda parçalanabildikleri gibi indirgen bir madde ile birlikte redoks sistemi ile de parçalanabilmektedir. Redoks sisteminde persülfat demir II ve hidroperoksit-demir II en fazla kullanılan indirgenlerdir. Bu sistemde emülsiyon yapıcı maddenin seçimi polimerizasyon bakımından önemlidir. Emülsiyon yapıcı öncelikle monomer ve su fazları arasında kararlı bir emülsiyon oluşmasını sağlamalı, daha ileri aşamalarda ise bu kararlı çözeltide polimer taneciklerinin oluşmasına yardımcı olmalıdır. Emülsiyon yapıcılar yüzey aktif maddeler olup, bu amaçla alkil sülfat, alkilaril sülfanot ve fosfat gibi anyonik maddeler ile polivinil alkol ve polietilen oksit türevleri gibi iyonik olmayan maddeler kullanılır (Sönmez ve Budakçı 2004).

1.2.2. Su Çözücülü Boya / Verniklerin Genel Özellikleri

Bu sisteme ait boya/vernikler katman yapıcılarının özelliklerine bağlı olarak farklı kuruma, katman ve uygulama özelliklerine sahiptir. Ağaççileri endüstrisinde kullanılmak üzere hazırlananların henüz geliştirme çalışmaları son şeklini almadığı için, özellikleri ile ilgili kesin bilgiler vermek yanıltıcı olabilir. Günümüzde su çözücülü boya/verniklerde katman yapıcı olarak poliüretan, polyester, akrilik ve bazı alkid reçineler tek başlarına veya birlikte kullanılmaktadır. Bu reçineler termoplastik ve

termoset olarak iki farklı yapıda olup boya/vernüklerin katman, kuruma, uygulama ve diğer özelliklerini bu reçinelerin çeşit, form ve formülasyonunda kullanılan maddelerin miktarları belirlemektedir. Örneğin; su, solvent çözücülü poliüretan sistemlerin reaksiyonunda istenmeyen bir unsur olup, izosiyanat ile reaksiyona girerek üre oluşumuna sebep olur ve poliüretan reçinenin sertleşme reaksiyonu durur. Buna karşın su çözücülü poliüretan sistemlerde, su ve izosiyanat karbonik asit oluşturmak üzere reaksiyona sokulur, daha sonra bu asitin hızla kompozisyonu bozularak karbondioksit ve amine ayrışır. Amin diğer izosiyanat grubu ile reaksiyona girerek poliüre oluşturur ve kurumayı tamamlayıcı reaksiyonu başlatır. Su çözücülü poliüretan sistemlerde, NCO/OH değeri kuruma zamanını, zımparalanma yeteneğini, açık süreyi, katman sertliğini ve kimyasallara direnci belirler (Sönmez ve Budakçı 2004).

Ülkemizde pazarlanan ve ağaç malzeme yüzeyleri için hazırlanmış bir su çözücülü vernükte “Akripol” reçine kullanıldığı belirtilmektedir. Vernüğün üretiminde kullanılan reçine polimerleri 1A° büyüklüğünde küresel tanecikler halinde olup, sertleştirici olarak polifonksiyonel azerdine (bir izosiyanat türü) kullanılmıştır. Bu haliyle kullanılan reçine termoset yapılı, vernük ise reaksiyon kurmalıdır. Ağaç malzeme yüzeyine uygulandıktan sonra hava ile temasa geçtiği andan itibaren moleküller kübik şekle dönüşmeye başlamakta ve kenarlar yumuşayıp polarik çengel gibi uzantılar oluşturmaktadır. Bu çengeller yardımı ile moleküller birbirlerini çekmekte ve su buharı dışında hiçbir şeyin geçişine müsaade etmeyen küpler oluşturmaktadır (Sönmez ve Budakçı 2004).

Vernüğün test raporları ile desteklenmiş katman özelliklerinde, çevre dostu ve ISO 9000 kalite belgesine sahip olduğu, su, ışık, mantar ve mikroorganizma etkilerine, BS 476 sınıf l'e göre ateşe, %25'lik sülfürik asite, %36'lık hidroklorik asite, %47'lik sodyum hidroksite, %80'lik laktik asite ve tuzlu suya dayanıklı olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, anti statik (yüzeyin toz-kir tutmaması) özellikte olduğu, -40°C ile +60°C arası sıcaklıklardaki termal şoklara dayanıklı olduğu, UV ışınları emme yeteneğinde olduğu, gıda ambalajlarında kullanıldığında bile toksik etkisi olmadığı, dikey yüzeylerde kullanıldığında 10 yıl kullanım ömrü olduğu, anti-grafiti özellikte olduğu belirtilmektedir (Sönmez ve Budakçı 2004).

Ülkemizde kullanılmakta olan su çözücülü vernükler ile yapılan araştırmalarda sertlik değerlerinin fazla olmadığı ve dolayısı ile bu vernük katmanlarının darbe, çizilme ve

aşınma dirençlerinin düşük olduğu belirlenmiştir. Uygulama öncesinde ağaç malzemenin hazırlanması amacı ile yapılan perdah işlemi önemli olmaktadır. Zira çözücü olarak kullanılan su, yıllık halkalardaki yoğunluk farkı çok belirgin olan iğne yapraklı ağaç odunlarında doku kabarmasına sebep olmaktadır. Gerek fibril şeklindeki kesik lif uçlarındaki kabarma gerekse odun dokusundaki kabarmanın önlenmesi için son ıslatma ve yeniden zımparalama işlemine ihtiyaç duyulmaktadır (Sönmez ve Budakçı 2004).

Ağaç malzemenin zımparalanması işleminde sırası ile 60-100 ve 180 numaralı zımparalar kullanıldıktan sonra, ıslatılıp kurutulan yüzey son olarak 320 veya 400 numaralı zımpara ile yeniden zımparalanmalıdır. Ayrıca su çözücülü vernikler, özellikle tanenli ağaç malzeme yüzeylerinde gözle görünür bir renk değişimine de neden olmaktadır. Bu durumun zayıf alkali özelliği olan (pH 8-9) su çözücülü verniklerin tanen ile etkileşime girerek tek aşamalı bir kimyasal renklendirme yapmış olmasından kaynaklandığı bildirilmiştir (Budakçı 2003).

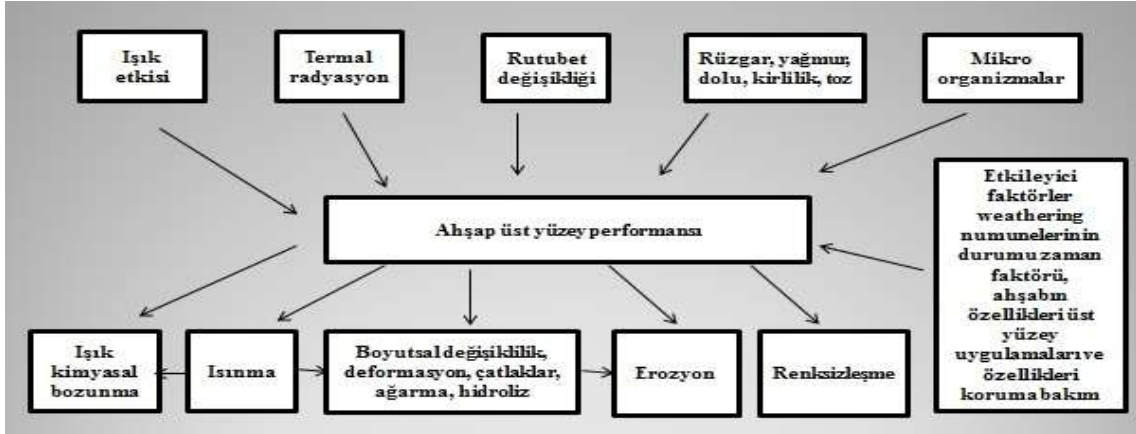
Uygulamanın yapıldığı ortamdaki havanın sıcaklığı ve bağıl nemi önemli olup, sınırlar sıcaklıkta 20°C, bağıl nemde ise maksimum %70 olmalıdır. Su çözücülü boya/verniklerin kuruma süreleri de solvent çözücülüler gibi kısa olduğu için, katman kalitesi uygulama ve kurutma ortamındaki tozdan olumsuz etkilenir. Bu yüzden su çözücülü boya/vernikler tozsuz ortamlarda uygulanmalıdır. Diğer taraftan kurutma ortamında sürekli olarak havaya karışan su buharı bir süre sonra havayı doymun hale getirir. Bağıl nemi artan ortamda kurutulmak istenen verniğin kuruma süresi uzar. Bu yüzden sürme ve kurutma ortamının iyi havalandırılarak nem ile doymun hale gelmiş havanın taze hava ile yer değiştirmesi sağlanmalıdır. Taze havanın ortama ısıtıldıktan sonra verilmesi kurutma süresini kısaltır (Sönmez ve Budakçı 2004).

1.3. DOĞAL VE YAPAY YAŞLANDIRMA

1.3.1. Dış Ortam Faktörleri

Oduna dış ortamda zarar veren birtakım etkiler vardır. Bu faktörler odun yüzeyine birtakım zararlar verir. Bunlar; yağmur, kar, rutubet, solar radyasyon vb. odun yüzeyinde çok büyük yapısal ve kimyasal değişimler oluştururlar. Aynı zamanda yıllar boyunca yeni hava faktörleri ortaya çıkar ve atmosferik kirlenmeden dolayı zayıflayan ozon tabakasından zararlı UV ışınları v.b. maddeler geçer ve hava kirliliğinin de etkisi

ile sülfür dioksit, nitrojen dioksit meydana gelir. Hava faktörleri genel olarak nem, ışık, asit tortusu ve sıcaklık olarak kabul edilir (Williams 1987). Ahşap ve ahşap/ koruyucu sistemlerin maruz kaldığı dış ortam faktörleri ve bu faktörlerin malzemede meydana getirdiği etkiler Şekil 1.12’de gösterilmektedir.



Şekil 1.12. Ahşap ve ahşap/ koruyucu sistemlere yaşlandırmada etkili olan faktörler (Feist 1990).

1.3.1.1. Güneş Işığının Etkisi

Bina dışı iklim faktörlerinin en önemlilerinden olan ışık, hem yüzey işlemlerinde bağlayıcı madde olarak kullanılan sentetik reçine üzerine, hem de ağaç malzeme üzerine doğrudan etki yapmaktadır. Özellikle kısa dalga boylarındaki ışınlar ağaç malzemenin makro moleküllerini ve sentetik reçine bağlayıcı maddelerini yavaş yavaş parçalamakta ve parçalanmış moleküller mekanik ve rutubet etkisiyle daha dayanıksız hale gelmektedir. Ağaç malzemenin ve yüzey işlemlerinin dayanıklılığı için kısa dalga boyundaki ışınların ağaç malzemeyle temasının engellenmesi gerekir. Bu ise ışığı geçirmeyen pigment veya katkı maddelerini içeren bağlayıcı maddeler ile ağaç malzemenin yüzeyinin işlem görmesi ile sağlanır (Kurtoğlu 2000).

1.3.1.2. Rutubet

Ağaç malzeme daima bünyesinde su bulundurmaktadır. Malzeme içersindeki rutubet miktarı, kullanım yerinde fiziksel, mekanik ve teknolojik özellikler üzerinde önemli derecede etkili olmaktadır. Ayrıca, işlenme, kurutma, emprenye edebilme kabiliyeti ve kalori değeri rutubetle değişiklik göstermektedir. Bundan başka, malzeme içersindeki rutubet miktarı, renk değiştiren ve çürüklük yapan mantarlar için önem taşımaktadır. Mantarların arız olduğu en düşük rutubet miktarı %20, bazı hallerde %18’dir (Bozkurt

ve diğ. 1993).

1.3.1.3. Asit Depolama

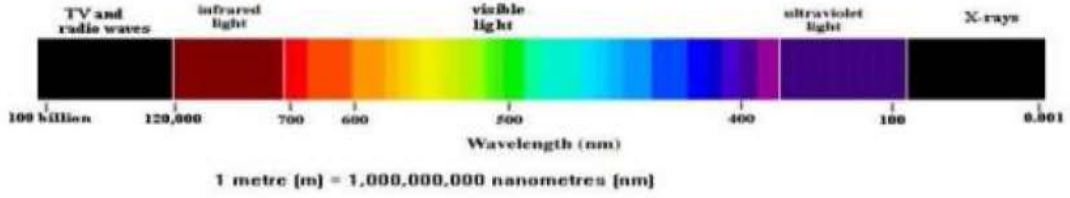
Günesin radyasyon etki şiddeti özellikle yaz aylarında odunun bozunumunda önemli rol oynar. Kış aylarında ise odun yüzeyindeki bozunum derecesinde, çeşitli nedenlerden dolayı atmosferdeki sülfirdioksit oranının artması gösterilmektedir (Bravery ve diğ. 1981). Williams (1987), Doruk (2009), değişik odunlar üzerinde yapmış olduğu çalışmalarda Ksenon cihazını kullanarak asidin yüzey erozyonu üzerindeki etkisini araştırmıştır. Test örnekleri hava etkisi cihazında periyodik aralıklarla farklı pH derecelerinde sülfirik asit ve nitrik asit ile muameleye tabi tutmuştur. Kontrol grubu ile yapılan karşılaştırmalarda pH =3'de asit ile muamele görenlerde erozyon %10, pH=3,5'de %4 ve pH=4 ile muamele edilenlerde erozyon görülmemiştir. pH dereceleri bir dereceye kadar korumaktadır. Çünkü doğal atmosferik koşullarda asit yağmurundaki asit yoğunluğunun etkisi ile oluşan bozunum, yüzey koruyucu işlemi görmüş materyallerde ilk önce koruyucu tabakada (vernük, boya v.b) görülebilmektedir. Malzemenin bozunum derecesi koruyucu maddenin performansına bağlıdır.

1.3.1.4. Diğer Faktörler

Sıcaklık artışı fotokimyasal ve oksidatif reaksiyonları artırır. Absorbe edilen suyun donması çatlama olayına etkide bulunabilmektedir. Rüzgâr, kum ve çamur gibi elementlerin neden olduğu aşınma ve mekanik olaylar yüzey bozunumunu önemli ölçüde etkiliyebilmektedirler. Kum gibi küçük parçalar yüzey çatlaklarına neden olabilmekte ve odunun şişme ve çekmesi sırasında bu parçalarla temas eden lifleri zayıflatabilmektedir. Rüzgârla birlikte bu tip katı parçalar (kum, çamur vb.) bozunuma neden olmaktadır (Milles ve Elliot 1981, Doruk 2009).

1.3.1.5. UV Işınlarnın Etkisi

Güneş ışığı 280-3000 nm dalga boyları arasında yeryüzüne ulaşmaktadırlar. Bunun 290 ile 400 nm arasındaki dalga boyuna sahip olanlar, UV ışınları olarak adlandırılmaktadır. Yapısında, yaklaşık %6 ultraviole radyasyon (UVR) bulunmaktadır. Çizelge 1.8'de ışınların cinsleri ve yoğunlukları Şekil 1.13'de ise elektromanyetik spektrum görülmektedir (Yıldırım 2006). Bir yüzey tarafından normal olarak absorbe edilen UV, yüzeyin ışının etkisinde kalma oranı olarak ölçülebilir.



Şekil 1.13. Elektromanyetik spektrum (Yıldırım 2006)

Çizelge 1.8. Radyasyon yoğunlukları ve sınıflandırılması (yazın normal düşme açısında) (İşmal 2002).

Dalgaboyu Kısmı (nm)	Radyasyon Şiddeti (W/m^2) (%)			Ortalama Foton Enerjisi (kJ/mol)
UV-A ışınları 280-320	5	0,5	6,1	400
UV-B ışınları 320-360	27	2,4	6,1	350
360-400	36	3,2	6,1	315
Görülebilir ışınlar 400-800	580	51,8		200
IR ışınları 800-3000	472	42,1		63

UV ışınları UV- A, UV- B ve UV- C olmak üzere üç tiptir.

UVA (315-400 nm): Ozon tabakası tarafından filtre edilmez.

UVB (280-315 nm): Ozon tabakası tarafından kısmen filtre edilir

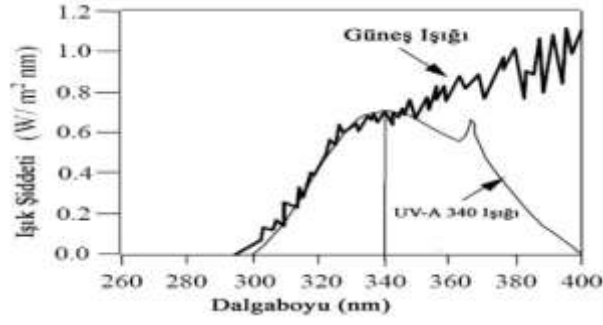
UVC (100-280 nm): Atmosferdeki oksijen ve ozon tarafından tamamen absorblanır.

Büyük ölçüde tahrip eden çok yüksek enerjili UVC ışınları (280 nm'den küçük) ise, atmosferdeki ozon tabakası tarafından filtre edilir ve dünyaya ulaşamazlar (İşmal 2002).

1.3.2. Florasan Lamba (UV) İle Yaşlandırma Uygulamaları

UV Testi, UV ışınları yayan lambalarla, yüzeyde yoğuşan nemin etkilerinin ardışık periyotlarla uygulandığı test kabinlerinde yapılır. Kullanılan ve UV ışını yayan floresan lambaların içerdikleri dalga boyları güneş ışığına göre daha yüksek enerji içerir. Dolayısıyla, testin, doğal dış ortamda hiçbir zaman gündeme gelmeyecek tahribatlara yol açması söz konusu olabilmektedir. Ancak, tüm benzeşim sorunlarına rağmen UV testi yaygın olarak kullanılmaktadır (Tunçgenç 2004).

UV ışınları ile yaşlandırma oldukça düşük başlangıç yatırımı giderlerine sahip olup, sadece periyodik olarak değişmesi gereken floresan lambaları nedeniyle bakım harcamaları oldukça düşüktür. Farklı UV ışınma aralığı için, farklı tipte UV-Florasan lambaları mevcuttur. Şekil 1.14'de görülen UV-A 340 lambaları, 300-400 nm arasında kalan ışık yayılımı aralığındaki ısınımı temsil etmede kullanılmaktadır (Çakıcıer 2007, Suits ve Hsuan 2003).



Şekil 1.14. Güneş ışığı ve UV-A 340 lambası ışığının dalga boyu analizi (Suits ve Hsuan 2003, Çakıcıer 2007).

1.3.2.1. Laboratuvar Yaşlandırma Testleri

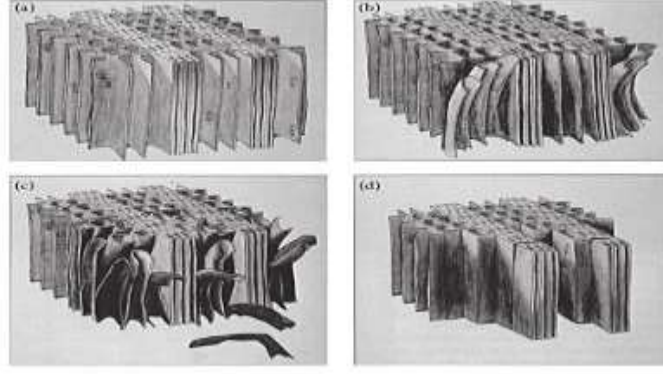
Morötesi (UV), görünür ve kızılötesi (infrared) bölgeleri güneş ışınlarının zarar veren bölümü UV bölgesinde 295 nm'ye kadar olan kısa dalga boylarıdır. Atmosferin çözücü özelliği nedeniyle sadece %5-7'ye kadar UV ışını yeryüzüne ulaşır (Çakıcıer 2007).

UV-A bölgesinde daha uzun dalga boyları olup, 71-91 kcal/mol'lük enerji karbon-nitrojen bağlarını kırarak güçte değildir. UV-B bölgesinde daha kısa dalga boylu enerji olan 91-102 kcal/mol en yüksek bozunmaya sebep olur. UV-B bölgesindeki enerji seviyesi polimer kaplamalarda karbon-nitrojen, karbon-karbon, nitrojen-hidrojen, karbon-oksijen, karbon-hidrojen bağlarını kırarak düzeydedir (Çakıcıer 2007).

UV ışınları ile yaşlandırma oldukça düşük başlangıç yatırım giderlerine sahip olup, sadece periyodik olarak değişmesi gereken floresan lambaları nedeniyle bakım harcamaları oldukça düşüktür. Farklı UV ışınma aralığı için, farklı tipte UV-Floraslan lambaları mevcuttur. Bunun yanında UV-B 340 lambaları gün ışığı dalga boyu ile maksimum korelasyon gösterdikleri için kullanılırlar. UV-B 340 lambalarının dalga boyu 295 ile 365 nm arasında bulunmaktadır (Çakıcıer 2007).

Borosilikat dâhili ve harici filtrelerin kullanılması durumunda; ışınım spektrumu gibi doğal ışık kaynağını andırır. Xenon-ark lambasının kullanıldığı yaşlandırmadaki bozunum, UV-Floraslan yaşlandırmadan, daha yüksek aşınma göstermiştir (Çakıcıer 2007, Suits ve Hsuan 2003).

Mc Donald ve diğ. (1996) ağaç malzemede UV ve rutubet etkisi sonucu meydana gelen deformasyon Şekil 1.15'de verilmiştir.



Şekil 1.15. Ağaç malzeme yüzeyinde UV radyasyon ve rutubet etkisi ile meydana gelen bozunmanın şematik diyagramı (a: normal odun; b: yaşlandırmanın başlangıcında liflerin gevşemesi; c: lif kaybı; d: düşük yoğunluklu ilkbahar odununda oluklu görünüm) (Mc Donald ve diğ. 1996, Aytin 2013).

Dış ortam yaşlandırması ile hızlandırılmış yaşlandırma arasındaki ilişki aşağıdaki değişkenlere bağlıdır;

- Günün zamanı; Güneş, ayın yakınında, gökyüzündeki en yüksek noktasındadır. Bu zamanda güneş ışınları atmosferin içinden geçmek için en az mesafeye sahiptir ve UVB dereceleri, en yüksek seviyededir. Sabahın erken saatleri ile öğleden sonrasının geç saatlerinde, güneş ışınları, atmosferin içinden eğik olarak geçer ve UVB'nin yoğunluğu, büyük ölçüde azalır. UVA dereceleri, ozona karşı hassas değildir ve görünür güneş ışığında olduğu gibi, gün boyunca değişebilir.
- Yılın zamanı; Güneşin açısı, UV ışınlarının yoğunluğunun değişmesine neden olan mevsimlerle değişir. UV yoğunluğu, yaz ayları boyunca en yüksek noktasına ulaşır.
- Enlem; Güneş ışınları, güneşin en çok direkt olarak tepede bulunduğu ve UV ışınlarının atmosfer içinden en az mesafeyi geçmek zorunda olduğu ekvatorda en güçlü seviyededir. Ozon, orta ve yüksek enlemlerle karşılaştırıldığında, tropikal bölgelerde doğal olarak daha incedir. Bu nedenle atmosferden geçen UV radyasyonu absorblayan ozon miktarı daha azdır. Daha yüksek enlemlerde, güneş, gökyüzünde daha azdır, bu nedenle UV ışınlar, atmosferin ozonca zengin kısımlarından geçerken, büyük bir mesafe kat etmek zorundadırlar ve dolayısıyla bu enlemler daha az UV radyasyona maruz kalırlar.
- Yükseklik; UVR yoğunluğu, yükseklikle artar, çünkü UVR'nin yeryüzüne ulaşmadan önce içersinden geçeceği zarar veren UV ışınlarını filtre eden atmosfer, daha az olmaktadır. Dolayısıyla da, daha az UVR filtre edilmektedir.

- Hava koşulları; Bulut tabakası, UV seviyelerini azaltır, fakat tamamıyla ortadan kaldırmaz. Bulut tabakasının kalınlığına bağlı olarak, bulutlu bir günde, çok sıcak hissedilmemesine rağmen, güneş yanığı oluşması mümkündür.
- Yerleşim; Parlak ve açık yüzeyler UV ışınlarını yansıtır. Kar, buz ve su da aynı etkiyi yapmaktadır (Yıldırım 2006).
- Yerel coğrafi özellikler gibi rüzgâr, çiğ, sıcaklık gibi faktörlerde etkilidir.
- Aynı yerdeki hava hareketleri yıldan yıla değişiklik arz edebilir.
- Mevsimsel değişiklikler (kış mevsiminin bozundurma şiddeti yaz mevsimininkinin 1/7'si kadardır).
- Örneklerin konumu (5° Güney, dikey kuzey v.s). Örneklerin koruyucu bir madde tarafından korunması (dış ortamda koruyucu madde tarafından korunmamış örnekler korunmuş örneklere nazaran %50 daha hızlı yıkılamaya uğrarlar).
- Hızlandırılmış UV yaşlandırma ışın süresi ve nem süresinden oluşur.
- Hızlandırılmış UV yaşlandırmada ki sıcaklık bozunmayı hızlandırır.

Dış ortama bırakılan odunda fotokimyasal bozunma, güneş ışığının da etkisiyle odun yüzeyinde hızlıca meydana gelir. Dış ortama bırakılmış odunda başlangıçta renk değişimi sarımsı ve kahverengi iken, gittikçe kül rengine dönüşür. Bu renk değişimleri odun yüzeyindeki hücrelerin lignin yapılarının bozunmasından kaynaklanır (Doruk 2009, Hon 1983, Derbyshire ve Miller 1981, Miller 1980). Yüzeyde değişim tam manasıyla çok ilginçtir. Odunda bu değişim 0,05 – 2,5 mm derinlikte de meydana gelir. Odunda kimyasal değişme güneş ışınlarının özellikle UV ışınlarının etkisiyle olur ve özellikle lignin yapısının tahribata uğramasıyla da sonuç olarak renk değişimi meydana gelir (Miller 1980, Raczkowski 1980).

Odunda direnç azalmasıyla ışık arasındaki ilişki, ışık ligninin polimerizasyon yapısını ve hücre duvarlarını oluşturan bileşenlerin bozunmasına sebep olur. Sonuç olarak odunun mikro yapısı bozunur. Dış ortamda iki önemli faktör güneş ışığı ve su farklı zamanlarda çok büyük etkiler meydana getirirler. Odunun bozunması dış ortamdaki iklimik şartlarla ilgili ve önemlidir. Örneğin dış ortamda odun ışık etkisine maruz kalırken diğer yandan yüksek nemin, yağmur, çiğ, ıslanma ve diğer iklimik şartlar içindedir. Bir araya gelmiş elementlerin hareketi farklı yollarla bozunma yapar, ışık bozunmayı hızlandırır, su da odunu etkiler (Doruk 2009, Raczkowski 1980).

1.4. LİTERATÜR ÖZETİ

Anderson ve diğ. (1991) araştırmalarında; şeffaf koruyucuların kullanıldığı, iğne yapraklı odun yüzeylerinde, doğal ve yapay yaşlandırma etkilerinin karşılaştırıldığı araştırmada; weather-ometer ile 0, 50, 150, 300 ve 2400 saatlik aralıklarda alınan ölçümler sonunda yüzeydeki bozunma etkilerinin özellikle, 150 saatten sonra başladığı, hızlandırılmış yaşlandırma etkisinin, doğal yaşlandırma etkisine yakın sonuçlar verdiğini bildirmiştir.

Sönmez ve Özen (1996) çalışmalarında, farklı vernik uygulanan sarıçam, doğu kayını ve kestane odunlarını açık hava iklim şartlarına bırakmışlar. Dış hava koşullarının poliüretan verniğin hem sarı hem de kırmızı renk tonunda, sentetik verniğin kırmızı renk tonunda artışa, sarı renk tonunda ise azalışa sebep olduğu belirlenmiştir. En yüksek yapışma direncinin poliüretan vernikli sarıçam odununda olduğu, yapışma direnci üzerine emprenye maddesinin etkili, ağaç türünün etkisiz olduğu bildirilmiştir.

Peker (1997) çalışmasında, tanalith-CBC (%13) ve parafin + sentetik tiner + vernik (%1 + %79 + %20) ile işlem görmüş sarıçam ve kestane odunun yüzeylerine sentetik ve poliüretan vernik uygulamış, doğal yaşlandırma etkisi altında poliüretan verniğin en iyi sertlik performansını sarıçamda gösterdiğini tespit etmiştir.

Andrady ve diğ. (1998) tarafından, UV ışınlarının, bazı polimerik malzemelerin (plastik ve ağaç malzeme) yaşlanmasında etkili olduğu, yaşlandırma işleminde, özellikle sıcaklığın önemli bir rol oynadığı belirtilmiş; bunu daha iyi anlayabilmek için polimerik yapıya sahip malzemelerin düşük sıcaklıklarda işlemlere tabi tutularak gözlemler yapılmasının doğru olacağı bildirilmiştir.

Uysal ve diğ. (1998) yaşlandırma etkisine maruz bırakılmış sarıçam ve kestane deney örneklerinde, en fazla renk açısı değişiminin sarıçamda meydana geldiğini, kestane odununda ise renk farkının çok az seviyede olduğunu ifade etmektedirler.

Özen ve Sönmez (1999), kayın (*Fagus orientalis* L.), sarıçam (*Pinus silvestris* L.), meşe (*Quercus petraea* L.), kestane (*Castanea sativa* M.) paneller üzerinde sentetik, selülozik, poliüretan ve asit sertleştiricili vernikler ile sentetik beyaz opak boya denemeye tabi tutmuştur. 1993 yılında başlanılan denemelerde dört değişik ağaç yüzeyine sürülen beş tür vernik–boya katmanı 45°'lik açıyla ve yüzleri güneye bakacak

şekilde 22 ay süreyle incelemeye almıştır. Araştırma sonuçlarının değerlendirilmesi sertlik farklılaşmasına göre yapılmıştır. Denemeler sonucunda sentetik boya haricinde diğer bütün verniklerin sertliklerinde artış gözlenirken en fazla artışın sentetik vernikte olduğunu söylemektedirler.

Uysal ve Peker (1999) sarıçam ve kestane odunlarında emprenye işlemi ve vernik uygulandıktan sonra, açık hava şartlarında verniklerin yapışma mukavemetine etkilerini araştırmıştır. Bütün mevsimler için, en yüksek yüzeye yapışma direncinin poliüretan vernikli sarıçamda gerçekleştiği, yapışma direnci üzerine emprenye maddesinin etkili, ağaç türünün etkisiz olduğu bildirilmiştir.

Jaémsaé ve diğ. (2000), 225⁰C sıcaklıkta buhar altında 6 saat süreyle ısıl işleme tabi tutulan ladin levhalarının yüzeylerini dış cephe örtücüleri ile kaplandıktan sonra 5 yıl süreyle açık hava şartlarına maruz bırakmıştır. Isıl işlem görmüş odunun dış ortam direncini su ya da solvent bazlı boyalarla artırılabilceğini söylemektedirler.

Delikan (2001), farklı ağaç malzemelere renklendirme ve boya işlemleri uygulayarak yaşlandırma etkisi altında değişimleri araştırmıştır. Alman ceviz boyası, anilin boya, kimyasal boya ve eco-color boya ile renklendirildikten sonra, 72 saat süre ile Xenon ark lambası altında hızlı yaşlandırma yapılan ağaç malzemelerin, kırmızı renk değerinde önemli oranda azalma, sarı renk ve renk parlaklık değerinde ise artma olduğunu bildirmiştir. Deney örneklerinde UV etkisi ile renk değişimi en az sarıçamda olmuş, bunun sebebinin sarıçam boşluk hacimlerinin fazla olması, daha fazla boya emmesi ve pigmentlerinin UV ışınlarına dayanıklı olmasının solma üzerinde etkili olduğunu bildirmiştir.

Meijer (2001) hızlandırılmış yaşlandırma işlemi etkisi altında çeşitli karşılaştırılmalı denemeler yapmış, akrilik boyaların çatlamalara karşı sürekli bir dirence sahip olmadıklarını göstermelerine rağmen, su çözünürlüklü akrilik latex boyalar uzun süreli yaşlandırma etkisinde çatlak koruyuculuğunda en iyisini sağladığını belirlemiştir.

Yakın (2001) değişik ağaç türleri üzerine farklı yöntemlerle su çözücülü vernik uygulayarak sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma dirençlerini ölçmüş, su bazlı verniklerin performanslarının, solvent bazlı verniklerden daha düşük olduğunu belirtmiştir.

Budakçı ve Togay (2002) sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odununa tahta koruyucu bir kimyasal olan pinoteks ve bir emprenye maddesi olan İmersol WR-2000 kimyasalını uygulamıştır. Daha sonra farklı kalınlıklarda sentetik esaslı boya (Hicson decor) ve sentetik vernik uygulamıştır. Dış hava koşullarının vernik katmanlarının renginde yaptığı değişikliği tespit etmek için örneklerin yüzeylerini güneye bakacak şekilde 12 ay süre ile Ankara ilinde dış ortamda bekletmişlerdir. Renk değişimleri ASTM-D 2244 esaslarına göre belirlenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre, sentetik verniğin kırmızı renk tonunda %11,32 artış, renk açısında %5,6, sarı renk tonunda %9,8 azalma elde edilirken, Hicson Decor boyanın kırmızı renk tonunda %6,6, sarı renk tonunda %41,7 ve renk açısında ise %18,8 azalmanın görüldüğü belirtilmektedir.

Holzhausen ve diğ. (2002) su esaslı boya/vernikleri fiziksel ve kimyasal yaşlandırmaya maruz bırakarak, boya/verniklerin yapısında iç gerilimin oluşmasına, kırılmanın artmasına sebep olduğunu ortaya koymuşlar, katmanın çatlamaya karşı direncinin en yüksek olduğu sıcaklık derecelerinin 25°C, 40°C ve 60°C olduğu bildirilerek 80°C, 100°C, 120°C ve 140°C sıcaklıklardaki yaşlandırma sonunda katmalarda sertlik ölçümlerinde artış olduğunu tespit etmişlerdir.

Yang ve diğ. (2002) araştırmalarında; yüksek parlaklığa sahip poliüretan boyanın QUV tahribatını test etmişler, tahribatın ilk aşamasında boya katmanı yüzeyinde mikro deliklerin oluştuğunu yaşlandırma süresinin uzaması ile bu deliklerdeki büyümenin arttığını belirlemişlerdir. Deliklerin artışına boyanın yüzey pürüzlülüğündeki artış ve iç yüzey parlaklığından düşüşün sebep olduğunu belirtmişlerdir.

Sönmez ve diğ. (2003) sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), kayın (*Fagus orientalis* L.), meşe (*Quercus petraea* L.) odunlarını Alman ceviz boyası, anilin boya, kimyasal boya ve solvent çözücülü boyalar (eco-color) ile boyadıktan sonra elde edilen örneklerini TS 4460 (1985) standardına göre 72 saat süre ile Xenon ark ışınlarına maruz bırakmışlardır. Renk değişimleri ASTM.D-2244 esaslarına göre belirlenmiştir. Sonuç olarak, solmada boya çeşidi ve ağaç türü etkili bulunmuş, en fazla solma eco-color boya ile renklendirilmiş kayında elde edilmiştir. Buna göre kayın malzemenin renklendirilmesinde eco-color boyaların kullanılmamasının gerektiğini ifade etmektedirler.

Decker ve diğ. (2004) çalışmalarında, 30 µm kalınlığında kaplanmış, su çözücülü UV kirlenmeli PU-Akrilat verniğin hızlandırılmış yaşlandırma sonunda sertliğinin ve parlaklığının arttığı belirlenmiş; bozunma mekanizmasında üretan (C-NH) bağlarının en fazla hassasiyeti gösterdiği bildirilmiştir.

Baysal ve diğ. (2005) hızlandırılmış UV ortamına bırakılan sarıçam deney örneklerinde, emprenye+vernük kombinasyonlarında en düşük yapışma direnci, Tanalith-CBC (%9) + selülozik vernükte, en yüksek yapışma direnci Tanalith-E (%9) + sentetik vernükte (STV) elde etmiştir. Yaşlandırma işlemi sonunda deney numunelerinin sertlik değerlerinde önemli azalmalar gözlemlenmiştir. Yaşlandırma sonunda en yüksek sertlik değeri Tanalith-E (%9) + su bazlı vernük (SV) ile muamele edilen deney örneklerinde 44,25 ile ulaşılırken; en düşük sertlik değeri tanalith-CBC (%3) + STV ve tanalith-E (%3) + STV ile muamele edilen deney örneklerinde 22,25 ile gerçekleşmiştir. Emprenye işleminin deney numunelerinin sertlik değerinde artışa sebep olduğu sonucuna varmıştır. Yaşlandırma sonrası, deney numunelerinin parlaklık değerlerinde düşüş gözlemlenmiş, emprenye ve vernük çeşidine bağlı olarak bazı deney örneklerinde parlaklık artışı olduğunu tespit etmiştir. Vernüklerle muamele edilen deney numunelerinde toplam renk değişiminde artış olduğunu ancak, ilk 500 saat ve bunu takiben ikinci 500 saatlik süreler arasında önemli bir değişiklik olmadığını tespit etmiştir.

Dawson ve diğ. (2005) alkid boya (3 kat), akrilik boya (2 kat), akrilik poliüretan boya (3 kat) ve alkid verniğini (3 kat) *Pinus sylvestris* ve *Pinus radiata* odunlarına uygulayarak elde edilen test örneklerini, ISO 2810 1974 (1985) standardına göre Almanya'nın güney tarafına ve Yeni Zelanda'nın kuzey tarafına 45⁰ olarak yatay şekilde 12 ay süre ile doğal yaşlandırmaya maruz bırakmıştır. Doğal yaşlandırma sonrasında yüzeye yapışma direnci, renk ve parlaklık ölçümlerini yapmıştır. Akrilik verniğine ait renk ve parlaklık ölçümlerinde azalmaların olduğunu bildirmiştir.

Temiz ve diğ. (2005) sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve kızılğaç (*Alnus glutinosa* L.) Gaertn. subsp. *barbata*) odunlarını, ACQ 1900 %2-3 ve ACQ 2200 %1-2 (ammonium copper quat), Tanalith E 3491 %2-2,8, Wolmanit CX-8 %1-2 ve CCA %1-2 (chromated copper arsenate) ile muamele etmiştir. Çeşitli kimyasallar ile muamele edilmiş ve edilmemiş odun test örneklerini UV-A 340 lambalı (45°C - 18 dakika su sprey - 2 saat UV ışını) bir ortamda 0, 200, 400 ve 600 saat boyunca yaşlandırma işlemlerine maruz

bırakmıştır. Test cihazında yüzey pürüzlülüğü (R_z) ve renk değişimi (CIELab, ΔE^* , Δa^* , Δb^* , ΔL^*) ölçümlerini yapmıştır. Yaşlandırma sonunda yüzey pürüzlülüğü (R_z) değeri, sarıçamda kontrol (muamelesiz), CCA %1-2, ACQ 2200 %1-2, Tanalith E 3491 %2-2,8 ve Wolmanit CX-8 %1-2 kimyasalları ile muamele edilmiş örneklerde artış, ACQ 1900 %2-3 örneklerde azalış belirlenirken, kızılâğaç odunun da ise CCA %1-2, ACQ 1900 %2-3, ACQ 2200 %1-2, Tanalith E 3491 %2-2,8 ve Wolmanit CX-8 %1 kimyasalları ile muamele edilmiş örneklerde azalırken, kontrol (muamelesiz) ve Wolmanit CX-8 %2’li örneklerinde artışların elde edildiği belirtilmektedir. ΔL^* ise en düşük sarıçam ve kızılâğaç örneklerinin kontrol numunelerinde elde edilmiştir. En yüksek ΔE^* değeri muamele edilmemiş örneklerde gözlemlendiği bildirilmektedir.

Cust’odio ve Eus’ebio (2006) çalışmalarında, çeşitli formülasyonlara sahip su bazlı akrilik vernik uygulanmış, sahil çamı (*Pinus pinaster*) ve iroko (*Militia excelsa*) odunu test örneklerini, ISO 2810:1974 standardına göre 45°lik açı ile 18 ay boyunca, ASTM G 53 (1998) standardına göre UV-B 313 nm florasan lambalarını kullanarak QUV cihazında ve ISO 11341 standardına göre Xenon 6000 arc lambalarının bulunduğu cihazda 2500 saat boyunca UV ışığına maruz bırakmıştır. FTIR, “Macbeth Coloreye spectrophotometer” cihazında renk (CIELAB L^* , a^* , b^* , ΔE^* ve D65 ışık kaynağı, geometri: d/8) ve “Erichsen Mini-Glossmaster meter” cihazında parlaklık testlerini ölçmüştür. Parlaklık değerlerinde QUV ve Xenon cihazında yaşlandırma uygulamasında 250 ve 500 saat süresinde bir azalma görülmüştür. QUV cihazından elde edilen renk varyasyonlarının Xenon cihazına göre daha yüksek olduğunu bildirmektedirler.

Söğütlü ve Sönmez (2006) bazı ağaç türleri üzerine tik yağı, sıvı parafin ve gomlak cilası tatbik etmiş, bunlar üzerinde UV ışınlarının renk değiştirici etkisini araştırmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, yağ, mum ve cila ağaç malzemelerin rengini UV ışınlarına karşı koruyamadığını, en az renk değişiminin ise sıvı parafinde elde edildiğini bildirmektedirler.

Atar ve diğ. (2007) imersol-aqua ile emprenye işleminin bazı ağaç türü ve verniklerin sarı renk tonuna etkisini araştırmıştır. Sentetik, akrilik, su bazlı ve poliüretan vernikler ile kaplanan numunelerde yapılan ölçüm sonuçlarına göre, sarı renk tonu değeri, emprenye süresi ve vernik çeşidi etkileşimi bakımından en yüksek; göknar + orta süreli emprenye + akrilik vernikte, en düşük; ladin+uzun süreli emprenye + su bazlı vernikte elde etmiştir.

Bulcke ve diğ. (2008) Akzo Nobel firması tarafından temin edilen, solvent bazlı ve su bazlı vernikleri sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odunlarına 1, 2 ve 3 kat olarak uygulamıştır. Elde edilen vernikli malzemeleri, 310–340 nm lambalarının bulunduğu Atlas UV2000 yaşlandırma cihazında 500, 1000, 1500, 2000 saat süreleri boyunca UV ışığına maruz bırakmıştır (144 saatlik yaşlandırma periyotları sonralarında malzemeler derin dondurucunun bulunduğu bir ortamda bekletilerek yeniden yaşlandırma uygulamalarının bulunduğu ortama geçilmiştir). Yaşlandırma sonralarında Konica Minolta CM-2600d cihazında (D65) renk, Rhopoint Novo-gloss meter cihazında parlaklık (20^0 , 60^0 ve 85^0), yüzeye yapışma direnci ölçümü ve yüzey pürüzlülüğü test ölçümlerini yapmıştır. Çalışma sonuçlarına göre renk ve yüzey pürüzlülük değerlerinde artış, parlaklık ve yüzeye yapışma direncinde ise azalışın görüldüğü bildirilmektedir.

Dawson ve diğ. (2008) *Pinus radiata* odunlarını perasetik asit ile muamele ettikten sonra poliüretan vernik, akrilik vernik ve su bazlı vernikler ile vernikleyerek ISO 2810-1974 (1985) standardına göre Yeni Zelanda'nın kuzey tarafına 45^0 olarak yatay şekilde 2001 yılı itibariyle 36 ay boyunca doğal yaşlandırmaya ortamında ve Atlas Wi65 weatherometer cihazında 3000 saat boyunca Xenon lambalarını kullanarak yaşlandırma işlemlerine (su spreyi 18 dakika) maruz bırakmıştır. Doğal yaşlandırma sonralarında renk ölçümlerini (ΔE^* , Δa^* , Δb^* ve ΔL^*) yapmıştır. Sonuçta perasetik asit kullanılmadan uygulanan poliüretan vernik ve akrilik vernikler ile boyanmış örneklerde 3000 saatin sonunda kırmızı ve sarı renk değerinin arttığını, renk parlaklık değerinin ise azaldığını belirtmektedirler.

Atılğan (2009), sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) ve saplı meşe (*Quercus robur*) odunlarını kullanmıştır. Pinar (*Quercus aucheri*), palamut (*Quercus robur*), Anadolu kestanesi (*Castanea sativa*) ve sarıot (*Boreova orientalis*) boyar ekstraktlarını ahşabın yüzeyine tutunmasını sağlamak ve boyanın rengini sabitlemek için; %3 $FeSO_4$, %5 $AlSO_4$ ve %10 sirke kullanmıştır. Boya çözeltileri mordanlı ve mordansız olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. 75x150x5 mm boyutlarında hazırlanan deney örneklerine, fırça yardımıyla 2 kat tatbik edilmiştir. Örnekler 100, 200 ve 300 saat olmak üzere hızlandırılmış yaşlandırma ortamına maruz bırakıldıktan sonra, her periyotta renk ölçümü (ISO 2470) yapılmış, renklerde meydana gelen değişikliklerin ΔE değeri belirlenmiştir. Sonuçlara göre; kestane boyasının, mordansız olarak doğu kayın odunu deney örneklerine uygulanmasında en düşük renk değişim değerini elde

ettiğini, doğal mordan olarak kullanılan sirkenin ise, kestane boyası ile sarıçam odunu deney örneklerine uygulanmasında en düşük renk değişim değerleri verdiğini bildirmektedir. Demir sülfatın ($FeSO_4$) renk değişim değeri en düşük çıkan uygulamasında ise, pinar boyasının sarıçam odunu deney örneklerine tatbik edildiği uygulamanın olduğunu belirtmektedir. Alüminyum sülfatın ($AlSO_4$) genellikle bütün uygulamalarda renk değişiminde en yüksek mordan türü olarak gözlemlendiğini ifade etmektedir.

Budakçı ve diğ. (2010) sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) ve meşe (*Quercus petraea* L.) ağaç malzeme yüzeylerine uygulanan selülozik, poliüretan ve akrilik vernik katmanlarının sıcak-soğuk etkisi ile hızlandırılmış yaşlandırma sonrası renk değişimlerini belirlemiştir. Örnekler ASTM-D 1211-97 (2001) esaslarına göre önce 50 ± 5 °C sıcaklıkta 1 saat bekletilmiş, daha sonra 1 saat laboratuvar şartlarında kondisyonlanmış, ardından -20 ± 2 °C sıcaklıkta 1 saat bırakılmıştır. Bu işlem 1 devir kabul edilmiş ve denemeler 20 devir tekrarlandıktan sonra meydana gelen renk değişimleri ASTM D2244-07e1 (2007)'de belirtilen esaslara göre Minolta CR231 tristimulus colorimeter cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Araştırma sonucuna göre en fazla renk değişimi vernik çeşidi düzeyinde selülozik, ağaç türü düzeyinde çamda tespit edildiği bildirilmiştir.

Çakıcıer ve diğ. (2011) sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), iroko (*Chlorophora excelsa*) ve anadolu kestanesi (*Castanea sativa* Mill.) odunlarına Kimetsan ve Akzo-Nobel tarafından temin edilen tek ve çift bileşenli su bazlı vernikler uygulanmış, bütün test panellerini ASTM D 4587-05 (2010) ve ISO 11507 (2007) standardına göre hızlandırılmış UV yaşlandırma cihazında UV-A 340 florasan lambalarını kullanarak, 216 ve 432 saat boyunca UV ışığına maruz bırakılmıştır. UV yaşlandırma işlemleri sonlarında test örneklerinde; parlaklık, yüzey pürüzlülüğü, renk ve yüzey sertliği testlerini yapmışlardır. Her üç odun türünde de yüzey sertliği ve parlaklık değerleri azalmakta, yüzey pürüzlülüğü ve renk ölçümleri ise arttığını bildirmektedirler.

Miklečić ve diğ. (2011) ThermoWood yöntemine göre; kayın (*Fagus silvatica* L.) odunları 190°C, 212°C, dişbudak (*Fraxinus excelsior* L.) odunları 190°C, 212°C ve gürgen ağacı (*Carpinus betulus* L.) odunları 212°C'de ısıtma işlemi uygulanarak, ısıtma işlemi görmüş ve görmemiş test örnekleri üzerinde su bazlı vernik, solvent bazlı poliüretan vernik ve UV ışığına karşı koruması için su bazlı nano empenyeli vernikler

ile kaplamıştır. Bütün örnek panelleri UV yaşlandırma cihazında UV-A 351 florasan lambalarını kullanarak, 5 cm uzaklıkta 768 saat (32 gün) boyunca UV ışığına maruz bırakmıştır. UV yaşlandırmanın etkilerini belirlemek için, FTIR analizleri ve Microflash 100d cihazında renk (CIELAB ΔE^* , L^* , a^* , b^* ve D65 ışık kaynağı, 10° ve $d/8^\circ$) ölçümlerine ait testleri yapmıştır. UV yaşlandırmanın etkisiyle renk parlaklık (ΔI^*) tonu değerinde artış, sarı renk (Δb^*) tonu değerinde ise su bazlı vernik uygulanmış örneklerde azalış görülürken, poliüretan vernik uygulanmış örneklerde ise artış belirlemiştir. Toplam renk farkı (ΔE^*) değerinin ise azaldığını tespit etmiştir.

Miklečić ve Jirouš-Rajković (2011) araştırmalarında, sitrik asit ile muamele edilmemiş ve sadece su bazlı vernik uygulanmış kayın örneklerini, UV-A 340 lambalarının bulunduğu UV cihazında 1344 saat (56 gün) süre boyunca UV ışınlarına maruz bıraktıktan sonra yüzeye yapışma değerinde artış olduğunu, parlaklık değerinin 600. saate doğru azaldığını, daha sonra ise 1344. saatlik periyodun sonuna doğru bu değer arttığını, toplam renk (ΔE^*) farkı değerinde ise 960. saate kadar arttığını, 1344. saatlik periyodun sonuna doğru bu değer azaldığını belirtmektedir.

Nzokou ve diğ. (2011) çalışmalarında dişbudak (*Fraxinus americana*), kırmızı meşe (*Q. rubra*) ve akçaağaç (*A. nigrum*) odunlarını, saten (3 kat), yüksek parlak poliüretan verniği (3 kat) ile kaplamıştır. Vernikli ve verniksiz test panelleri; UV 340 nm florasan lambaları bulunan UV yaşlandırma cihazında (18 dakika su spreyi, 2 saat UV ışığı altında) 1000 saat boyunca yaşlandırma işlemlerine maruz bırakmıştır. 0, 24, 120, 200, 450 ve 1000 saatlerine denk gelen sürelerde, ISO 2470 (1999) standardına göre 200 Reflectometer cihazında renk (CIELAB) ölçümlerini ve Hommel America Inc (Model RC 4000) cihazında ise yüzey pürüzlülüğü (R_a ve R_{max}) ölçümlerini tespit etmiştir. Akçaağaç ve dişbudak odunlarına uygulanan bütün vernik türlerinde yaşlandırma sürenin artmasına bağlı olarak ΔI değerinde azalmaların görüldüğü, meşe türünde ise ΔI değeri 200. saate kadar azalmanın, 1000. saate doğru artmanın olduğu belirlenmiştir. Dişbudak, Akçaağaç ve meşe türlerine uygulanmış bütün vernik türlerinde yaşlandırma sürenin artmasına bağlı olarak ΔE değerinin ise arttığını bildirmektedirler.

Sönmez ve diğ. (2011), termal yaşlandırmanın bazı ahşap verniklerin katman sertliğine etkilerini belirlemek amacıyla Sarıçam (*Pinus sylvestris L.*), Doğu kayını (*Fagus orientalis L.*), ve Sapsız meşe (*Quercus petraea L.*) odunlarından hazırlanan %8 ve %12 rutubet miktarındaki deney örneklerine sentetik (yat verniği), poliüretan ve su bazlı

vernikleri uygulamıştır. Daha sonra 25, 50, 75 ve 100 günlük sürelerde, 25°C, 50°C, 75°C ve 100°C sıcaklık şartlarında termal yaşlandırma işlemine maruz bırakmışlardır. Vernik katmanlarındaki sertlik değişimleri ISO 1522 (2006)'de belirtilen esaslara göre belirlenmiştir. Test sonuçlarına göre % 8 rutubette poliüretan vernikle hazırlanan deney örnekleri en başarılı sonuçları verdiği bildirilmiştir.

Fufa ve diğ. (2012), 4 farklı grup olarak hazırlanmış Norveç ladini (*Picea abies*) örneklerini (boyasız, boyalı, %1 TiO₂ nanoparticles, %0,5 TiO₂ + %0,5 nanoclay), MHG lambalarının bulunduğu Atlas SC600 solar Simulator cihazında (4 saat su spreyi, 20 saat güneş ışını, %100 ortalama nem ve 1 saat su spreyi, 5 saat güneş ışını, %50 ortalama nem); 4, 10, 14, 22, 47 ve 62 gün süre boyunca yaşlandırma işlemlerine maruz bırakmıştır. Yaşlandırma uygulamaları sonunda; Thermo Nicolet 8700 FTIR spectrometer cihazında FTIR analizlerini ve Mercury 3000 colorimeter cihazında ise renk (CIELAB ΔL^* , Δa^* , Δb^* , ΔE^*) ölçümlerine ait testleri yapmıştır. Yaşlandırmanın sonuna doğru boyalı örneklerde; kırmızı renk, sarı renk ve renk parlaklık (ışıklılık) değerlerinde azalmaların olduğunu, toplam renk farkı değerinde artışların olduğunu belirtmişlerdir.

Toker ve diğ. (2012), sarıçam (*Pinus sylvestris L.*) odunlarını ASTM 1413-07e1 (2007) standardına göre %3, 6 ve 9 Tanalith-E ile muamele etmiştir. Poliüretan sentetik ve su bazlı vernikler ile sarıçam odunlarını vernikledikten sonra 8 adet UV lambaların bulunduğu bir UV cihazında 50°C, %50 nemli ortamda 500 saat boyunca yaşlandırmaya maruz bırakmıştır. ASTM-D 4541 (1995) standardına göre adhezyon testlerini yapmıştır. %9 Tanalith-E kimyasalına sahip su bazlı vernik uygulanmış sarıçam odunlarının yüzeye yapışma direnci değerleri en düşük değerde belirlerken, verniksiz kontrol örneklerinin en yüksek yüzeye yapışma direncine sahip olduğunu bildirmiştir.

Demirci ve diğ. (2013) sarıçam (*Pinus sylvestris L.*), doğu kayını (*Fagus orientalis L.*), ve sapsız meşeden (*Quercus petraea L.*) hazırlanan %8 ve %12 rutubet miktarındaki deney örneklerine, sentetik (alkid), çift bileşenli poliüretan (üretan alkid) ve subazlı (self cross-linked polyurethane) vernikler uygulanmıştır. Daha sonra 25°C, 50°C, 75°C ve 100°C sıcaklık şartlarında 25, 50, 75 ve 100 günlük süre ile termal yaşlandırma işlemi yapılmıştır. Vernik katmanlarının yapışma direnci ISO 4624 (2002), yüzey parlaklığı ISO 2813 (1994) esaslarına göre belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre termal yaşlandırma yapılan tüm örneklerde, yüzeye yapışma direncinin kontrol

örneklerinden daha düşük olduğu, termal işlem sıcaklığı ve süre artışının ise vernik katmanlarının parlaklık değerlerinde azalmaya sebep olduğu belirtilmiştir.

Budakçı ve Taşcıoğlu (2013) sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odunlarını SABBS (yarı mat alkid-based brown stain) ve ABCV (alkid-based clear varnish) vernikleri ile vernikledikten sonra ASTM D 1641 (1981) standardına göre 5 yıl boyunca doğal yaşlandırmaya maruz bırakmışlardır. ASTM D 4541 (1995) standardına göre yapılan yüzeye yapışma testleri sonucunda uzun süreli dış ortam şartlarına maruz bırakılmış örneklerde SABBS'da %4,2 ve ABCV'de ise %33,9 oranında bir azalmanın görüldüğünü bildirmişlerdir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. MATERYAL

2.1.1. Ağaç Malzeme

2.1.1.1. Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.)

Diri odunu geniş, sarımsı veya kırmızımsı beyaz, öz odunu ise açık kırmızımsı kahve renklidir. Radyal kesitte yaz odunu birbirine paralel şeritler halinde görülür. Yıllık halka sınırları çok belirli ve hafif dalgalıdır. Radyal ve teğet kesitleri parlak, sık ve geniş reçine kanalları olan yumuşak odunlu bir ağaç türüdür (Örs ve Keskin 2001). 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	gr/cm ³
	D ₁₂	0,52	gr/cm ³
Daralma Yüzdesi	β _r	4,0	%
	β _t	7,7	%
	β _v	12,1	%
Elastikiyet Modülü	E-Mod	11,700	N/mm ²
Eğilme Direnci	σ _e	98	N/mm ²
Çekme Direnci	σ _ç //	102	N/mm ²
Basınç Direnci	σ _b //	54	N/mm ²
Dinamik Eğilme Direnci	a	0,39	kN/cm

Kolay kurutulur, çatlamaya ve dönüklüğe eğilimi azdır, iyi işlenir ve yapıştırılır. Yüzey işlemlerinde reçine sızıntısı nedeniyle güçlük çıkar. Güç cilalanır, öz odunu çok dayanıklıdır. Diri odununa mantar ve böcekler arız olabilir. Odununun rutubeti %25’den fazla olduğu durumlarda ve 20–25°C’ler de mavi renk oluşumu görülür. Öz odun güç, diri odun çok iyi emprenye edilebilmektedir (Bozkurt ve Erdin 2000).

Yıllık halka sıraları belirgin olup yaz odunu traheidleri radyal yönde çok yassılaştırmış, kalın çeperli, dar lümenlidir. İlkbahar odununda traheidler geniş lümenli ve ince çeperlidir. İlkbahar odunundan yaz odununa geçiş oldukça hızlıdır. İlkbahar odunu traheidlerinin radyal çeperlerinde kenarlı geçitler büyük ve tek sıralıdır (Bozkurt ve

Erdin 2000).

Dar yıllık halkalı malzemededen doğramacılıkta, daha geniş yıllık halkalı malzemededen ise binaların karkas kısmında, toprak ve su tahkimatında, kaplama levha olarak ve kontrplakta, mobilyacılıkta, maden direği, tel direği, travers, lif ve yonga levha ile kağıt endüstrisinde kullanılmaktadır (Bozkurt ve Erdin 2000).

2.1.1.2. Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky)

Doğu kayını, genel görünüşü bakımından kardeş tür olan Avrupa kayını'na çok benzer. Hatta bazı botanikçiler tarafından onun bir formu olarak kabul edilmektedir. 30–40 m'ye kadar boy, 1 m'ye kadar çap yapabilen Doğu kayını, dolgun ve düzgün gövdeli I. sınıf orman ağaçlarımızdandır (Hafizoğlu ve diğ. 1994).

Kabuğu açık kül renginde olup, ince ve düzgün yapıdadır. Genç sürgünler kırmızımsı kahverengi renktedir. Yapraklar elips veya ters yumurta biçiminde olup, kenarları tam veya hafif dalgalıdır. Yaprak uçları, sivri uzun veya kısa olup, körpe iken kenarları kirpiklidir (Hafizoğlu ve diğ. 1994).

Doğu kayını odununun, doğal görünümü kırmızımsı beyazdır. Doğu kayını odunu, dağınık küçük traheli olup, küçük traheler bütün yıllık halka içerisinde dağınık durumda, özışınları kalın ve çok belirgin, radyal kesitte iri özışını levhaları, teğet kesitte iki ucu sivri iç öz çizgileri bulunmaktadır. Traheler küçük olduğu için çıplak gözle görülememektedir (Hafizoğlu ve diğ. 1994).

Enine kesitte, yıllık halkanın her tarafına dağılmış durumda ve yaz odununa gidildikçe sayı ve çapları yavaş yavaş azalmaktadır. Kalın ve parlak özışınları göze çarpıcı, aralarında düzenli olmak üzere 0,5–1 mm'lik aralıklar bulunur. Yıllık halka sınırları belirgin ve yaz odunu ilkbahar odununa göre daha koyu renktedir. İki kalın öz ışını arasında yıllık halka biraz dışarıya doğru çıkık ve bombelidir (Hafizoğlu ve diğ. 1994).

Radyal kesitte özışını levhaları parlak koyu renkte ve yüzeyin yaklaşık olarak 1/10'unu kaplamaktadır (Yaltırık 1988). Doğu kayını odununun fiziksel ve mekanik özellikleri Çizelge 2.2'de verilmiştir.

Çizelge 2.2. Doğu kayını odununun fiziksel ve mekanik özellikleri (Malkoçoğlu 1994).

Yoğunluk	D ₀	0,98	gr/cm ³
	D ₁₂	0,72	gr/cm ³
Daralma Yüzdesi	β _r	4,95	%
	β _t	11,04	%
	β _v	16,21	%
Elastikiyet Modülü	E-Mod	13082,2	N/mm ²
Eğilme Direnci	σ _e	112,3	N/mm ²
Çekme Direnci	σ _ç //	131,6	N/mm ²
Basınç Direnci	σ _b //	57,2	N/mm ²
Dinamik Eğilme Direnci	a	0,95	kN/cm

2.1.1.3. Sapsız Meşe (*Quercus petraea* L.)

Diri odunları dar, sarımsı beyaz renkte, öz odunları sarımsı kahve renklidir. Yıllık halka sınırları belirgin, ilkbahar odununda büyük traheler birkaç sıra halinde, gözenekli bir halka teşkil ederler. Yaz odunu daha koyu renktedir. İletim dokuları radyal kesitte ve teğet kesitte çizikler halinde görülür (Bozkurt ve Erdin 2000).

Enine kesitte merkezden çevreye doğru uzanan öz ışınları, biçilmiş parça yüzeyinde parlak aynalar halinde görülür. Yaz odunu traheleri, ilkbahar odunu trahelerini hemen takip etmeyip bir boşluk bulunur. Yaz odunu traheleri aynı irilikte olup, radyal yönde daha geniş, açık renkli şeritler teşkil eder (Bozkurt ve Erdin 2000).

İşlenme özellikleri yıllık halka genişliğine bağlı olarak değişir. Aletler keskin olmalıdır. Çivileme güç ve ön delme işlemine gerek vardır. Yapıştırılması iyidir, ancak alkali tutkallarda lekelenme meydana gelebilir. Renklendirilebilir. Yüzeyler doldurulduktan sonra iyi cila kabul eder. Metallerle temasta mavi renk oluşur. Kurutmanın ilk safhalarında çok yavaş bir program uygulanmalıdır (Bozkurt ve Erdin 2000).

Çatlamaya ve yarılmaya eğilimi nedeniyle çok yavaş kurutulur. Açık havada kurutmada ince istif lataları kullanılmalı ve enine kesitlerin korunması için önlem alınmalıdır. Fırında kurutmada, hızlı kurutma söz konusu olduğundan küçük çatlakları ve çarpılmalar görülebilir. Kullanım yerinde stabilitesi orta derecededir (Bozkurt ve Erdin 2000).

Sapsız meşe odununun fiziksel ve mekanik özellikleri Çizelge 2.3'de verilmiştir.

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

Yoğunluk	D ₀	0,67	gr/cm ³
	D ₁₂	0,69	gr/cm ³
Daralma Yüzdesi	β _r	5,08	%
	β _t	9,18	%
	β _v	14,51	%
Elastikiyet Modülü	E-Mod	11300	N/mm ²
Eğilme Direnci	σ _e	118	N/mm ²
Çekme Direnci	σ _{ç//}	88	N/mm ²
Basınç Direnci	σ _{b//}	60	N/mm ²
Dinamik Eğilme Direnci	a	0,68	kN/cm

Trahelerin tüllerle tıklı olması sıvıların geçmesini engellediği için konyak, şarap ve bira fiçılarının yapımında ideal bir malzemedir. Masif olarak mobilya, küçük gemi yapımında, doklarda, limanlarda, su içi inşaatlarda, vagon yapımında ve toprakla temas eden her çeşit kullanım yerinde değerlendirilir. Yüksek kalite marangozluk işlerinde, oymacılık, parke, karoser yapımı ve kesme kaplama levhaları olarak mobilya ile lambrielerde kullanılır (Bozkurt ve Erdin 2000).

2.1.2. Örnek Ağaçların Elde Edilmesi

Örneklerin hazırlanmasında ülkemizde ticari öneme sahip olan, sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) ve sapsız meşe (*Quercus petraea* L.) türleri tercih edilmiştir. Çalışmada kullanılan ağaç türleri; Düzce’de bulunan Güven Orman Ürünleri A.Ş.’den rastgele seçim yöntemine göre 510x110x20 mm boyutlarında temin edilmiştir. Ağaç malzemenin budaksız, ardaksız, büyüme kusurları bulunmayan, düzgün lifli, öz ve diri odun kısımları karışık bir halde alınmasına özen gösterilmiştir.

2.1.3. Deney Örneklerinin Hazırlanması

Keresteler daha sonra Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü’ne ait laboratuvarında, ortalama 20±2°C sıcaklık ve %65±5 bağıl nemli (TS 642 ISO 554 1997) iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa ulaşınca kadar bekletilerek rutubetlerinin %12’ye gelmesi sağlanmıştır (TS 2471 2005).

2.2. YÖNTEM

2.2.1. Isıl İşlem Uygulaması

Bu araştırmada kullanılan ahşap örnekler ThermoWood ısıl işlem metodu ile çalışan Nova Orman Ürünleri San. Tic. A.Ş.'nin Bolu-Gerede de bulunan ThermoWood Kereste Üretim Fabrikası'nda ısıl işleme tabi tutulmuşlardır. Sarıçam, kayın ve meşe örnekler fabrikada bulunan bilgisayar kontrollü test fırınında, 190°C'de 2 saat ve 212°C'de 1-2 saat periyotlarında ThermoWood yönteminde belirtilen esaslara uygun olarak ısıl işleme tabi tutulmuştur.

Isıl işlem görmüş keresteler Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü'nde TS 642 ISO 554 (1997) standardına göre ortalama 20±2°C sıcaklık ve %65±5 bağıl nemli iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa gelinceye kadar bekletildikten sonra deneysel çalışmalara geçilmiştir.

Daha sonra test örnekleri endüstriyel uygulamalara uygun olarak kalibre zımpara makinesinde önce 100, 120 ve daha sonra 180 nolu zımpara ile zımparalanmıştır.

2.2.1. Su-Bazlı Verniklerin Uygulanması

2.2.1.1. Astar Vernik Uygulaması

Vernikleme öncesi 500 x 100 x 14 mm temiz ölçüsüne getirilen örnekler 180 nolu zımpara ile tekrar zımparalanmıştır. Isıl işlem görmüş sarıçam, kayın ve meşe keresteleri; DUAL BOYA Firmasından temin edilen ve firma önerilerine göre uygulamaya hazır hale getirilen AQUACOOOL FX 6150 kodlu biyosit ve lignin koruyucu içeren renksiz astar ile 10 sn'lik daldırma periyoduna göre iki kat olarak uygulanmıştır (Çizelge 2.4).

Katlar arasında 20°C ortam sıcaklığında 3 saat beklendikten sonra kuruyan vernik filmi 400 nolu su zımparası ile zımparalanmış ve tozlar temizlendikten sonra ikinci kat uygulaması yapılmıştır (Şekil 2.1).

Tam kuruması sağlanan astar katı, 400 numara zımpara ile zımparalanarak tozlar temizlendikten sonra su bazlı tek ve çift bileşenli son kat vernik uygulamalarına geçilmiştir.



Şekil 2.1. Renksiz astar vernik uygulanmış ağaç malzemeler (Foto Ayata).

2.2.1.2. Su-Bazlı Tek Bileşenli Vernik Uygulaması

Son kat su bazlı tek bileşenli vernik uygulamasında Dual Boya Firmasının AQUACOOOL FX 7680/00 Dış Mekân renksiz son kat verniği kullanılmıştır. Endüstriyel uygulamalara uygun olarak Çizelge 2.4’de verilen miktarlarda tatbik edilmiştir.

Çizelge 2.4. Tez çalışmasında uygulanan tek bileşenli vernik uygulaması

FX 6150 UV Koruyucu Astar Daldırma yöntemi Katı Madde (%19,45)	1. kat	130 g/m ²	25 g/m ²
	2. kat	70 g/m ²	13 g/m ²
FX 7680 Son Kat Vernik Pistole ile yöntemi Katı Madde (%43,26)	1. kat	140 g/m ²	61 g/m ²
	2. kat	140 g/m ²	61 g/m ²
Toplam Katı Madde		160 g/m ²	

Uygulamada tabanca uç açıklığı 2,0 mm olan üstten hazneli püskürtme tabancası kullanılmıştır. Püskürtme tabancası ile endüstriyel yüzey uygulaması yönelik olarak numune yüzeyine dik ve uzaklığı 20-25 cm olacak şekilde paralel hareket ettirilerek, her katta önce liflere dik sonra liflere paralel olmak üzere çapraz kat yapılmıştır (Şekil 2.2).

Uygulamadaki hava basıncı 2 bar olarak seçilmiştir. Vernik uygulamasında birinci kat uygulandıktan sonra 20°C ortam sıcaklığında 3 saat beklenmiş ve kurutulmuş katman 400 nolu su zımparası ile zımparalandıktan sonra ikinci kat uygulanmıştır. Uygulama sırasında Çizelge 3.1’de verilen verniklere ait katı madde miktarlarının oranlarına göre film katman kalınlıklarının birbirine eşit olmasına özen gösterilmiştir. Üretici firma tarafından takım halinde temin edilen su-bazlı tek bileşenli verniğin bazı teknik özellikleri Çizelge 2.6’da verilmiştir.

2.2.1.3. Su-Bazlı Çift Bileşenli Vernik Uygulaması

Son kat su bazlı çift bileşenli vernik uygulamasında Dual Boya Firmasının AQUACOOOL 0820/00 Dış Mekân renksiz son kat verniği (vernük + AQUACOOOL AX 0115 sertleştirici (%25) + su (%10)) kullanılmıştır. Endüstriyel uygulamalara uygun olarak Çizelge 2.5’de verilen miktarlarda tatbik edilmiştir.

Çizelge 2.5. Tez çalışmasında uygulanan çift bileşenli vernik uygulaması.

FX 6150 UV Koruyucu Astar Daldırma yöntemi (Katı Madde %19,45)	1. kat	130 g/m ²	25 g/m ²
	2. kat	70 g/m ²	13 g/m ²
FX 0820 2K Son Kat Vernik Pistole ile yöntemi karışım (Katı Madde %37,78)	1. kat	105 g/m ²	40 g/m ²
	2. kat	105 g/m ²	40 g/m ²
	3. kat	105 g/m ²	40 g/m ²
	Toplam Katı Madde	158 g/m ²	

Uygulamada tabanca uç açıklığı 2,0 mm olan üstten hazneli püskürtme tabancası kullanılmıştır. Püskürtme tabancası ile endüstriyel yüzey uygulamasına göre numune yüzeyine dik ve uzaklığı 20-25 cm olacak şekilde paralel hareket ettirilerek, her katta önce liflere dik sonra liflere paralel olmak üzere çapraz kat uygulaması yapılmıştır (Şekil 2.2).

Uygulamadaki hava basıncı 2 bar olarak seçilmiştir. Vernik uygulamasında birinci kat uygulandıktan sonra 20°C ortam sıcaklığında 3 saat beklenmiş ve kurutulmuş katman 400 nolu su zımparası ile hafifçe zımparalandıktan sonra ikinci kat uygulanmıştır. İkinci kat uygulamasından sonra 20°C ortam sıcaklığında 3 saat beklenmiş ve kurutulmuş katman 400 nolu su zımparası ile hafifçe zımparalandıktan sonra üçüncü kat uygulanmıştır.

Uygulama sırasında Çizelge 3.1’de verilen verniklere ait katı madde miktarlarının oranlarına göre film katman kalınlıklarının birbirine eşit olmasına özen gösterilmiştir.

Üretici firma tarafından takım halinde temin edilen su-bazlı çift bileşenli verniğin bazı teknik özellikleri Çizelge 2.6’da verilmiştir.

Çizelge 2.6. Uygulanan vernikler hakkında üretici firma bilgileri.

Vernik Türleri	Bileşeni	Yoğunluk	pH	Katı Madde	Uygulama Metodu	Viskozite	Uygulanan Miktar (g/m ²)
FX 6150 UV Koruyucu Astar	Akrilik Reçine, Biyosit ve UV koruyucu	1,02	9,2	%19±2	Tercihen daldırma yöntemi, rulo, fırça, bez, sünger	DIN 4 kabında 20°C'de 11 saniye	Tek katta 100
FX 7680 Dış Mekân Parlak Vernik	Akrilik ve Alifatik PU Reçine	1,05	9,3	%42±2	Pistole, fırça	DIN 6 kabında 20°C'de 45-55 saniye	100-140
FX 0820 Dış Mekân Parlak Vernik 2K	Alifatik PU Dispersiyon	1,03	8,5	%32±2	Pistole, Basınçlı Pompa	DIN 4 kabında 20°C'de 35-45 saniye (AX 015 Sertleştirici katılmış hali ile)	60-100
AX 0115 Sertleştirici	Suda çözünen Alifatik Poliizosiyanat	-	-	%66-72	-	-	-



Şekil 2.2. Su-bazlı tek ve çift bileşenli verniklerin uygulaması (Foto Ayata).

2.2.3. Hızlandırılmış UV Yaşlandırma Uygulaması Öncesi Deney Örneklerinin Hazırlanması

Isıl işlem görmüş ve su bazlı tek ve çift bileşenli vernikler ile verniklenmiş 500x100x14 mm boyutlarındaki örnekler, yaşlandırma cihazına ait panel tutuculara uygun olarak, 120x80x14 mm boyutlarında kesildikten sonra elde edilen malzemelerin vernik bulunmayan açık kenarları, yaşlandırma uygulamaları sırasında herhangi bir olumsuz etkilere maruz kalmaması için aynı tür vernik ile verniklenerek yaşlandırma işlemlerine hazır hale getirilmiştir (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Hızlandırılmış UV yaşlandırma uygulaması için hazırlanan deney örnekleri (Foto Ayata).

2.2.4. Hızlandırılmış UV Yaşlandırma Uygulaması

Sarıçam, kayın ve meşe odunlarına ait deney örneklerine, su bazlı tek ve çift bileşenli vernikler uygulandıktan sonra İklimlendirme Laboratuar'ında %12 rutubet için $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ve $\%65\pm 3$ bağıl nem şartlarında üç hafta süreyle kurumaya bırakılmıştır

Daha sonra vernikli malzemeler; ASTM G 154-06 (2006) standardına (15 dakika su sprej, 8 saat UV) ait yaşlandırma ortam koşullarının modifiye edilmesiyle hazırlanmış (0,67 ışık şiddeti, 18 dakika su sprej, 2 saat UV ve 50°C ortam sıcaklığı) ve UV - A 340 florasan lambalarının bulunduğu QUV accelerated weathering tester cihazında; 144, 288 ve 432 saat süre boyunca UV yaşlandırma etkilerine maruz bırakılmıştır.

UV yaşlandırma uygulamasına tabi tutulan bütün örneklerin yaşlandırma öncesi ve yaşlandırma peryiyotları sonlarında; yüzeye yapışma direnci, yüzey pürüzlülüğü,

çizilme direnci, salınımsal sertlik, parlaklık ve renk ölçümleri belirlenmiştir.



Şekil 2.4. QUV accelerated weathering tester cihazı (Foto Ayata).

Isıl işlem görmüş ve su bazlı vernik uygulanmış, sarıçam, kayın ve meşe türlerine ait test örneklerinde yaşlandırma uygulamasına ait deneme deseni Çizelge 2.7’de verilmiştir.

Çizelge 2.7. Yaşlandırma uygulamasına ait deneme deseni.

Ağaç Türü	ThermoWood		Vernik Çeşidi		Yaşlandırma Periyodu		
	Sıcaklık	Süre					
Sarıçam (<i>Pinus sylvestris</i> L.)	190°C	2 Saat	2 Kat Astar + Su Bazlı Tek Bileşenli Vernik (2 Kat Sonkat)	2 Kat Astar + Su Bazlı Çift Bileşenli Vernik (3 Kat Sonkat)	144 Saat	288 Saat	432 Saat
	212°C	1 Saat					
	212°C	2 Saat					
Doğu kayını (<i>Fagus orientalis</i> L.)	190°C	2 Saat					
	212°C	1 Saat					
	212°C	2 Saat					
Sapsız meşe (<i>Quercus petraea</i> L.)	190°C	2 Saat					
	212°C	1 Saat					
	212°C	2 Saat					

Anderson ve diğ. (1991) tarafından yapılan bir çalışmada 2400 saatlik bir UV yaşlandırma işleminin yaklaşık 5 yıla denk geldiğini ifade etmektedir. Bu bilgi kapsamında çalışmada uygulanan 144 saatlik sürenin 3,5 aya, 288 saatlik sürenin 7 aya ve 432 saatlik sürenin ise 10,5 aya denk geldiği söylenebilir.

2.3. DENEME METODLARI

2.3.1. Katı Madde Tayini

Katı madde tayininin amacı; eşit kalınlıkta katman hazırlayabilmek için vernik veya boyanın katman yapma özelliğini tespit etmektir. Bunun için; ASTM D 1644-01 (2006) esaslarına uyularak; vernikler, darası önceden alınan Ø 75±5 mm'lik konkav saat camına 2±0,2 g olacak şekilde damlalık ile konulmuş, daha sonra etüvde 60°C'de ağırlıkça sabit hale gelene kadar bekletilmiştir. Bu süre sonunda çözücüler tamamen buharlaştırılarak yeniden tartımları yapılmıştır.

Katı madde miktarları aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır.

$$K_m = [(V_u - \text{Ç}_b) / V_u] \times 100 \quad (2.1.)$$

Burada;

V_u = Uygulanan vernik (g),

Ç_b = Buharlaşan çözücü (g),

K_m = Katı madde (%)

$$V_u = G - D, \text{Ç}_b = G - E \quad (2.2.)$$

G = Yaş ağırlık (g),

D = Dara (g),

E = Kuru ağırlık (g)

2.3.2. Emprenye Retensiyon Oranlarının Belirlenmesi

Firma önerilerine göre uygulamaya hazır hale getirilen AQUACOOOL FX 6150 kodlu renksiz astar verniğinin uygulanmasında kısa süreli emprenye daldırma metodu kullanılmış olup, deney numuneleri 10 saniye süre ile emprenye maddesi içerisinde 2 defa bırakılmıştır.

Emprenye edilen örneklerin absorbe ettikleri çözelti miktarları ve net kuru madde miktarları TS 5723/1988 standardında belirtilen yol takip edilerek aşağıdaki formüllere göre hesaplanmıştır (Bozkurt ve diğ. 1993).

$$\text{Retensiyon} = \frac{G \times C}{V} \times 10 \text{ kg/m}^3 \quad (2.3.)$$

Eşitlikte;

G = Örnek tarafından absorbe edilen çözelti miktarı ($m_1 - m_0$) (g)

m_0 = Emprenye öncesi ağırlık (g)

m_1 = Emprenye sonrası yaş ağırlık (g)

C = Çözelti konsantrasyonu

V = Odun örneğinin hacmi (cm^3) dir.

$$\text{Retensiyon} = \frac{M_{oes} - M_{oeö}}{M_{oeö}} \times 100 \quad (2.4.)$$

Eşitlikte;

M_{oes} = Emprenye sonrası numunenin tam kuru ağırlığı (g)

$M_{oeö}$ = Emprenye öncesi numunenin tam kuru ağırlığı (g)

C = Çözelti konsantrasyonu (%).

2.3.3. Kuru Film Kalınlıkları

Çalışmada kullanılan verniklerin kuru film katman kalınlıkları Şekil 2.5’de gösterilen PosiTector 200 cihazında ASTM D 6132 (2008) standardında belirtilen esaslara uyularak belirlenmiştir.



Şekil 2.5. PosiTector 200 cihazı (Foto Ayata).

Çeşitli mikron kalınlıklarına sahip film tabakaları ile kalibresi doğrulanan cihazın probu, vernikli ahşap malzeme üzerine damlatılan jel (DeFelsko marka – Ultrasonic couplant)’in üstüne gelecek şekilde bastırılmaktadır. Cihaz ultrasonik olarak çoklu

sinyal gönderdikten hemen sonra tarama yapması ile otomatik olarak mikron kalınlığına ait değer ekranda okunmaktadır (Şekil 2.5).

2.3.4. Renk Ölçümü

Renk ölçümleri, ASTM D 2244-3 (2007)'de belirtilen esaslara göre ışık kaynağı D65, 10° olarak kalibre edilen Konica Minolta Chroma Meter CR-400 ölçer cihazında yapılmıştır.



Şekil 2.6. Konica minolta chroma meter CR-400 ölçer cihazı (Anonim 2013c).

1976 yılında Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (Commission Internationale de l'Eclairage (CIE)) tarafından CIELAB renk aralığı tanımlanmıştır. Bu sistemde renk, 3 boyut içinde bir nokta olarak temsil edilmektedir (Çağlar ve Yamanel 2007).

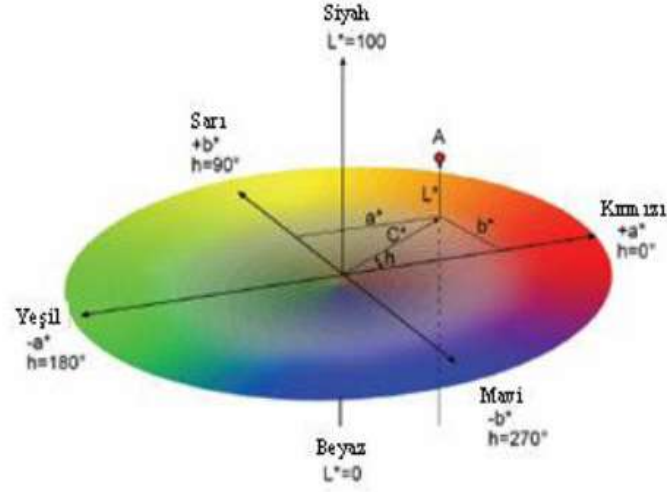
CIEL* a* b* renk sisteminde, renklerdeki farklılıklar ve bunların yerleri L*, a*, b* renk koordinatlarına göre tespit edilmektedir. Burada, L* siyah-beyaz (siyah için L*=0, beyaz için L*=100) ekseninde, a* kırmızı-yeşil (pozitif değeri kırmızı, negatif değeri yeşil) ekseninde, b* ise sarı-mavi (pozitif değeri sarı, negatif değeri mavi) ekseninde yer almaktadır (Söğütü ve Sönmez 2006).

Şekil 2.7'de gösterilen renk alanında L* koordinatı dikey eksenini (y), a* koordinatı yatay (x) eksenini ve b* koordinatı da (z) eksenini oluşturmaktadır. CIEL* a* b* renk sisteminde, iki renk arasındaki farkı hesaplamak için;

$$\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} \quad (2.5.)$$

formülü kullanılmaktadır (Çağlar ve Yamanel 2007).

ΔE^* 'nin düşük değerde olması, rengin değişmediği ya da çok az değişim olduğunu göstermektedir (Söğütü ve Sönmez 2006). CIEL*, a^* , b^* renk alanı Şekil 2.7'de gösterilmiştir.



Şekil 2.7. Üç boyutlu CIE L*a*b* renk bölgeleri (Johansson 2005).

2.3.5. Yüzey Parlaklık Ölçümü

Vernikli yüzeylerin ışığı yansıtma kabiliyetlerinden yararlanılarak ISO 2813 (1994)'de belirtilen esaslar çerçevesinde ölçümleri parlaklık ölçüm cihazı (Gloss-metre) ile yapılmıştır.



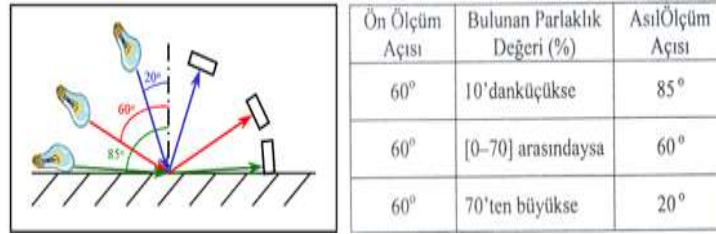
Şekil 2.8. Boya / vernik katmanı yüzey parlaklık ölçüm cihazı (Foto Ayata).

Şekil 2.8 Boya / Vernik Katmanı Yüzey Parlaklık Ölçüm Cihazı Gloss-metre, bir ışık kaynağından birbirine paralel veya yaklaşan ışık demetini deney alanına yönelten mercek ile mercek fotosel alıcı penceresinin oluşturduğu alıcıdan meydana gelmektedir (Sönmez 2000).

Boya ve vernik katmanlarının parlaklığı tespit edilirken, 20° mat katmanların, 60° hem mat hem de parlak katmanların, 85° ise çok parlak katmanların yüzey parlaklığını

belirlemek için kullanılmaktadır (Sönmez 2000).

Vernik uygulamasından sonra tam kuruması sağlanan deney örnekleri ISO 2813 (1994)'de belirtilen esaslar çerçevesinde $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ve $\%50\pm 5$ bağıl nem şartlarında 16 saat süreyle kondisyonlanarak ölçümlere hazır hale getirilmiştir. $60^{\circ}\pm 2$ parlaklık seviyesinde test edilerek, elde edilen değerler, parlaklık derecesi 100 olarak kabul edilen siyah kalibrasyon cam paneline göre değerlendirilmiştir (Kazan 2009).



Şekil 2.9. Üç farklı açıda parlaklık ölçümünün şematik gösterimi ve 60° 'de yapılan ön ölçümün ardından, asıl ölçüm açısının belirlenme kriterleri (McCormick ve Tas 1999).

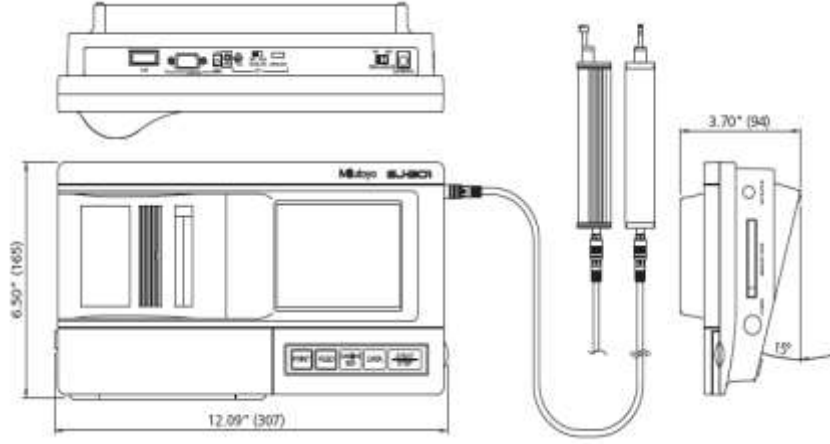
Ölçümler her bir yüzey için liflere paralel ve dik olacak şekilde ThermoWood metoduna göre ısıtılmış ve su bazlı tek ve çift bileşenli vernikler uygulanmış bütün örnekler üzerinde, UV yaşlandırma öncesi ve sonlarında ölçülerek bu değerlerin aritmetik ortalamaları için ayrı ayrı yapılmıştır.

Çizelge 2.8. 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

2.3.6. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçümü

Yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinde, ardışık profil değişikliklerini ölçebilen Mitutoyo SurfTest SJ-301 dokunmalı (iğneli) yüzey pürüzlülük ölçüm aleti kullanılmıştır. Cihaz, pürüzlülük ölçümünde, $5\ \mu\text{m}$ çaplı elmas ucunu örnek yüzeyinde aşağıya-yukarıya hareket ettirerek yüzeydeki girinti ve çıkıntıların profilini çıkararak, ölçüm yapmaktadır.



Şekil 2.10. Mitutoyo surfteft SJ-301 cihazının dış görünüşü (Portable Surface roughness tester surfteft Sj-301 kullanım kılavuzu 1998).

Her yaşlandırma periyodu sonunda yüzey pürüzlülük ölçümleri yapılmıştır. Alet ölçme hızı 10 mm/dak ve iğne çapı 4 µm olarak seçilmiştir. Ölçme liflere dik yönde yapılmış, değerlendirme uzunluğu (tarama uzunluğu) $L_t=15$ mm, örnekleme uzunluğu (sınır dalga boyu $\lambda=2,5$ mm seçilerek pürüzlülük değeri $\pm 0,5$ mm duyarlılıkta belirlenmiştir.

Ölçmelerde tarama iğnesinin örnek yüzeylerinde kusurlara (çizik, kesik vb.) yol açmaması için alet tarama kolu yükü 10 gramdan düşük tutulmuş; tarama iğnesi ucu hücre boşluklarına takıldığında ölçme tekrarlanmıştır. Ölçme ortamı gürültü kaynaklarından uzak tutulmuş, aletin yerleştirildiği masa titreşimleri önleyici yalıtkan bir malzeme ile kaplanmıştır. Ayrıca ortam sıcaklığının 18-22°C arasında olmasına özen gösterilmiştir (Korkut 1999).

Örneğin ve cihazın yer düzlemine paralelliği kontrol ve ayar edildikten sonra R_a , R_z ve $R_{max}=R_y$ değerleri ISO 4287 (1997) standardına göre belirlenmiştir. Her numunede toplam on ölçüm yapılmıştır. Ölçme hassasiyetinin sürekliliği için her yaşlanma periyotlarında kalibrasyon tekrar yapılmıştır.

2.3.7. Salınımsal Sertlik Testi

Vernik katmanının dış etkenlere dayanıklılığını belirleyen sertlik değerleri ANS/ISO 1522 (1998)'de belirtilen esaslara uyularak, pandüllü sertlik ölçüm cihazı ile köning yöntemine göre yapılmıştır. Cihaz, örnek platformuna yerleştirilen numune yüzeyinde $63\pm 3,3$ HRC sertliğinde ve $5\pm 0,0005$ mm çapında iki bilye ile salınım yapan pandül sakınımlarına göre katman sertliklerini belirler. Salınım sayısının fazla olduğu yüzeyler

sert, az olduğu yüzeyler ise daha düşük sertliktedir (Sönmez 1989).

Vernik uygulamasından sonra tam kuruması sağlanan deney örnekleri ANS/ISO 1522 (1998)'de belirtilen esaslar çerçevesinde $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ve $\%50\pm 5$ bağıl nem şartlarında 16 saat süreyle kondisyonlanarak ölçümlere hazır hale getirilmiştir.



Şekil 2.11. Pandüllü sertlik ölçüm cihazı (Foto Ayata).

2.3.8. Çizilme Direnci

Çizilme direncinin belirlenmesi için her bir vernik çeşidine ait $120\times 80\times 14$ mm boyutlarındaki örnekten yararlanılmış ve deneyler EN 15186 (2012) esaslarına uygun olarak yapılmıştır. Örneklerin ortalarına 6,5 mm çapında matkapla delik açılarak çizilme direnci deney aletine yerleştirilmektedir (Şekil 2.12). Önce 5 N'luk bir kuvvetle örnek bir tur döndürülmekte kesintisiz bir çizgi oluşmamış ise, kesintisiz bir çizgi oluşuncaya kadar 0,5 N'luk kademelerle kuvvet arttırılmaktadır.

5 N'luk kuvvet uygulamasında kesintisiz çizgi oluşursa, 2 N'a kadar 0,5 N'luk, 1 N'a kadar 0,25 N'luk ve 1 N'un altında 0,1 N'luk kademelerle kuvvet azaltılarak işlem sürdürülmektedir. Daire şeklinde meydana gelen sürekli çizgilerde kesintiler oluşmaya başlayınca denemeye son verilmektedir ve uygulama kuvvetlerine göre Çizelge 2.9'dan yararlanılarak çizilme direnci sınıfları belirlenmektedir. Deney örnekleri üzerinde iğne ile oluşturulan dairesel çizgilerin arasında en az 1 mm uzaklık olmasına rağmen özen gösterilmektedir.

Çizelge 2.9. Çizilme direnci sınıfları.

Yüzey Sınıfı	Ortalama Kuvvet (N)
1. sınıf	4,0'den büyük
2. sınıf	2,1-4,0
3. sınıf	1,6-2,0
4. sınıf	1,1-1,5
5. sınıf	0,5-1,0
6. sınıf	0,5'ten küçük



Şekil 2.12. Çizilme direnci deney aleti (Foto Ayata).

2.3.9. Yüzeye Yapışma Testi

Araştırmada, vernik katmanlarının yüzeye yapışma direnci, ASTM D-4541 (1995)'de belirtilen esaslara uyularak, ALŞA marka 1 ton (10 KN) Elektromekanik Universal test cihazında yapılmıştır (Şekil 2.13).

404 plastik çelik marka yapıştırıcı kullanılmıştır. Koruyucu katmanla kaplanan ve tam kuruması sağlanan örnek yüzeylerine 20 mm olan çekme silindirleri, kalıp yardımıyla normal oda sıcaklığında yapıştırılmıştır (Şekil 2.14). Jelleşmeye başlayan yapıştırıcı fazlalıkları 2 saat sonra bir iskarpela yardımı ile temizlenmiş ve 24 saat süreyle kurumaya bırakılmıştır (Budakçı 2003, 2006, Taşcıoğlu ve Budakçı 2009).



Şekil 2.13. Universal test cihazı ve yüzeye yapışma direnci aparatı (Foto Ayata).



Şekil 2.14. Çekme silindirlerinin ahşap bir düzenek yardımıyla vernikli yüzeye yapıştırılması (Foto Ayata).

Çekme silindiri yapıştırılan yüzeylerdeki katman, malzeme yüzeyine kadar kesici yardımıyla kesilmiştir. İşleme yalnızca yapıştırılan alanın kopartılmasına olanak sağlanmıştır (Budakçı 2003, 2006).



Şekil 2.15. Tutkalın kurumasından sonra çekme silindirinin çevresinde oluşan tutkalın alınması için kullanılan kesici deney aleti (Foto Ayata).

Universal test cihazında örnekler yüzeye yapıştırılan silindirlere çekilerek kopartılmış ve kopma anındaki kuvvet kaydedilmiştir. ASTM D 4541 (1995) standardına uyularak çekme gerilmesinin, deneyin 90 saniye içerisinde tamamlanmasına özen gösterilmiştir. Yapışma direnci aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır (Budakçı 2003, 2006).

$$X = 4 F / \pi \cdot d^2 \quad (2.6.)$$

Burada;

X= Yapışma direnci (MPa),

F= Kopma anındaki kuvvet (Newton)

d= Çekme silindirinin çapı (mm).

2.4. VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

İstatistiksel analiz sonuçları, kontrol örnekleri (yaşlandırma öncesi) ile yaşlandırma uygulaması sonrasında tahribatların olduğu örneklerin karşılaştırılması sonucu elde edilmiştir. İstatistiksel değerlendirmeler için MSTATC istatistik paket programı kullanılmıştır. Çoklu varyans analizi “ANOVA” testleri sonucunda, ağaç türü, ısıl işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyodu faktörlerinin, ağaç malzeme üzerindeki renk, salınımsal sertlik, çizilme, yüzeye yapışma, yüzey pürüzlülüğü ve parlaklık testlerine göre faktör etkileri ve karşılıklı etkileşimleri belirlenmiştir. Duncan testi ve LSD (en küçük önemli fark) kritik değerleri yardımıyla karşılaştırmalar yapılarak homojenlik grupları oluşturularak farklılığın hangi faktörlerden kaynaklandığı sorgulanmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. KULLANILAN VERNİKLERİN ÖZELLİKLERİNE AİT BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1.1. Katı Madde Oranlarının Belirlenmesi

Çalışmada kullanılan verniklerin katı madde miktarlarına ilişkin sonuçları Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Kullanılan verniklerin katı madde miktarları (%).

Vernik Çeşidi	Katı Madde Oran (%)
Emprenye Dolgu Renksiz FX 6150 UV	19,45
Su Bazlı Tek Bileşenli Vernik (FX 7680)	43,26
Su Bazlı Çift Bileşenli Vernik (FX 0820 2K + AX 0115 Hardener)	37,78

En yüksek katı madde oranı; Su Bazlı Tek Bileşenli vernikte (43,26), en düşük ise Emprenye Renksiz Dolgu verniği FX 6150’de (19,45) elde edilmiştir.

3.1.2. Emprenye Retensiyon Oranlarının Belirlenmesine İlişkin Bulgular ve Tartışma

ThermoWood metoduna göre ısı işlem görmüş sarıçam, kayın ve meşe odunlarının retensiyon oranları Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. ThermoWood metoduna göre ısı işlem görmüş ağaç türlerine ait net kuru madde miktarları ve % retensiyon oranları.

Ağaç türü	Isıl işlem		Net Kuru Madde Miktarı (kg/m ³)	% Retensiyon
	Sıcaklık	Süre		
Sarıçam	190°C	2 saat	9,8089	10,34
	212°C	1 saat	12,2580	11,86
	212°C	2 saat	12,9515	14,05
Kayın	190°C	2 saat	6,2698	4,09
	212°C	1 saat	6,8494	4,94
	212°C	2 saat	7,5817	5,41
Meşe	190°C	2 saat	6,5139	4,57
	212°C	1 saat	6,6969	5,20
	212°C	2 saat	6,8342	5,25

Isıl işlem görmüş ağaç malzemelere uygulanan 2 defa 10 saniyelik emprenye işleminin sonunda; en yüksek net kuru madde miktarı ve retensiyon oranı; 212°C’de 2 saat ısıl işlem görmüş sarıçam örneğinde, en düşük ise 190°C’de 2 saat ısıl işlem görmüş kayın örneğinde elde edilmiştir. Isıl işlem süresi ve sıcaklığın artmasına paralel olarak net kuru madde miktarı ve % retensiyon miktarının arttığı tespit edilmiştir.

3.1.3. Kuru Film Kalınlıklarına İlişkin Bulgular Ve Tartışma

Su bazlı tek ve çift bileşenli verniklerin kuru film kalınlıklarına ilişkin ölçüm sonuçları Çizelge 3.3’de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Kuru film kalınlıkları.

Ağaç Türü	Isıl İşlem	Vernik Çeşidi	Katman Kalınlığı (µm)
Sarıçam	190°C - 2 saat	Tek Bileşenli	139,80
		Çift Bileşenli	155,00
	212°C - 1 saat	Tek Bileşenli	140,80
		Çift Bileşenli	155,40
	212°C - 2 saat	Tek Bileşenli	144,00
		Çift Bileşenli	154,60
Kayın	190°C - 2 saat	Tek Bileşenli	137,00
		Çift Bileşenli	152,00
	212°C - 1 saat	Tek Bileşenli	136,40
		Çift Bileşenli	151,80
	212°C - 2 saat	Tek Bileşenli	139,00
		Çift Bileşenli	152,40
Meşe	190°C - 2 saat	Tek Bileşenli	142,00
		Çift Bileşenli	153,80
	212°C - 1 saat	Tek Bileşenli	147,00
		Çift Bileşenli	156,60
	212°C - 2 saat	Tek Bileşenli	148,60
		Çift Bileşenli	158,20

Katman kalınlığı en yüksek 212°C’de 2 saat ısıl işlem görmüş ve çift bileşenli vernik ile verniklenmiş meşede, en düşük 212°C’de 1 saat ısıl işlem görmüş ve tek bileşenli vernik ile verniklenmiş kayında elde edilmiştir.

3.2. RENK DEĞİŞİMLERİNE İLİŞKİN BULGULAR VE TARTIŞMA

3.2.1. Kırmızı Renk Değeri (Δa^*)

Farklı sıcaklık ve sürelerde ısıl işlem görmüş farklı ağaç malzemelerin, su bazlı tek ve çift bileşenli vernikler ile verniklendikten sonra yaşlandırma uygulamasına maruz bırakılan deney örneklerinde elde edilen ortalama kırmızı renk değerleri Çizelge 3.4’de verilmiştir.

Çizelge 3.4. Kırmızı renk değeri (Δa^*) ölçümlerinin aritmetik ortalama değerleri.

Faktör ABCD*			Yaşlandırma Periyodu				
			Kontrol**	144 Saat	288 Saat	432 Saat	
Sarıçam	190°C 2 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	14,13	11,94	11,97	11,09
			X min	12,84	11,45	11,66	10,83
			X max	23,20	12,82	12,46	11,30
			S	3,19	0,39	0,26	0,16
		Çift Bileşenli	\bar{X}	12,49	12,23	11,53	11,07
			X min	11,95	11,02	11,13	10,30
	X max		13,27	14,82	11,99	11,65	
	S		0,47	1,10	0,30	0,34	
	212°C 1 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	13,45	12,23	11,99	11,53
			X min	11,81	11,32	11,49	11,32
			X max	14,72	13,08	12,43	11,77
			S	1,11	0,67	0,25	0,17
Çift Bileşenli		\bar{X}	14,51	13,11	12,95	13,00	
		X min	13,86	12,29	12,64	12,33	
	X max	15,23	13,59	13,48	13,69		
	S	0,39	0,37	0,29	0,37		
212°C 2 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	12,92	11,99	12,90	12,94	
		X min	11,71	10,45	12,51	12,71	
		X max	14,11	13,42	13,33	13,16	
		S	1,04	1,21	0,32	0,16	
	Çift Bileşenli	\bar{X}	12,65	12,27	12,96	12,87	
		X min	11,44	10,39	12,23	12,33	
X max		14,09	13,92	13,66	13,67		
S		1,06	0,98	0,53	0,39		
Kayın	190°C 2 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	11,81	11,13	11,46	10,95
			X min	11,09	10,81	11,01	10,60
			X max	14,31	21,90	11,70	11,19
			S	0,93	3,44	0,24	0,16
		Çift Bileşenli	\bar{X}	12,01	10,67	10,93	10,31
			X min	11,31	10,43	10,70	10,20
	X max		12,69	10,82	11,29	10,52	
	S		0,49	0,12	0,17	0,12	
	212°C 1 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	8,55	9,69	10,44	9,56
			X min	8,12	9,34	9,80	9,16
			X max	9,13	10,05	10,90	9,97
			S	0,27	0,20	0,33	0,28
Çift Bileşenli		\bar{X}	7,87	8,25	9,19	9,47	
		X min	7,62	7,27	8,89	9,01	
	X max	8,18	9,08	9,84	10,23		
	S	0,21	0,54	0,28	0,32		
212°C 2 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	6,21	6,89	7,33	7,84	
		X min	5,57	6,38	6,83	7,13	
		X max	6,59	7,57	8,33	8,53	
		S	0,29	0,42	0,51	0,46	
	Çift Bileşenli	\bar{X}	7,35	8,09	8,27	8,05	
		X min	6,72	7,54	7,66	7,55	
X max		7,95	8,53	8,92	8,55		
S		0,39	0,28	0,37	0,38		
Meşe	190°C 2 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	6,84	7,31	8,55	8,58
			X min	5,13	6,69	7,88	8,24
			X max	8,10	8,07	9,29	8,87
			S	0,83	0,42	0,43	0,23
		Çift Bileşenli	\bar{X}	7,68	7,95	8,49	8,42
			X min	7,22	7,53	7,88	8,05
	X max		8,37	8,49	8,71	8,64	
	S		0,39	0,25	0,27	0,23	
	212°C 1 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	4,92	5,40	6,53	6,10
			X min	4,07	4,69	5,74	5,17
			X max	5,60	5,85	7,15	6,98
			S	0,49	0,31	0,46	0,51
Çift Bileşenli		\bar{X}	4,67	5,56	6,35	6,57	
		X min	4,25	4,67	6,00	5,83	
	X max	5,41	5,95	6,75	7,14		
	S	0,34	0,38	0,20	0,36		
212°C 2 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	3,85	5,09	5,58	6,46	
		X min	3,20	4,59	4,79	6,14	
		X max	4,69	6,32	6,67	6,80	
		S	0,52	0,50	0,61	0,23	
	Çift Bileşenli	\bar{X}	3,48	4,23	5,04	5,14	
		X min	2,92	3,69	4,22	4,61	
X max		4,90	4,95	5,85	5,64		
S		0,59	0,39	0,63	0,38		

*: A: Ağaç türü, B: Isıl işlem, C: Vernik çeşidi, D: Yaşlandırma periyodu

** : Kontrol örneklerine herhangi bir yaşlandırma işlemi uygulanmamıştır.

Kırmızı renk değerleri, ağaç türü, ısı işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyoduna göre farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla Çoklu Varyans analizi (ANOVA) yapılmış ve sonuçları Çizelge 3.5’de verilmiştir.

Çizelge 3.5. Ağaç türü, ısı işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyodunun kırmızı renk değerleri (Δa^*) etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	P, $\alpha=0,05$
Ağaç Türü (A)	2	4776,821	2388,411	6487,0816	0,0000*
Isıl İşlem (B)	2	494,405	247,203	671,4190	0,0000
Etkileşim (AB)	4	487,208	121,802	330,8225	0,0000
Vernik Çeşidi (C)	1	0,139	0,139	0,3780	ns**
Etkileşim (AC)	2	3,484	1,742	4,7308	0,0091
Etkileşim (BC)	2	3,037	1,519	4,1246	0,0166
Etkileşim (ABC)	4	70,604	17,651	47,9415	0,0000
Yaşlandırma Periyodu (D)	3	28,302	9,434	25,6237	0,0000
Etkileşim (AD)	6	152,352	25,392	68,9665	0,0000
Etkileşim (BD)	6	57,782	9,630	26,1567	0,0000
Etkileşim (ABD)	12	34,190	2,849	7,7385	0,0000
Etkileşim (CD)	3	0,486	0,162	0,4401	ns**
Etkileşim (ACD)	6	8,319	1,387	3,7660	0,0011
Etkileşim (BCD)	6	9,929	1,655	4,4946	0,0002
Etkileşim (ABCD)	12	9,961	0,830	2,2546	0,0085
Hata	648	238,580	0,368		
Toplam	719	6375,602			

*: Anlamli ($\alpha = 0,05$ 'e göre), **:ns: Önemsiz

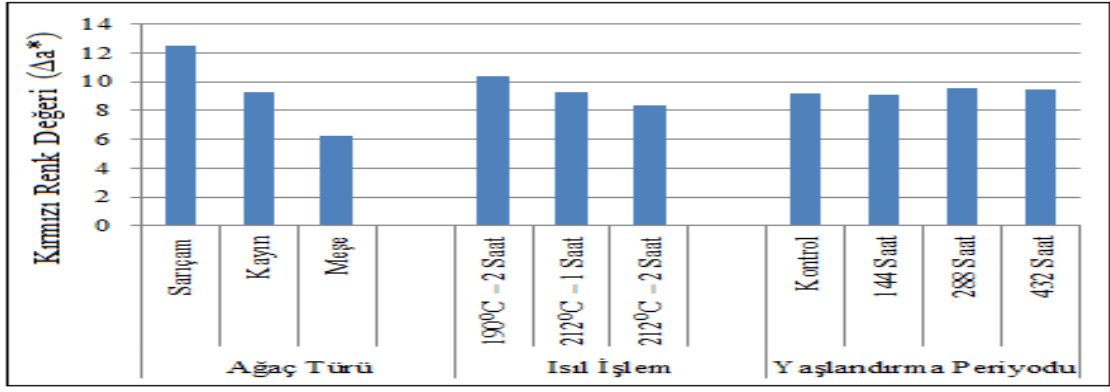
Varyans analiz sonucuna göre, vernik çeşidi faktörü ve vernik çeşidi – yaşlandırma periyodu etkileşim önemsiz, ağaç türü, ısı işlem, yaşlandırma periyodu faktörleri ve bu faktörlerin karşılıklı etkileşimleri anlamlı çıkmıştır ($\alpha=0,05$).

Daha sonra LSD kritik değeri kullanılarak ağaç türü, ısı işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyodu düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.6’da verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.6. Ağaç türü, ısı işlemi ve yaşlandırma periyodu değişkenlerinde kırmızı renk değerine (Δa^*) ait Duncan testi sonuçları.

Faktör		\bar{X}	HG	
Ağaç Türü	Sarıçam	12,51	A*	LSD \pm 0,1087
	Kayın	9,26	B	
	Meşe	6,20	C	
Isıl İşlem	190°C – 2 Saat	10,38	A*	LSD \pm 0,1087
	212°C – 1 Saat	9,25	B	
	212°C – 2 Saat	8,35	C	
Yaşlandırma Periyodu	Kontrol	9,19	C	LSD \pm 0,1256
	144 Saat	9,08	C	
	288 Saat	9,58	A*	
	432 Saat	9,44	B	

\bar{X} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik grubu, *: En yüksek kırmızı renk değerini (Δa^*) ifade etmektedir.



Şekil 3.1. Ağaç türü, ısıl işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyoduna ait kırmızı renk değerlerinin (Δa^*) karşılaştırma sonuçları.

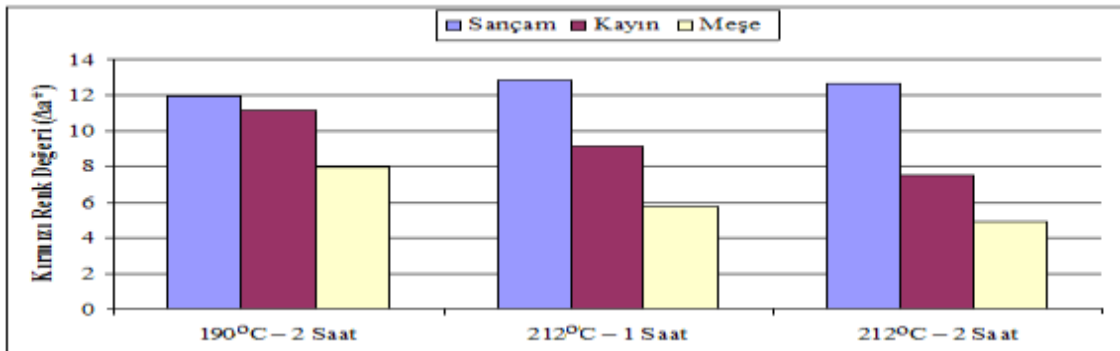
Çizelge 3.6'ya göre ağaç türü düzeyinde kırmızı renk değeri en yüksek sarıçamda, en düşük meşede tespit edilmiştir. Isıl işlem düzeyinde, kırmızı renk değeri en yüksek 190°C'de 2 saat ısıl işlem görmüş örneklerde, en düşük 212°C'de 2 saat ısıl işlem görmüş örneklerde elde edilmiştir. Kırmızı renk değeri en yüksek 288 saatlik UV yaşlandırmaya maruz kalmış örneklerinde, en düşük 144 saatlik UV yaşlandırmaya maruz kalmış örneklerinde tespit edilmiştir.

Ağaç türü - ısıl işlem etkileşimi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.7'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.7. Ağaç türü - ısıl işlem ikili etkileşimine ait kırmızı renk değerinin (Δa^*) Duncan testi sonuçları.

Faktör AB	190°C - 2 Saat		212°C - 1 Saat		212°C - 2 Saat	
	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Sarıçam	11,99	B	12,85	A*	12,69	A
Kayın	11,16	C	9,13	D	7,50	F
Meşe	7,98	E	5,77	G	4,86	H
LSD \pm 0,1883						

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek kırmızı renk değerini (Δa^*) ifade etmektedir.
A: Ağaç türü, B: Isıl işlem



Şekil 3.2. Ağaç türü - ısıl işlem etkileşimine ait kırmızı renk değerlerinin (Δa^*) karşılaştırma sonuçları.

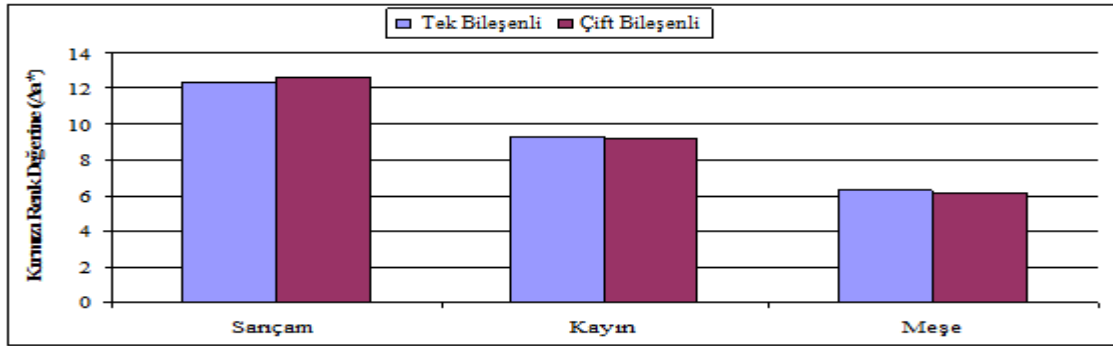
Ağaç türü - ısıt işlem etkileşimi düzeyinde, kırmızı renk değeri en yüksek 212°C'de 1 ve 2 saat ısıt işlem görmüş sarıçamda, en düşük 212°C'de 2 saat ısıt işlem görmüş meşede elde edilmiştir.

Ağaç türü - vernik çeşidi etkileşimi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.8'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.3'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.8. Ağaç türü - vernik çeşidi ikili etkileşimine ait kırmızı renk değerinin (Δa^*) Duncan testi sonuçları.

Faktör AC	Tek Bileşenli		Çift Bileşenli	
	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Sarıçam	12,42	A*	12,59	B
Kayın	9,32	C	9,21	C
Meşe	6,27	D	6,13	D
LSD \pm 0,1538				

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek kırmızı renk değerini (Δa^*) ifade etmektedir.
A: Ağaç türü, C: Vernik çeşidi



Şekil 3.3. Ağaç türü - vernik çeşidi etkileşimine ait kırmızı renk değerlerinin (Δa^*) karşılaştırma sonuçları.

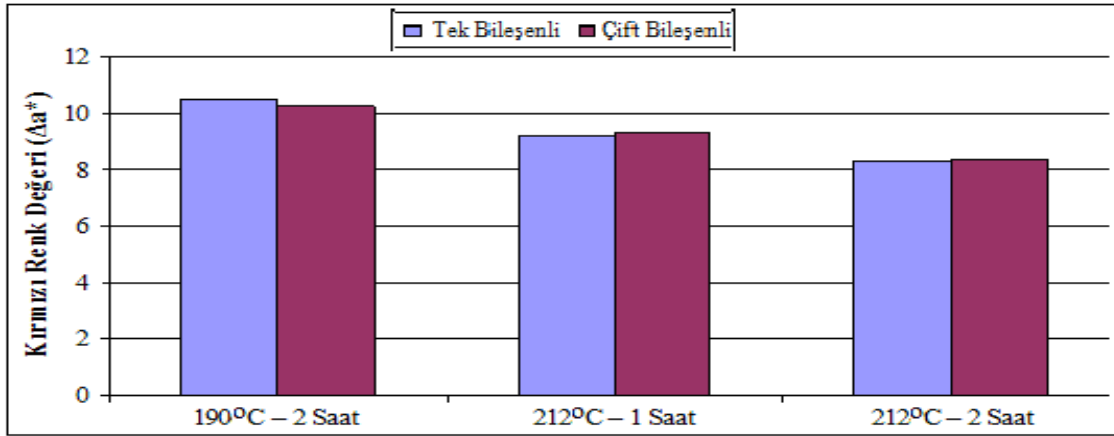
Çizelge 3.8'e göre ağaç türü - vernik çeşidi etkileşimi düzeyinde, kırmızı renk değeri en yüksek tek bileşenli vernik ile verniklenmiş sarıçamda, en düşük çift bileşenli vernik ile verniklenmiş meşede tespit edilmiştir.

Isıt işlem – vernik çeşidi etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.9'da verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.4'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.9. Isıt işlem - vernik çeşidi ikili etkileşimine ait kırmızı renk değerinin (Δa^*) Duncan testi sonuçları.

Faktör BC	Tek Bileşenli		Çift Bileşenli	
	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
190°C – 2 Saat	10,48	A*	10,27	B
212°C – 1 Saat	9,20	C	9,29	C
212°C – 2 Saat	8,33	D	8,37	D
LSD \pm 0,1538				

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek kırmızı renk değerini (Δa^*) ifade etmektedir.
B: Isıt işlem, C: Vernik çeşidi



Şekil 3.4. Isıl işlem – vernik çeşidine ait kırmızı renk değerlerinin (Δa^*) karşılaştırma sonuçları.

Isıl işlem - vernik çeşidi etkileşimi düzeyinde kırmızı renk değeri en yüksek 190°C’de 2 saat süre ile ısıl işlem gördükten sonra tek bileşenli vernik ile verniklenmiş örneklerde, en düşük 212°C’de 2 saat süre ile ısıl işlem gördükten sonra tek ve çift bileşenli vernik ile verniklenmiş örneklerde elde edilmiştir.

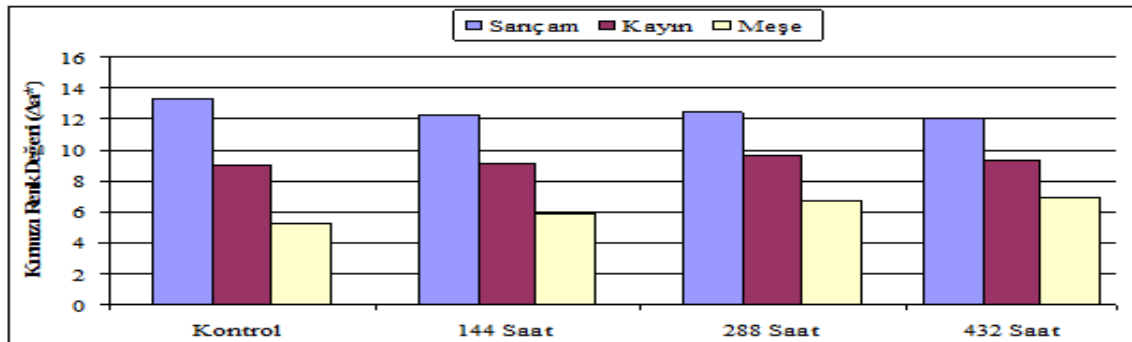
Ağaç türü - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.10’da verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.5’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.10. Ağaç türü - yaşlandırma periyodu ikili etkileşimine ait kırmızı renk değerinin (Δa^*) Duncan testi sonuçları.

Faktör AD	Yaşlandırma Periyodu							
	Kontrol		144 Saat		288 Saat		432 Saat	
	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Sarıçam	13,36	A*	12,21	BC	12,39	B	12,08	C
Kayın	8,97	F	9,12	F	9,60	D	9,36	E
Meşe	5,24	I	5,92	H	6,76	G	6,88	G

LSD \pm 0,2175

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek kırmızı renk değerini (Δa^*) ifade etmektedir.
A: Ağaç türü, D: Yaşlandırma periyodu



Şekil 3.5. Ağaç türü - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait kırmızı renk değerlerinin (Δa^*) karşılaştırma sonuçları.

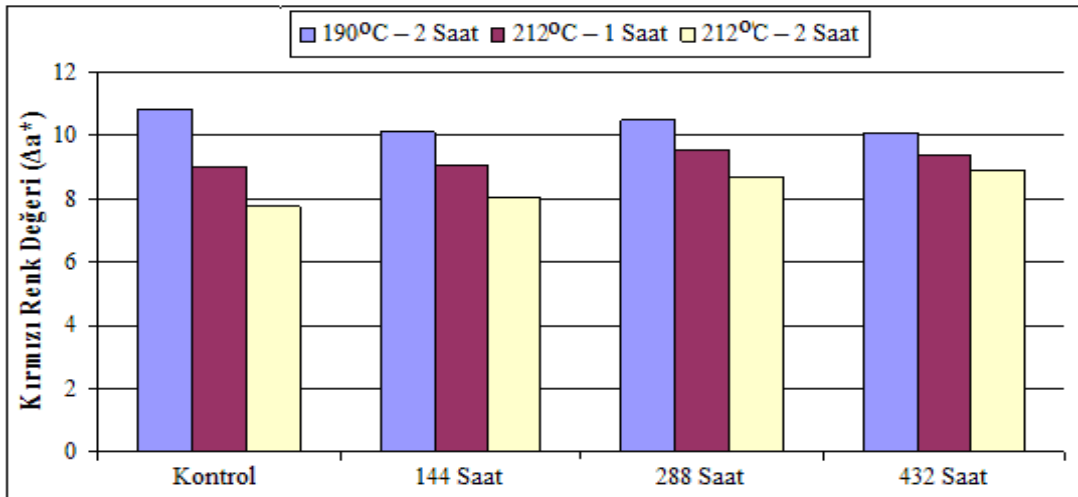
Ağaç türü - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde, kırmızı renk değeri en yüksek sarıçam kontrol örneklerinde, en düşük kırmızı renk değeri meşe kontrol örneklerinde tespit edilmiştir.

Isıl işlem - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.11’de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.6’da gösterilmiştir.

Çizelge 3.11. Isıl işlem - yaşlandırma periyodu ikili etkileşimine ait kırmızı renk değerinin (Δa^*) ait Duncan testi sonuçları.

Faktör BD	Yaşlandırma Periyodu							
	Kontrol		144 Saat		288 Saat		432 Saat	
	\bar{x}	HG	\bar{x}	HG	\bar{x}	HG	\bar{x}	HG
190°C – 2 Saat	10,83	A*	10,12	C	10,49	B	10,07	C
212°C – 1 Saat	9,00	E	9,04	E	9,58	D	9,37	D
212°C – 2 Saat	7,74	H	8,09	G	8,68	F	8,88	EF
LSD \pm 0,2175								

\bar{x} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu *: En yüksek kırmızı renk değerini (Δa^*) ifade etmektedir.
B: Isıl işlem, D: Yaşlandırma periyodu



Şekil 3.6. Isıl işlem – yaşlandırma periyodu etkileşimine ait kırmızı renk değerlerinin (Δa^*) karşılaştırma sonuçları.

Isıl işlem – yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde, kırmızı renk değeri en yüksek, 190°C’de 2 saat süre ile ısıl işlem görmüş kontrol örneklerinde, en düşük 212°C’de 2 saat süre ile ısıl işlem görmüş kontrol örneklerinde tespit edilmiştir.

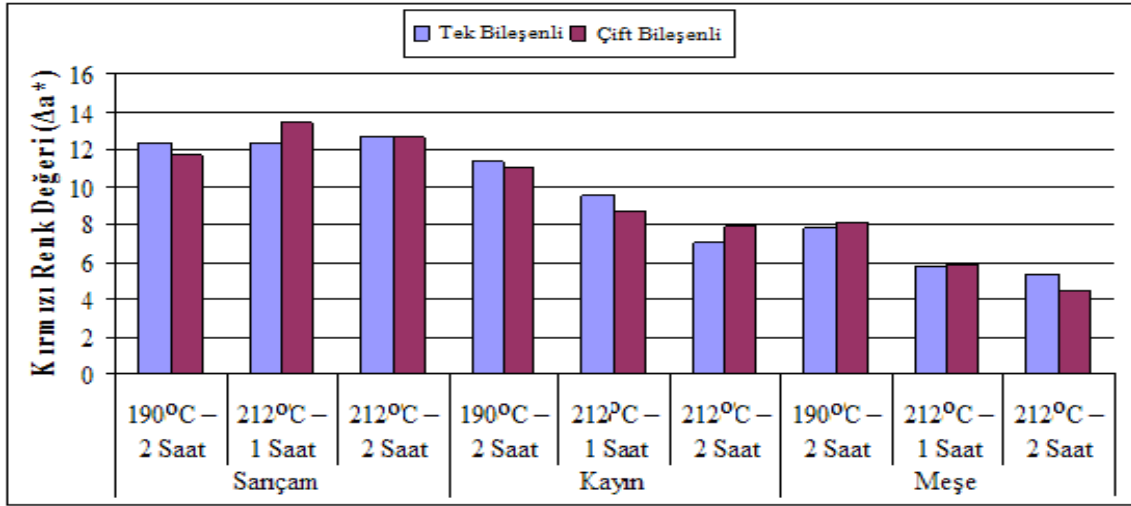
Ağaç türü - ısıl işlem - vernik çeşidi etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi üçlü karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.12’de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.7’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.12. Ağaç türü - ısıt işlem - vernik çeşidi üçlü etkileşimine ait kırmızı renk değerinin (Δa^*) Duncan testi sonuçları.

Faktör ABC**		Tek Bileşenli		Çift Bileşenli	
		\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Sarıçam	190°C – 2 Saat	12,28	C	11,70	D
	212°C – 1 Saat	12,30	C	13,39	A*
	212°C – 2 Saat	12,69	B	12,69	B
Kayın	190°C – 2 Saat	11,34	E	10,98	F
	212°C – 1 Saat	9,56	G	8,69	H
	212°C – 2 Saat	7,07	K	7,94	IJ
Meşe	190°C – 2 Saat	7,82	J	8,13	I
	212°C – 1 Saat	5,74	L	5,79	L
	212°C – 2 Saat	5,25	M	4,47	N
LSD \pm 0,2664					

\bar{X} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik grubu, *: En yüksek kırmızı renk değerini (Δa^*) ifade etmektedir.

** : A: Isıt işlem B: Isıt işlem, C: Vernik çeşidi



Şekil 3.7. Ağaç türü - ısıt işlem - vernik çeşidi etkileşimine ait kırmızı renk değerlerinin (Δa^*) karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.12'ye göre ağaç türü - ısıt işlem - vernik çeşidine etkileşimi düzeyinde, kırmızı renk değeri en yüksek 212°C'de 1 saat ısıt işlem gördükten sonra çift bileşenli vernik ile verniklenmiş sarıçamda, en düşük 212°C'de 2 saat ısıt işlem gördükten sonra çift bileşenli vernik ile verniklenmiş meşede tespit edilmiştir.

Ağaç türü - ısıt işlem - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi üçlü karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.13'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.8'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.13'e göre ağaç türü - ısıt işlem - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde, kırmızı renk değeri en yüksek, 212°C'de 1 saat süre ile ısıt işlem görmüş sarıçam kontrol örneklerinde, en düşük 212°C'de 2 saat süre ile ısıt işlem görmüş meşe kontrol örneklerinde elde edilmiştir.

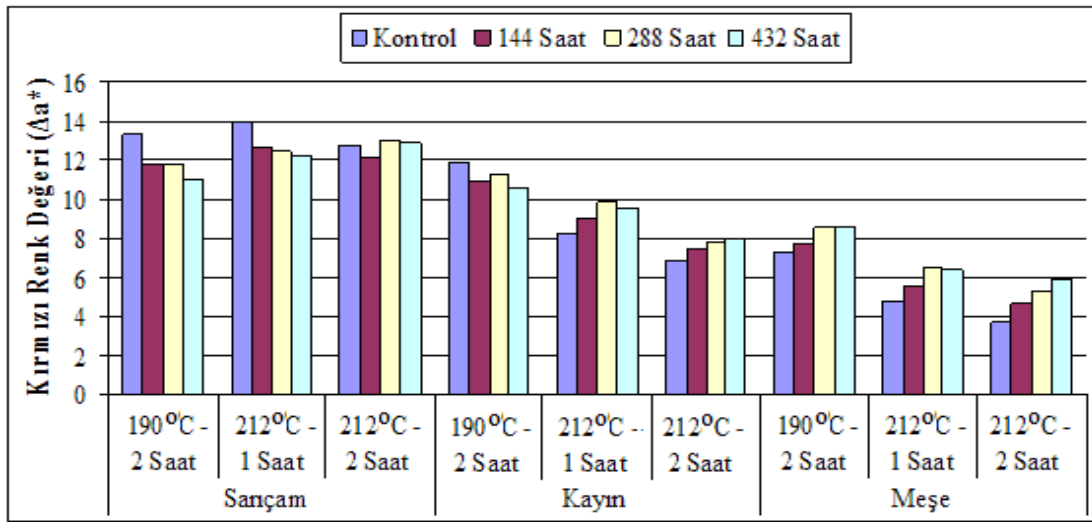
Çizelge 3.13. Ağaç türü - ısıtım işlem - yaşlandırma periyodu üçlü etkileşimine ait kırmızı renk değerinin (Δa^*) Duncan testi sonuçları.

Faktör ABD**		Yaşlandırma Periyodu							
		Kontrol		144 Saat		288 Saat		432 Saat	
		\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Sarıçam	190°C - 2 Saat	13,31	B	11,82	GH	11,75	H	11,08	I
	212°C - 1 Saat	13,98	A*	12,67	CD	12,47	DE	12,27	EF
	212°C - 2 Saat	12,78	CD	12,13	EFG	12,93	C	12,90	C
Kayın	190°C - 2 Saat	11,91	FGH	10,90	IJ	11,19	I	10,63	J
	212°C - 1 Saat	8,21	MN	8,97	L	9,81	K	9,51	K
	212°C - 2 Saat	6,78	R	7,49	PQ	7,80	OP	7,95	NO
Meşe	190°C - 2 Saat	7,26	Q	7,63	OPQ	8,52	M	8,50	M
	212°C - 1 Saat	4,80	V	5,48	TU	6,44	RS	6,34	S
	212°C - 2 Saat	3,67	W	4,66	V	5,31	U	5,80	T

LSD \pm 0,3767

\bar{X} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik grubu, *: En yüksek kırmızı renk değerini (Δa^*) ifade etmektedir.

** : A: Ağaç türü, B: Isıtım işlem, D: Yaşlandırma periyodu



Şekil 3.8. Ağaç türü - ısıtım işlem - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait kırmızı renk değerlerinin (Δa^*) karşılaştırma sonuçları.

Ağaç türü – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi üçlü karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.14’de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.9’da gösterilmiştir.

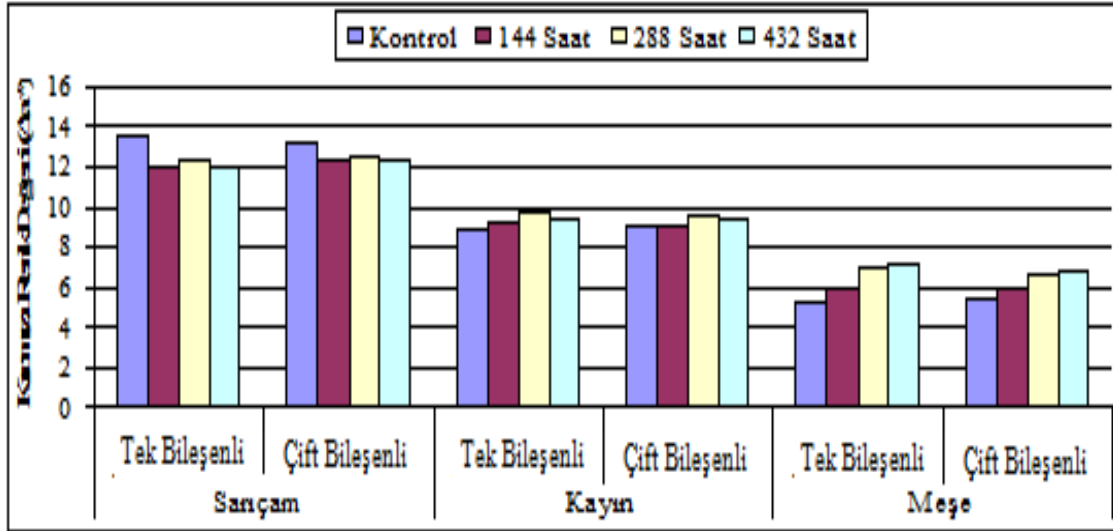
Çizelge 3.14. Ağaç türü - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu üçlü etkileşimine ait kırmızı renk değerinin (Δa^*) Duncan testi sonuçları.

Faktör ACD**		Yaşlandırma Periyodu							
		Kontrol		144 Saat		288 Saat		432 Saat	
		\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Sarıçam	Tek Bileşenli	13,50	A*	12,05	CD	12,29	BC	11,85	D
	Çift Bileşenli	13,21	A	12,36	BC	12,48	B	12,31	BC
Kayın	Tek Bileşenli	8,86	H	9,23	FG	9,74	E	9,45	EF
	Çift Bileşenli	9,08	GH	9,00	GH	9,46	EF	9,28	FG
Meşe	Tek Bileşenli	5,21	L	5,93	K	6,89	IJ	7,05	I
	Çift Bileşenli	5,28	L	5,92	K	6,63	J	6,71	J

LSD \pm 0,3076

\bar{X} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik grubu, *: En yüksek kırmızı renk değerini (Δa^*) ifade etmektedir.

** : A: Ağaç türü, C: Vernik çeşidi, D: Yaşlandırma periyodu



Şekil 3.9. Ağaç türü – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait kırmızı renk değerlerinin (Δa^*) karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.14'e göre ağaç türü - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde kırmızı renk değeri en yüksek tek ve çift bileşenli vernik ile verniklenmiş sarıçamın kontrol örneklerinde, en düşük tek ve çift bileşenli vernik ile verniklenmiş meşenin kontrol örneklerinde tespit edilmiştir.

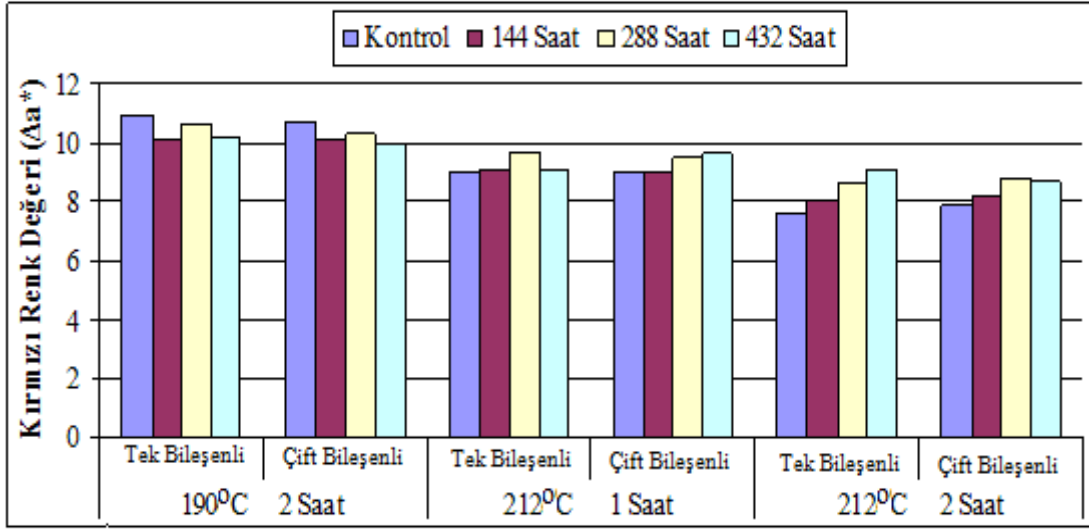
Isıl işlem – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi üçlü karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.15'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.10'da gösterilmiştir.

Çizelge 3.15. Isıl işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu üçlü etkileşimine ait kırmızı renk değerinin (Δa^*) ait Duncan testi sonuçları.

Faktör BCD**		Yaşlandırma Periyodu							
		Kontrol		144 Saat		288 Saat		432 Saat	
		\bar{x}	HG	\bar{x}	HG	\bar{x}	HG	\bar{x}	HG
190°C 2 Saat	Tek Bileşenli	10,93	A*	10,12	BC	10,66	A	10,21	BC
	Çift Bileşenli	10,73	A	10,11	BC	10,32	B	9,94	CD
212°C 1 Saat	Tek Bileşenli	8,98	FGH	9,11	F	9,66	DE	9,06	FG
	Çift Bileşenli	9,02	FG	8,97	FGH	9,50	E	9,68	DE
212°C 2 Saat	Tek Bileşenli	7,66	L	7,99	JK	8,61	I	9,08	F
	Çift Bileşenli	7,83	KL	8,20	J	8,76	GHI	8,69	HI
LSD \pm 0,3076									

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

**B: Isıl işlem, C: Vernik çeşidi, D: Yaşlandırma periyodu



Şekil 3.10. Isıl işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait kırmızı renk değerlerinin (Δa^*) karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.15'e göre ısıl işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde, kırmızı renk değeri en yüksek 190°C'de 2 saat süre ile ısıl işlem görmüş çift ve tek bileşenli vernik ile verniklenmiş kontrol örneklerinde, en düşük 212°C'de 2 saat süre ile ısıl işlem görmüş ve tek bileşenli vernik ile verniklenmiş kontrol örneklerinde elde edilmiştir.

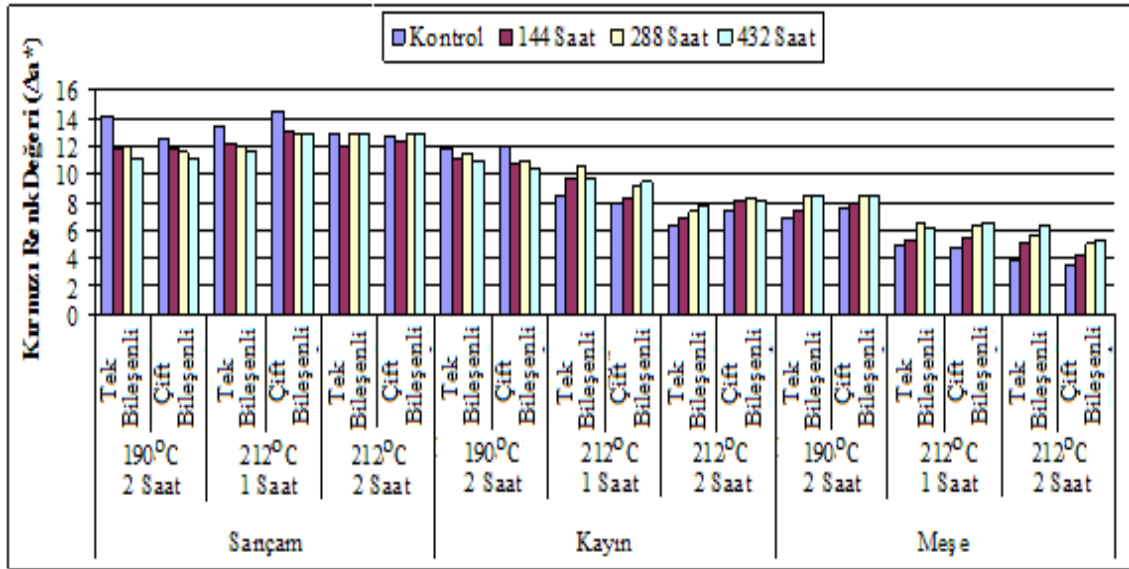
Tekli, ikili ve üçlü karşılaştırmaların sonuçlarını topluca görmek amacıyla, ağaç türü - ısıl işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.16'da verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.11'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.16. Ağaç türü - ısıt işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu dörtlü etkileşimine ait kırmızı renk değerinin (Δa^*) Duncan testi sonuçları.

Ağaç Türü	Isıt İşlem	Vernik Çeşidi	Yaş. Per.	\bar{x}	HG	Ağaç Türü	Isıt İşlem	Vernik Çeşidi	Yaş. Per.	\bar{x}	HG
Sarıçam	212°C 1 saat	Çift bileşenli	Kontrol	14,51	A	Kayın	212°C 1 saat	Çift bileşenli	288 saat	9,19	P
Sarıçam	190°C 2 saat	Tek bileşenli	Kontrol	14,13	A	Meşe	190°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	8,58	Q
Sarıçam	212°C 1 saat	Tek bileşenli	Kontrol	13,45	B	Kayın	212°C 1 saat	Tek bileşenli	Kontrol	8,55	Q
Sarıçam	212°C 1 saat	Çift bileşenli	144 saat	13,11	BC	Meşe	190°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	8,55	Q
Sarıçam	212°C 1 saat	Çift bileşenli	432 saat	13,00	BCD	Meşe	190°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	8,49	Q
Sarıçam	212°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	12,96	BCD	Meşe	190°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	8,42	QR
Sarıçam	212°C 1 saat	Çift bileşenli	288 saat	12,95	BCD	Kayın	212°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	8,27	QRS
Sarıçam	212°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	12,94	BCD	Kayın	212°C 1 saat	Çift bileşenli	144 saat	8,25	QRS
Sarıçam	212°C 2 saat	Tek bileşenli	Kontrol	12,92	BCD	Kayın	212°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	8,09	QRST
Sarıçam	212°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	12,90	CD/	Kayın	212°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	8,05	QRST
Sarıçam	212°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	12,87	CD	Meşe	190°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	7,95	RST
Sarıçam	212°C 2 saat	Çift bileşenli	Kontrol	12,65	CDE	Kayın	212°C 1 saat	Çift bileşenli	Kontrol	7,87	STU
Sarıçam	190°C 2 saat	Çift bileşenli	Kontrol	12,49	DEF	Kayın	212°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	7,84	STUV
Sarıçam	212°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	12,27	EFG	Meşe	190°C 2 saat	Çift bileşenli	Kontrol	7,68	TUV
Sarıçam	212°C 1 saat	Tek bileşenli	144 saat	12,23	EFGH	Kayın	212°C 2 saat	Çift bileşenli	Kontrol	7,35	UVW
Kayın	190°C 2 saat	Çift bileşenli	Kontrol	12,01	FGHI	Kayın	212°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	7,33	VW
Sarıçam	212°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	11,99	FGHIJ	Meşe	190°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	7,31	VW
Sarıçam	212°C 1 saat	Tek bileşenli	288 saat	11,99	FGHIJ	Kayın	212°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	6,89	WX
Sarıçam	190°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	11,97	FGHIJ	Meşe	190°C 2 saat	Tek bileşenli	Kontrol	6,84	WXY
Sarıçam	190°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	11,94	GHIJ	Meşe	212°C 1 saat	Çift bileşenli	432 saat	6,57	XYZ
Kayın	190°C 2 saat	Tek bileşenli	Kontrol	11,81	GHIJ	Meşe	212°C 1 saat	Tek bileşenli	288 saat	6,53	XYZ
Sarıçam	190°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	11,70	IJK	Meşe	212°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	6,46	XYZ
Sarıçam	190°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	11,53	IJK	Meşe	212°C 1 saat	Çift bileşenli	288 saat	6,35	YZ
Sarıçam	212°C 1 saat	Tek bileşenli	432 saat	11,53	IJK	Kayın	212°C 2 saat	Tek bileşenli	Kontrol	6,21	Z
Kayın	190°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	11,46	JKL	Meşe	212°C 1 saat	Tek bileşenli	432 saat	6,10	Z[
Kayın	190°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	11,13	KLM	Meşe	212°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	5,58	[
Sarıçam	190°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	11,09	KLM	Meşe	212°C 1 saat	Çift bileşenli	144 saat	5,56]
Sarıçam	190°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	11,07	KLM	Meşe	212°C 1 saat	Tek bileşenli	144 saat	5,40]^
Kayın	190°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	10,95	LMN	Meşe	212°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	5,14]^_
Kayın	190°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	10,93	MN	Meşe	212°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	5,09]^_
Kayın	190°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	10,67	MNO	Meşe	212°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	5,04]^_
Kayın	212°C 1 saat	Tek bileşenli	288 saat	10,44	NO	Meşe	212°C 1 saat	Tek bileşenli	Kontrol	4,92	^_
Kayın	190°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	10,31	O	Meşe	212°C 1 saat	Çift bileşenli	Kontrol	4,67	`
Kayın	212°C 1 saat	Tek bileşenli	144 saat	9,69	P	Meşe	212°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	4,23	`a
Kayın	212°C 1 saat	Tek bileşenli	432 saat	9,56	P	Meşe	212°C 2 saat	Tek bileşenli	Kontrol	3,85	ab
Kayın	212°C 1 saat	Çift bileşenli	432 saat	9,47	P	Meşe	212°C 2 saat	Çift bileşenli	Kontrol	3,48	b

LSD \pm 0,5327

\bar{X} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik grubu



Şekil 3.11. Ağaç türü - ısıl işlem – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait kırmızı renk değerlerinin (Δa^*) karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.16'ya göre ağaç türü - ısıl işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde kırmızı renk değeri en yüksek, 212°C'de 1 saat süre ile ısıl işlem görmüş tek ve çift bileşenli vernik ile verniklenmiş sarıçam kontrol örneklerinde, en düşük 212°C'de 2 saat süre ile ısıl işlem görmüş ve çift bileşenli vernik ile verniklenmiş meşe kontrol örneklerinde elde edilmiştir.

3.2.2. Sarı Renk Değeri (Δb^*)

Farklı sıcaklık ve sürelerde ısıl işlem görmüş, farklı ağaç malzemelerin, su bazlı tek ve çift bileşenli vernikler ile verniklendikten sonra yaşlandırma uygulamasına maruz bırakılan deney örneklerinde elde edilen ortalama sarı renk değerleri Çizelge 3.17'de verilmiştir.

Çizelge 3.17. Sarı renk değeri (Δb^*) ölçümlerinin aritmetik ortalama değerleri.

Faktör ABCD*			Yaşlandırma Periyodu				
			Kontrol**	144 Saat	288 Saat	432 Saat	
Sarıçam	190°C 2 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	28,18	25,71	27,85	26,70
			X min	26,22	24,30	26,78	26,06
			X max	29,40	26,95	29,35	27,38
			S	0,88	0,97	0,77	0,42
		Çift Bileşenli	\bar{X}	25,54	24,74	25,37	25,12
			X min	24,38	22,08	25,00	24,15
			X max	27,34	25,96	26,09	26,05
			S	0,94	1,16	0,35	0,48
	212°C 1 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	25,37	24,05	24,99	22,90
			X min	22,22	21,17	23,97	22,27
			X max	27,77	25,95	25,80	24,26
			S	2,17	1,86	0,59	0,65
		Çift Bileşenli	\bar{X}	25,10	24,83	26,59	26,90
			X min	24,40	24,58	26,01	26,17
			X max	26,37	25,15	27,33	27,62
			S	0,53	0,18	0,36	0,51
	212°C 2 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	19,68	20,82	24,36	23,31
			X min	12,86	19,33	23,34	22,78
			X max	20,79	23,44	25,71	24,24
			S	2,43	1,42	0,93	0,46
		Çift Bileşenli	\bar{X}	18,97	21,63	24,30	24,11
			X min	16,87	20,41	23,39	22,78
			X max	21,42	22,75	25,56	25,41
			S	1,71	0,90	0,76	0,96
Kayın	190°C 2 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	21,55	21,32	20,69	22,01
			X min	20,79	21,04	20,08	21,62
			X max	22,65	21,62	23,44	22,38
			S	0,60	0,18	0,46	0,29
		Çift Bileşenli	\bar{X}	18,99	19,64	20,82	20,65
			X min	18,39	19,43	20,23	20,47
			X max	19,84	19,84	21,36	20,80
			S	0,46	0,14	0,36	0,10
	212°C 1 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	8,68	12,02	13,91	12,35
			X min	8,11	11,22	11,89	11,44
			X max	9,75	12,98	15,53	13,50
			S	0,44	0,54	1,04	0,68
		Çift Bileşenli	\bar{X}	8,64	9,49	11,82	13,21
			X min	7,92	7,69	10,97	12,24
			X max	9,61	10,82	13,13	14,75
			S	0,44	1,05	0,63	0,65
	212°C 2 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	6,10	7,05	7,97	9,21
			X min	5,43	6,00	7,21	8,44
			X max	6,96	8,41	9,88	10,20
			S	0,52	0,81	0,88	0,93
		Çift Bileşenli	\bar{X}	8,16	10,05	12,24	11,70
			X min	7,24	9,26	10,93	10,28
			X max	9,83	11,52	13,86	13,05
			S	0,88	0,82	1,11	0,83
Meşe	190°C 2 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	9,67	10,15	12,53	12,78
			X min	5,34	9,05	10,56	12,07
			X max	10,81	11,54	14,91	13,43
			S	1,74	0,92	1,40	0,41
		Çift Bileşenli	\bar{X}	10,36	11,99	14,02	14,44
			X min	9,38	10,88	13,03	13,31
			X max	12,05	12,96	14,93	15,60
			S	0,74	0,60	0,66	0,78
	212°C 1 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	4,84	5,78	7,55	7,35
			X min	3,57	4,53	6,24	5,65
			X max	5,93	6,56	8,63	8,97
			S	0,77	0,55	0,81	0,99
		Çift Bileşenli	\bar{X}	4,48	5,97	7,75	8,92
			X min	4,10	4,73	7,45	8,17
			X max	5,13	6,91	8,48	10,17
			S	0,42	0,67	0,35	0,67
	212°C 2 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	3,37	5,16	6,01	7,41
			X min	2,77	4,28	4,97	6,76
			X max	4,33	7,23	7,77	8,04
			S	0,59	0,81	0,88	0,47
		Çift Bileşenli	\bar{X}	2,89	4,26	5,71	6,29
			X min	2,53	3,79	4,36	5,42
			X max	3,60	4,93	7,09	7,22
			S	0,35	0,42	1,01	0,63

*: A: Ağaç türü, B: Isıl işlem, C: Vernik çeşidi, D: Yaşlandırma periyodu

** : Kontrol örneklerine herhangi bir yaşlandırma işlemi uygulanmamıştır.

Sarı renk değerleri (Δb^*), ağaç türü, ısıt işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyoduna göre farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla Çoklu Varyans analizi (ANOVA) yapılmış ve sonuçları Çizelge 3.18’de verilmiştir.

Çizelge 3.18. Ağaç türü, ısıt işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyodunun sarı renk değerleri (Δb^*) etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	P, $\alpha=0,05$
Ağaç Türü (A)	2	33911,133	16955,567	13775,0690	0,0000*
Isıl İşlem (B)	2	7142,748	3571,374	2901,4613	0,0000
Etkileşim (AB)	4	1763,491	440,873	358,1746	0,0000
Vernik Çeşidi (C)	1	5,486	5,486	4,4572	0,0351
Etkileşim (AC)	2	5,726	2,863	2,3259	0,0985**
Etkileşim (BC)	2	64,360	32,180	26,1436	0,0000
Etkileşim (ABC)	4	328,411	82,103	66,7021	0,0000
Yaşlandırma Periyodu (D)	3	828,258	276,086	224,2982	0,0000
Etkileşim (AD)	6	111,283	18,547	15,0682	0,0000
Etkileşim (BD)	6	127,020	21,170	17,1990	0,0000
Etkileşim (ABD)	12	185,548	15,462	12,5619	0,0000
Etkileşim (CD)	3	38,774	12,925	10,5001	0,0000
Etkileşim (ACD)	6	22,061	3,677	2,9872	0,0069
Etkileşim (BCD)	6	52,437	8,740	7,1002	0,0000
Etkileşim (ABCD)	12	41,327	3,444	2,7979	0,0010
Hata	648	797,615	1,231		
Toplam	719	45425,678			

*: Anlamlı ($\alpha = 0,05$ 'e göre), **: Anlamsız.

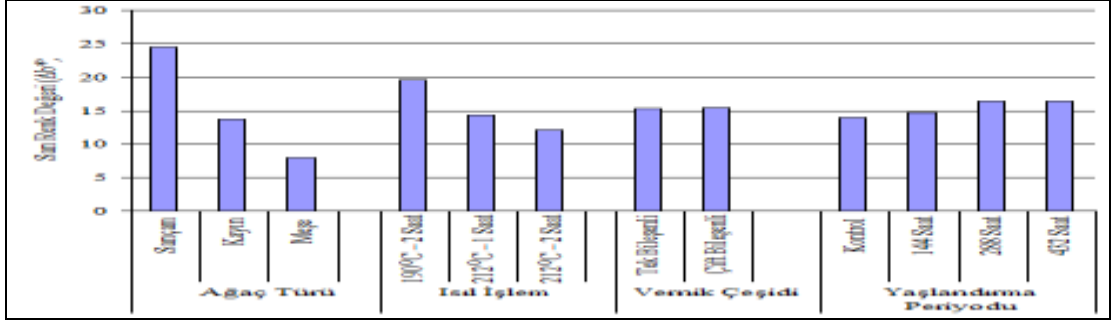
Varyans analiz sonucuna göre ağaç türü - vernik çeşidi etkileşimi anlamsız, ağaç türü, ısıt işlem, vernik çeşidi, yaşlandırma periyodu faktörleri ve bu faktörlerin karşılıklı etkileşimleri anlamlı çıkmıştır ($\alpha=0,05$).

Daha sonra LSD kritik değeri kullanılarak ağaç türü, ısıt işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyodu düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.19’da verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.12’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.19. Ağaç türü, ısıt işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyodu değişkenlerinde sarı renk değerine (Δb^*) ait Duncan testi sonuçları.

Faktör	\bar{x}	HG	
Ağaç Türü	Sarıçam	24,46	A*
	Kayın	13,68	B
	Meşe	7,90	C
Isıl İşlem	190°C – 2 Saat	19,62	A*
	212°C – 1 Saat	14,31	B
	212°C – 2 Saat	12,11	C
Vernik Çeşidi	Tek Bileşenli	15,26	B
	Çift Bileşenli	15,44	A*
Yaşlandırma Periyodu	Kontrol	13,92	C
	144 Saat	14,70	B
	288 Saat	16,36	A
	432 Saat	16,41	A*

\bar{X} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik grubu, *: En yüksek sarı renk değerini (Δb^*) ifade etmektedir.



Şekil 3.12. Ağaç türü, ısıl işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyoduna ait sarı renk değerlerinin (Δb^*) karşılaştırma sonuçları.

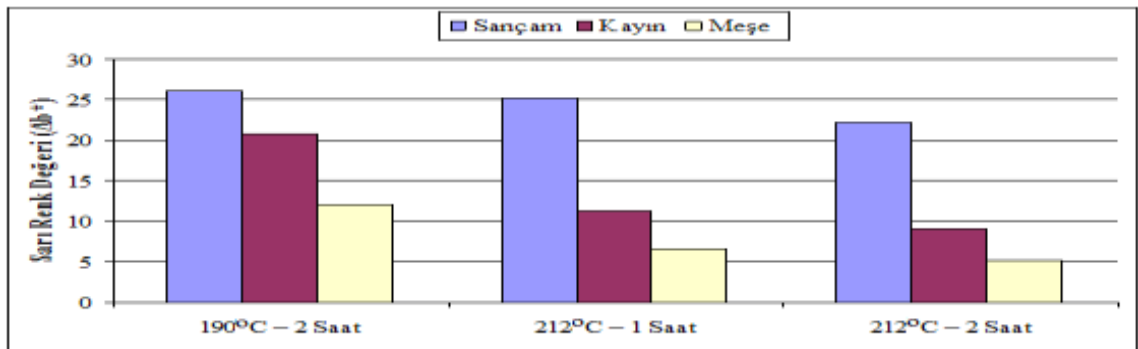
Çizelge 3.19'a göre ağaç türü düzeyinde sarı renk değeri en yüksek sarıçamda, en düşük meşede tespit edilmiştir. Isıl işlem düzeyinde, sarı renk değeri en yüksek 190°C'de 2 saat ısıl işlem görmüş, en düşük 212°C'de 2 saat ısıl işlem görmüş örneklerde elde edilmiştir. Vernik çeşidi düzeyinde sarı renk değeri en yüksek çift bileşenli vernikte, en düşük tek bileşenli vernikte elde edilmiştir. Sarı renk değeri en yüksek 432 saatlik ve 288 saatlik UV yaşlandırmaya maruz kalmış örneklerinde, en düşük kontrol örneklerinde tespit edilmiştir.

Ağaç türü - ısıl işlem etkileşimi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.20'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.13'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.20. Ağaç türü - ısıl işlem ikili etkileşimine ait sarı renk değerinin (Δb^*) Duncan testi sonuçları.

Faktör AB	190°C – 2 Saat		212°C – 1 Saat		212°C – 2 Saat	
	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Sarıçam	26,15	A*	25,09	B	22,15	C
Kayın	20,71	D	11,27	F	9,06	G
Meşe	11,99	E	6,58	H	5,14	I
LSD \pm 0,3445						

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek sarı renk değerini (Δb^*) ifade etmektedir.
A: Ağaç türü, B: Isıl işlem



Şekil 3.13. Ağaç türü - ısıl işlem etkileşimine ait sarı renk değerlerinin (Δb^*) karşılaştırma sonuçları.

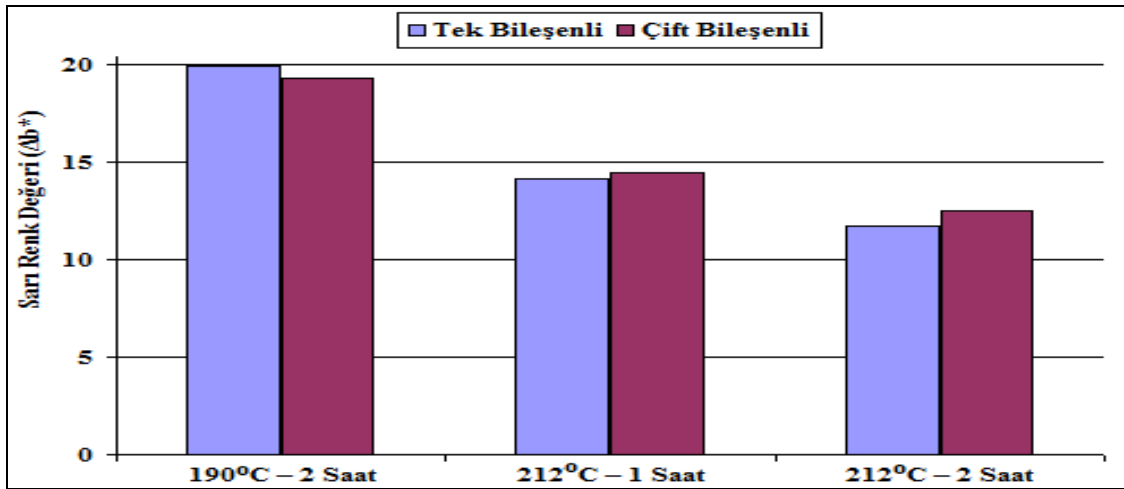
Çizelge 3.20'ye göre ağaç türü - ısı işlem etkileşimi düzeyinde, sarı renk değeri en yüksek 190°C'de 2 saat ısı işlem görmüş sarıçamda, en düşük 212°C'de 2 saat ısı işlem görmüş meşede elde edilmiştir.

Isıl işlem - vernik çeşidi etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.21'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.14'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.21. Isıl işlem - vernik çeşidi ikili etkileşimine ait sarı renk değerinin (Δb^*) Duncan testi sonuçları.

Faktör BC	Tek Bileşenli		Çift Bileşenli	
	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
190°C – 2 Saat	19,93	A*	19,31	B
212°C – 1 Saat	14,15	D	14,47	C
212°C – 2 Saat	11,70	F	12,53	E
LSD \pm 0,2813				

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek sarı renk değerini (Δb^*) ifade etmektedir.
B: Isıl işlem, C: Vernik çeşidi



Şekil 3.14. Isıl işlem – vernik çeşidi etkileşimine ait sarı renk değerlerinin (Δb^*) karşılaştırma sonuçları.

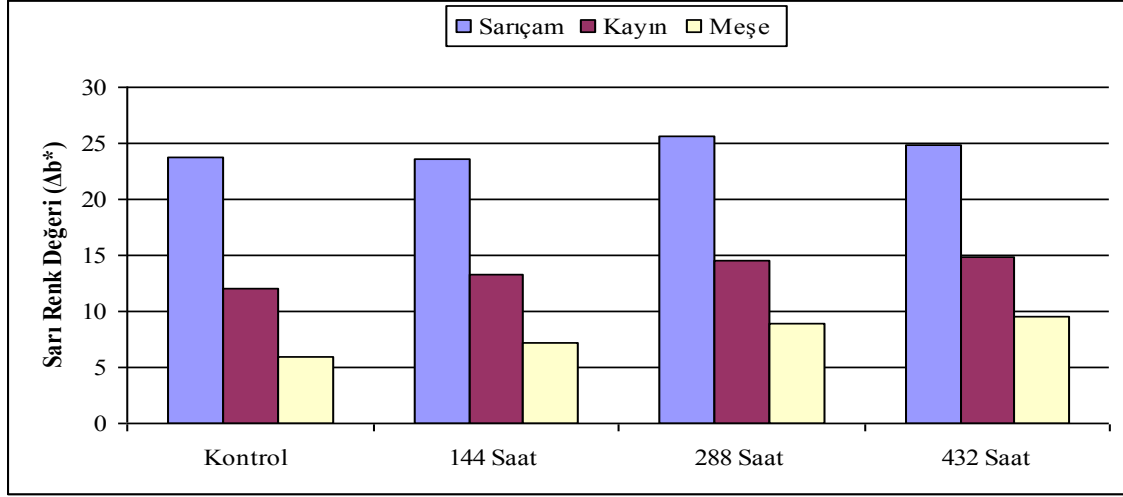
Çizelge 3.21'ye göre ısı işlem - vernik çeşidi etkileşimi düzeyinde sarı renk değeri en yüksek 190°C'de 2 saat süre ile ısı işlem görmüş ve tek bileşenli vernik ile verniklenmiş örneklerde, en düşük 212°C'de 2 saat süre ile ısı işlem görmüş ve tek bileşenli vernik ile verniklenmiş örneklerde elde edilmiştir.

Ağaç türü – yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.22'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.15'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.22. Ağaç türü - yaşlandırma periyodu ikili etkileşimine ait sarı renk değerinin (Δb^*) ait Duncan testi sonuçları.

Faktör AD	Yaşlandırma Periyodu							
	Kontrol		144 Saat		288 Saat		432 Saat	
	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Sarıçam	23,81	C	23,63	C	25,58	A*	24,84	B
Kayın	12,02	F	13,26	E	14,57	D	14,86	D
Meşe	5,94	J	7,22	I	8,93	H	9,53	G
LSD \pm 0,3978								

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek sarı renk değerini (Δb^*) ifade etmektedir.
A: Ağaç türü, D: Yaşlandırma periyodu



Şekil 3.15. Ağaç türü – yaşlandırma periyodu etkileşimine ait sarı renk değerlerinin (Δb^*) karşılaştırma sonuçları.

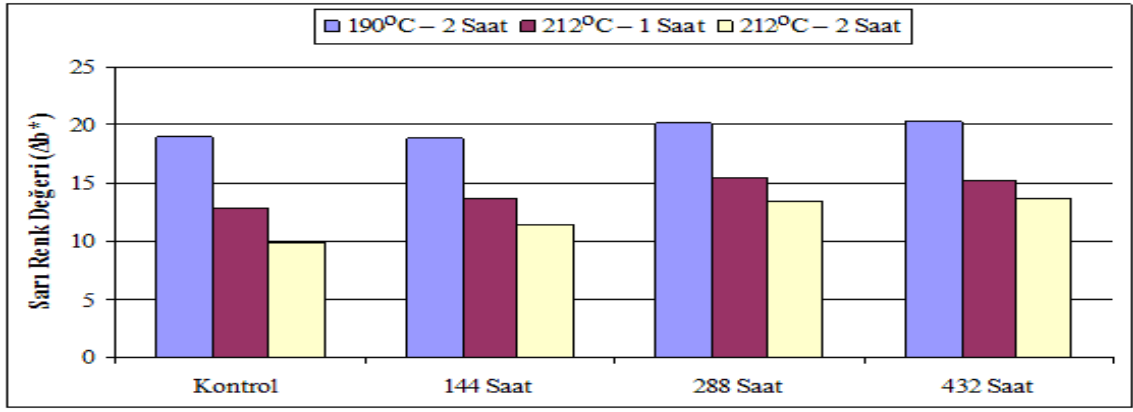
Çizelge 3.22'ye göre ağaç türü - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde, sarı renk değeri en yüksek 288 saatlik UV yaşlandırma yapılmış sarıçam örneklerde, en düşük sarı renk değeri meşe kontrol örneklerinde tespit edilmiştir.

Isıl işlem – yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.23'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.16'da gösterilmiştir.

Çizelge 3.23. Isıl işlem - yaşlandırma periyodu ikili etkileşimine ait sarı renk değerinin (Δb^*) Duncan testi sonuçları.

Faktör BD	Yaşlandırma Periyodu							
	Kontrol		144 Saat		288 Saat		432 Saat	
	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
190°C – 2 Saat	19,05	B	18,92	B	20,21	A	20,28	A*
212°C – 1 Saat	12,85	E	13,69	D	15,43	C	15,27	C
212°C – 2 Saat	9,86	G	11,49	F	13,43	D	13,67	D
LSD \pm 0,3978								

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek sarı renk değerini (Δb^*) ifade etmektedir.
B: Isıl işlem, D: Yaşlandırma periyodu



Şekil 3.16. Isıl işlem – yaşlandırma periyodu etkileşimine ait sarı renk değerlerinin (Δb*) karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.23'e göre ısıl işlem - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde, sarı renk değeri en yüksek, 190°C'de 2 saat süre ile ısıl işlem görmüş 288 ve 432 saatlik UV yaşlandırma yapılan örneklerde, en düşük 212°C'de 2 saat süre ile ısıl işlem görmüş kontrol örneklerinde tespit edilmiştir.

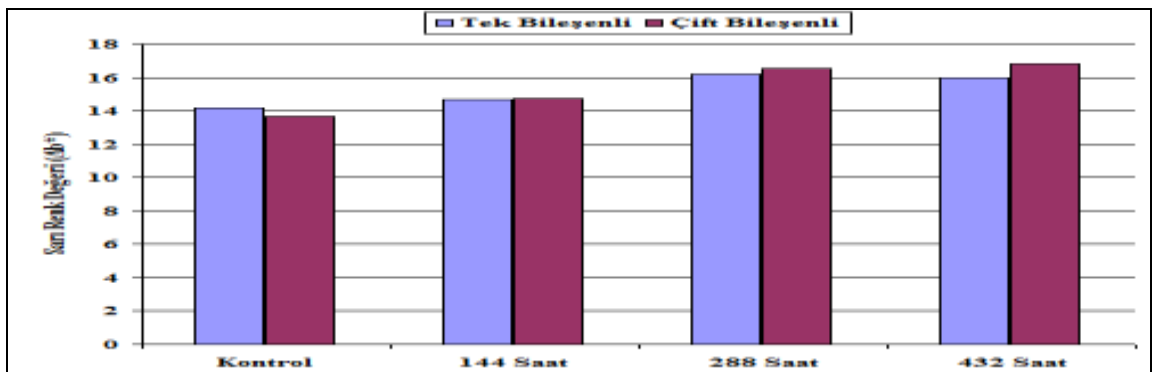
Vernik çeşidi – yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.24'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.17'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.24. Vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu ikili etkileşimine ait sarı renk değerinin (Δb*) Duncan testi sonuçları.

Faktör CD	Yaşlandırma Periyodu							
	Kontrol		144 Saat		288 Saat		432 Saat	
	\bar{x}	HG	\bar{x}	HG	\bar{x}	HG	\bar{x}	HG
Tek Bileşenli	14,16	E	14,67	D	16,21	BC	16,00	C
Çift Bileşenli	13,68	F	14,73	D	16,51	AB	16,81	A*
LSD \pm 0,3248								

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek sarı renk değerini (Δb*) ifade etmektedir.

C: Vernik çeşidi, D: Yaşlandırma periyodu



Şekil 3.17. Vernik çeşidi – yaşlandırma periyodu etkileşimine ait sarı renk değerlerinin (Δb*) karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.24'e göre vernik çeşidi – yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan sarı renk değeri en yüksek 432 saatlik UV yaşlandırma yapılan ve çift bileşenli vernik ile verniklenmiş örneklerde, en düşük çift bileşenli vernik ile verniklenmiş kontrol örneklerinde elde edilmiştir.

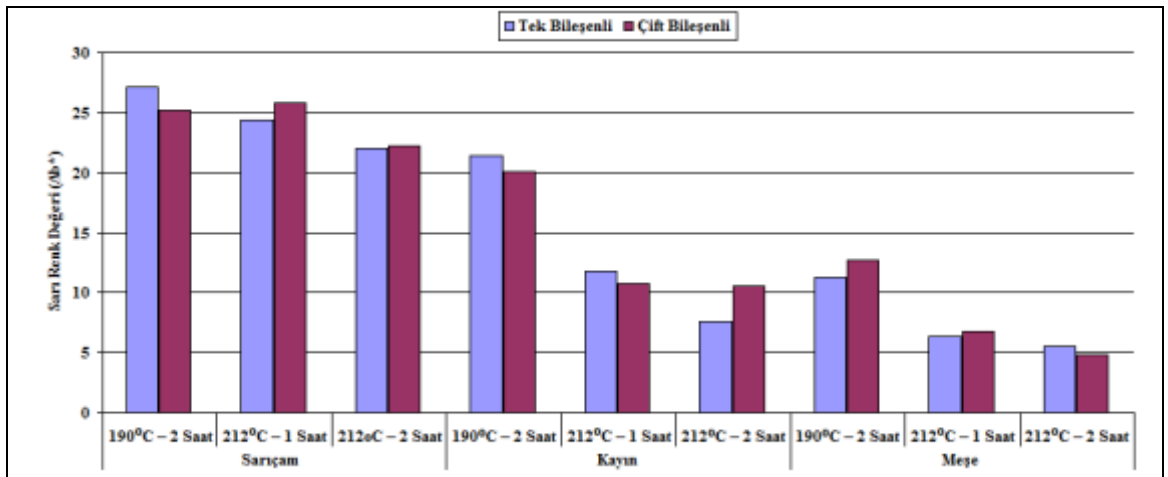
Ağaç türü - ısıl işlem - vernik çeşidi etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi üçlü karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.25'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.18'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.25. Ağaç türü - ısıl işlem - vernik çeşidi üçlü etkileşimine ait sarı renk değerinin (Δb^*) ait Duncan testi sonuçları.

Faktör ABC**		Tek Bileşenli		Çift Bileşenli	
		\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Sarıçam	190°C – 2 Saat	27,11	A*	25,19	C
	212°C – 1 Saat	24,33	D	25,85	B
	212°C – 2 Saat	22,04	E	22,25	E
Kayın	190°C – 2 Saat	21,39	F	20,03	G
	212°C – 1 Saat	11,74	I	10,79	J
	212°C – 2 Saat	7,58	K	10,54	J
Meşe	190°C – 2 Saat	11,28	I	12,70	H
	212°C – 1 Saat	6,38	L	6,78	L
	212°C – 2 Saat	5,49	M	4,79	N
LSD \pm 0,4872					

\bar{X} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik grubu, *: En yüksek sarı renk değerini (Δb^*) ifade etmektedir.

** : A: Isıl işlem B: Isıl işlem, C: Vernik çeşidi



Şekil 3.18. Ağaç türü - ısıl işlem - vernik çeşidi etkileşimine ait sarı renk değerlerinin (Δb^*) karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.25'e göre ağaç türü - ısıl işlem - vernik çeşidi etkileşimi düzeyinde, sarı renk değeri en yüksek 190°C'de 2 saat ısıl işlem görmüş ve tek bileşenli vernik ile verniklenmiş sarıçamda, en düşük 212°C'de 2 saat ısıl işlem görmüş ve çift bileşenli vernik ile verniklenmiş meşede tespit edilmiştir.

Ağaç türü - ısıt işlem - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi üçlü karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.26'da verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.19'da gösterilmiştir.

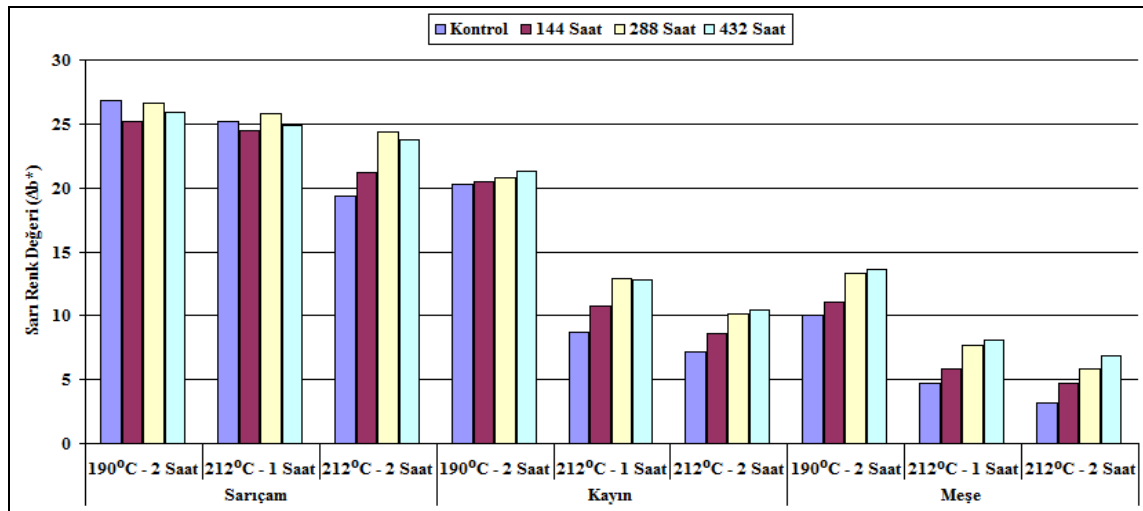
Çizelge 3.26. Ağaç türü - ısıt işlem - yaşlandırma periyodu üçlü etkileşimine ait sarı renk değerinin (Δb^*) Duncan testi sonuçları.

Faktör ABD**		Yaşlandırma Periyodu							
		Kontrol		144 Saat		288 Saat		432 Saat	
		\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Sarıçam	190°C - 2 Saat	26,86	A*	25,22	CD	26,61	A*	25,91	B
	212°C - 1 Saat	25,23	BCD	24,44	E	25,79	BC	24,90	DE
	212°C - 2 Saat	19,33	I	21,23	G	24,33	EF	23,71	F
Kayın	190°C - 2 Saat	20,27	H	20,48	H	20,75	GH	21,33	G
	212°C - 1 Saat	8,66	O	10,76	LM	12,86	K	12,78	K
	212°C - 2 Saat	7,13	QR	8,55	O	10,10	MN	10,45	LMN
Meşe	190°C - 2 Saat	10,02	N	11,07	L	13,28	JK	13,61	J
	212°C - 1 Saat	4,66	T	5,88	S	7,65	PQ	8,13	OP
	212°C - 2 Saat	3,13	U	4,71	T	5,86	S	6,85	R

LSD \pm 0,6890

\bar{X} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik grubu, *: En yüksek sarı renk değerini (Δb^*) ifade etmektedir.

** : A: Ağaç türü, B: Isıt işlem, D: Yaşlandırma periyodu



Şekil 3.19. Ağaç türü - ısıt işlem - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait sarı renk değerlerinin (Δb^*) karşılaştırma sonuçları.

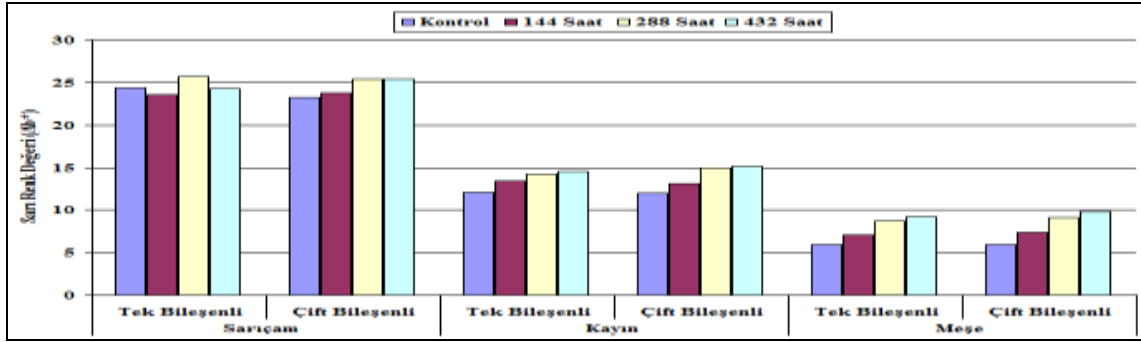
Çizelge 3.26'ya göre ağaç türü - ısıt işlem - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde, sarı renk değeri en yüksek, 190°C'de 2 saat süre ile ısıt işlem görmüş sarıçamın kontrol ve 288 saatlik UV yaşlandırma yapılan örneklerinde, en düşük 212°C'de 2 saat süre ile ısıt işlem görmüş meşe kontrol örneklerinde elde edilmiştir.

Ağaç türü – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi üçlü karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.27'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.20'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.27. Ağaç türü - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu üçlü etkileşimine ait sarı renk değerinin (Δb^*) Duncan testi sonuçları.

Faktör ACD**		Yaşlandırma Periyodu							
		Kontrol		144 Saat		288 Saat		432 Saat	
		\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Sarıçam	Tek Bileşenli	24,41	B	23,53	C	25,73	A*	24,31	B
	Çift Bileşenli	23,20	C	23,73	C	25,42	A	25,38	A
Kayın	Tek Bileşenli	12,11	H	13,46	G	14,19	F	14,52	EF
	Çift Bileşenli	11,93	H	13,06	G	14,96	DE	15,19	D
Meşe	Tek Bileşenli	5,96	L	7,03	K	8,70	J	9,18	J
	Çift Bileşenli	5,91	L	7,41	K	9,16	J	9,88	I
LSD \pm 0,5625									

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek sarı renk değerini (Δb^*) ifade etmektedir.
 **: A: Ağaç türü, C: Vernik çeşidi, D: Yaşlandırma periyodu



Şekil 3.20. Ağaç türü – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait sarı renk değerlerinin (Δb^*) karşılaştırma sonuçları.

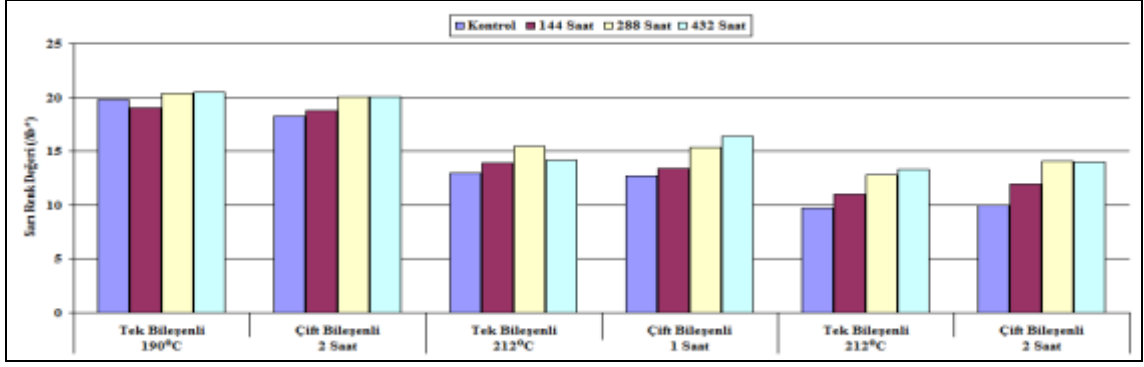
Çizelge 3.27'ye göre ağaç türü – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde, sarı renk değeri en yüksek tek ve çift bileşenli vernik ile verniklenmiş sarıçamın 288 saatlik UV yaşlandırma yapılan örneklerinde ve çift bileşenli vernik ile verniklenmiş sarıçamın 432 saatlik UV yaşlandırma yapılan örneklerinde, en düşük tek ve çift bileşenli vernik ile verniklenmiş meşenin kontrol örneklerinde tespit edilmiştir.

Isıl işlem – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi üçlü karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.28'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.21'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.28. Isıl işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu üçlü etkileşimine ait sarı renk değerinin (Δb^*) Duncan testi sonuçları.

Faktör BCD**		Yaşlandırma Periyodu							
		Kontrol		144 Saat		288 Saat		432 Saat	
		\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
190°C 2 Saat	Tek Bileşenli	19,80	B	19,06	C	20,36	AB	20,50	A*
	Çift Bileşenli	18,30	D	18,79	CD	20,07	AB	20,07	AB
212°C 1 Saat	Tek Bileşenli	12,96	IJK	13,95	GH	15,48	F	14,20	G
	Çift Bileşenli	12,74	K	13,43	HI	15,38	F	16,34	E
212°C 2 Saat	Tek Bileşenli	9,72	N	11,01	M	12,78	JK	13,31	IJ
	Çift Bileşenli	10,01	N	11,98	L	14,08	G	14,03	G
LSD \pm 0,5625									

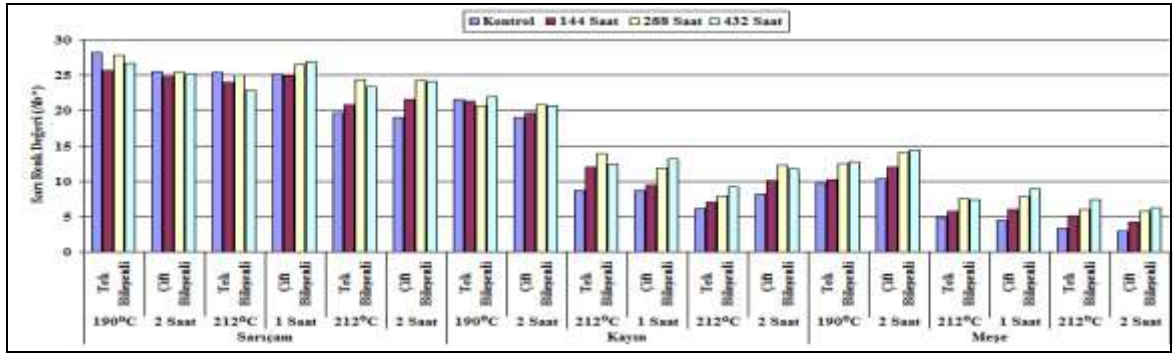
\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek sarı renk değerini (Δb^*) ifade etmektedir.
 **: B: Isıl işlem, C: Vernik çeşidi, D: Yaşlandırma periyodu



Şekil 3.21. Isıl işlem – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait sarı renk değerlerinin (Δb^*) karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.28'e göre ısıl işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyoduna etkileşimi düzeyinde, sarı renk değeri en yüksek 190°C'de 2 saat süre ile ısıl işlem görmüş ve tek bileşenli vernik ile verniklenmiş 432 saatlik UV yaşlandırma yapılan örneklerde, en düşük 212°C'de 2 saat süre ile ısıl işlem görmüş ve tek ve çift bileşenli vernik ile verniklenmiş kontrol örneklerinde elde edilmiştir.

Tekli, ikili ve üçlü karşılaştırmaların sonuçlarını topluca görmek amacıyla, ağaç türü – ısıl işlem – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.29'da verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.22'de gösterilmiştir.



Şekil 3.22. Ağaç türü - ısıl işlem – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait sarı renk değerlerinin (Δb^*) karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.29'a göre ağaç türü - ısıl işlem – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde, sarı renk değeri en yüksek, 190°C'de 2 saat süre ile ısıl işlem görmüş ve tek bileşenli vernik ile verniklenmiş sarıçamın kontrol örneklerinde, en düşük 212°C'de 2 saat süre ile ısıl işlem görmüş ve çift bileşenli vernik ile verniklenmiş meşenin kontrol örneklerinde elde edilmiştir.

Çizelge 3.29. Ağaç türü - ısıt işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu dörtlü etkileşimine ait sarı renk değerinin (Δb^*) Duncan testi sonuçları.

Ağaç Türü	Isıt İşlem	Vernik Çeşidi	Yaş. Per.	\bar{x}	HG	Ağaç Türü	Isıt İşlem	Vernik Çeşidi	Yaş. Per.	\bar{x}	HG
Sarıçam	190°C 2 saat	Tek bileşenli	Kontrol	28,18	A	Meşe	190°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	12,78	RS
Sarıçam	190°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	27,85	AB	Meşe	190°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	12,53	RST
Sarıçam	212°C 1 saat	Çift bileşenli	432 saat	26,90	BC	Kayın	212°C 1 saat	Tek bileşenli	432 saat	12,35	RST
Sarıçam	190°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	26,70	C	Kayın	212°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	12,24	RST
Sarıçam	212°C 1 saat	Çift bileşenli	288 saat	26,59	CD	Kayın	212°C 1 saat	Tek bileşenli	144 saat	12,02	ST
Sarıçam	190°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	25,71	DE	Meşe	190°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	11,99	ST
Sarıçam	190°C 2 saat	Çift bileşenli	Kontrol	25,54	EF	Kayın	212°C 1 saat	Çift bileşenli	288 saat	11,82	ST
Sarıçam	212°C 1 saat	Tek bileşenli	Kontrol	25,37	EF	Kayın	212°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	11,70	T
Sarıçam	190°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	25,37	EF	Meşe	190°C 2 saat	Çift bileşenli	Kontrol	10,36	U
Sarıçam	190°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	25,12	EFG	Meşe	190°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	10,15	UV
Sarıçam	212°C 1 saat	Çift bileşenli	Kontrol	25,10	EFG	Kayın	212°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	10,05	UV
Sarıçam	212°C 1 saat	Tek bileşenli	288 saat	24,99	EFGH	Meşe	190°C 2 saat	Tek bileşenli	Kontrol	9,67	UVW
Sarıçam	212°C 1 saat	Çift bileşenli	144 saat	24,83	EFGH	Kayın	212°C 1 saat	Çift bileşenli	144 saat	9,49	UVWX
Sarıçam	190°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	24,74	FGH	Kayın	212°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	9,21	VWX
Sarıçam	212°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	24,36	GH	Meşe	212°C 1 saat	Çift bileşenli	432 saat	8,92	WXY
Sarıçam	212°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	24,30	GH	Kayın	212°C 1 saat	Tek bileşenli	Kontrol	8,68	YZ
Sarıçam	212°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	24,11	HI	Kayın	212°C 1 saat	Çift bileşenli	Kontrol	8,64	XYZ
Sarıçam	212°C 1 saat	Tek bileşenli	144 saat	24,05	HI	Kayın	212°C 2 saat	Çift bileşenli	Kontrol	8,16	YZI
Sarıçam	212°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	23,31	IJ	Kayın	212°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	7,97	YZI\
Sarıçam	212°C 1 saat	Tek bileşenli	432 saat	22,90	JK	Meşe	212°C 1 saat	Çift bileşenli	288 saat	7,75	ZI\
Kayın	190°C 2 Saat	Tek bileşenli	432 saat	22,01	KL	Meşe	212°C 1 saat	Tek bileşenli	288 saat	7,55	I\
Sarıçam	212°C 2 Saat	Çift bileşenli	144 saat	21,63	LM	Meşe	212°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	7,41	I\
Kayın	190°C 2 saat	Tek bileşenli	Kontrol	21,55	LMN	Meşe	212°C 1 saat	Tek bileşenli	432 saat	7,35	I\
Kayın	190°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	21,32	LMN	Kayın	212°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	7,05	I\
Sarıçam	212°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	20,82	MN	Meşe	212°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	6,29	I^
Kayın	190°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	20,82	MN	Kayın	212°C 2 saat	Tek bileşenli	Kontrol	6,10	I^_
Kayın	190°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	20,69	MN	Meşe	212°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	6,01	^_
Kayın	190°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	20,65	N	Meşe	212°C 1 saat	Çift bileşenli	144 saat	5,97	^_
Sarıçam	212°C 2 saat	Tek bileşenli	Kontrol	19,68	O	Meşe	212°C 1 saat	Tek bileşenli	144 saat	5,78	^_`
Kayın	190°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	19,64	O	Meşe	212°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	5,71	^_`
Kayın	190°C 2 saat	Çift bileşenli	Kontrol	18,99	O	Meşe	212°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	5,16	_`a
Sarıçam	212°C 2 saat	Çift bileşenli	Kontrol	18,97	O	Meşe	212°C 1 saat	Tek bileşenli	Kontrol	4,84	`a
Meşe	190°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	14,44	P	Meşe	212°C 1 saat	Çift bileşenli	Kontrol	4,48	a
Meşe	190°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	14,02	PQ	Meşe	212°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	4,26	ab
Kayın	212°C 1 saat	Tek bileşenli	288 saat	13,91	PQ	Meşe	212°C 2 saat	Tek bileşenli	Kontrol	3,37	bc
Kayın	212°C 1 saat	Çift bileşenli	432 saat	13,21	QR	Meşe	212°C 2 Saat	Çift bileşenli	Kontrol	2,89	c

LSD \pm 0,9743

\bar{X} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik grubu

3.2.3. Renk Parlaklık (Işıklılık) Değeri (ΔL^*)

Farklı sıcaklık ve sürelerde ısıl işlem görmüş farklı ağaç malzemelerin, su bazlı tek ve çift bileşenli vernikler ile verniklendikten sonra yaşlandırma uygulamasına maruz bırakılan deney örneklerinde elde edilen ortalama renk parlaklık (ışıklılık) değerleri Çizelge 3.30'de verilmiştir.

Çizelge 3.30. Renk parlaklık (ışıklılık) değeri (ΔL^*) ölçümlerinin aritmetik ortalama değerleri.

Faktör ABCD*			Yaşlandırma Periyodu				
			Kontrol**	144 Saat	288 Saat	432 Saat	
Sarıçam	190°C 2 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	49,77	52,22	53,22	55,56
			X min	47,65	51,12	51,75	54,64
			X max	50,82	53,20	54,55	56,91
		S	1,18	0,60	0,86	0,67	
		Çift Bileşenli	\bar{X}	49,01	51,52	53,86	55,14
			X min	48,09	50,16	53,16	53,15
	X max		49,87	52,57	54,77	56,60	
	S	0,59	0,87	0,46	1,17		
	212°C 1 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	44,81	47,10	49,26	47,50
			X min	43,40	45,01	48,29	46,63
			X max	45,89	48,54	50,63	48,47
		S	0,96	1,20	0,69	0,50	
		Çift Bileşenli	\bar{X}	44,05	47,74	50,16	50,67
			X min	43,31	46,90	49,13	50,30
	X max		44,77	48,59	51,35	51,66	
	S	0,46	0,61	0,75	0,39		
	212°C 2 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	38,57	42,22	44,59	43,57
			X min	37,11	40,02	43,05	42,93
			X max	39,70	43,89	46,74	44,64
		S	0,90	1,14	1,37	0,65	
		Çift Bileşenli	\bar{X}	38,80	42,06	44,65	44,67
			X min	38,03	41,54	43,90	43,07
	X max		39,72	42,65	45,59	45,75	
	S	0,51	0,35	0,53	0,79		
Kayın	190°C 2 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	44,76	47,59	48,51	49,52
			X min	42,89	47,33	48,08	49,13
			X max	46,31	47,94	49,34	50,00
		S	1,00	0,17	0,48	0,28	
		Çift Bileşenli	\bar{X}	42,04	46,39	48,78	49,53
			X min	40,44	45,44	47,99	49,17
	X max		44,90	46,91	49,83	49,96	
	S	1,51	0,38	0,59	0,26		
	212°C 1 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	30,35	33,95	35,14	34,39
			X min	29,88	33,17	33,44	33,53
			X max	30,81	34,77	36,64	35,59
		S	0,26	0,49	0,92	0,71	
		Çift Bileşenli	\bar{X}	30,91	32,26	33,86	35,39
			X min	30,00	31,29	33,39	34,66
	X max		31,71	33,06	35,12	36,78	
	S	0,61	0,56	0,54	0,58		
	212°C 2 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	28,01	29,69	30,22	31,61
			X min	27,36	29,06	29,34	30,72
			X max	28,84	30,59	31,67	32,50
		S	0,43	0,51	0,79	0,64	
		Çift Bileşenli	\bar{X}	30,65	32,60	35,09	34,27
			X min	30,03	31,55	34,24	33,42
	X max		32,36	34,63	36,40	35,63	
	S	0,80	0,96	0,84	0,65		
Meşe	190°C 2 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	30,64	32,41	33,82	34,18
			X min	28,13	30,96	32,39	33,33
			X max	31,93	33,13	35,93	34,98
		S	1,06	0,71	1,21	0,46	
		Çift Bileşenli	\bar{X}	32,37	34,40	36,33	37,28
			X min	31,65	33,09	35,44	35,90
	X max		33,10	35,67	37,34	38,16	
	S	0,51	0,82	0,65	0,80		
	212°C	Tek Bileşenli	\bar{X}	27,24	28,85	29,99	29,82

	1 saat		X min	26,16	27,93	29,26	28,02
			X max	27,85	29,38	30,92	31,30
S	0,61	0,40	0,47	0,95			
Çift Bileşenli	\bar{X}	27,51	29,01	30,40	31,46		
	X min	27,17	28,14	30,11	30,87		
	X max	28,00	29,71	31,01	32,55		
S	0,27	0,47	0,29	0,61			
Tek Bileşenli	\bar{X}	26,26	28,21	28,52	29,79		
	X min	25,21	27,12	28,01	29,26		
	X max	27,75	29,88	30,01	30,31		
S	0,94	0,76	0,65	0,42			
Çift Bileşenli	\bar{X}	26,55	27,99	29,11	29,65		
	X min	26,14	27,35	28,20	28,98		
	X max	26,95	28,69	29,96	30,42		
S	0,24	0,42	0,61	0,56			

*: A: Ağaç türü, B: Isıl işlem, C: Vernik çeşidi, D: Yaşlandırma periyodu
 **: Kontrol örneklerine herhangi bir yaşlandırma işlemi uygulanmamıştır.

Renk parlaklık (ışıklılık) değerleri, ağaç türü, ısıl işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyoduna göre farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla Çoklu Varyans analizi (ANOVA) yapılmış ve sonuçları Çizelge 3.31’de verilmiştir.

Çizelge 3.31. Ağaç türü, ısıl işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyodunun renk parlaklık (ışıklılık) değeri (ΔL^*) etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	P, $\alpha=0,05$
Ağaç Türü (A)	2	35297,321	17648,660	33728,2846	0,0000*
Isıl işlem (B)	2	14216,579	7108,290	13584,6242	0,0000
Etkileşim (AB)	4	3072,084	768,021	1467,7620	0,0000
Vernik Çeşidi (C)	1	81,925	81,925	156,5661	0,0000
Etkileşim (AC)	2	14,585	7,292	13,9364	0,0000
Etkileşim (BC)	2	28,514	14,257	27,2467	0,0000
Etkileşim (ABC)	4	248,450	62,113	118,7031	0,0000
Yaşlandırma Periyodu (D)	3	2266,482	755,494	1443,8215	0,0000
Etkileşim (AD)	6	82,123	13,687	26,1574	0,0000
Etkileşim (BD)	6	40,797	6,800	12,9945	0,0000
Etkileşim (ABD)	12	52,996	4,416	8,4401	0,0000
Etkileşim (CD)	3	46,855	15,618	29,8485	0,0000
Etkileşim (ACD)	6	6,407	1,068	2,0409	0,0583**
Etkileşim (BCD)	6	36,776	6,129	11,7137	0,0000
Etkileşim (ABCD)	12	46,919	3,910	7,4722	0,0000
Hata	648	339,072	0,523		
Toplam	719	55877,886			

*: Anlamlı ($\alpha = 0,05$ 'e göre), **: Anlamsız.

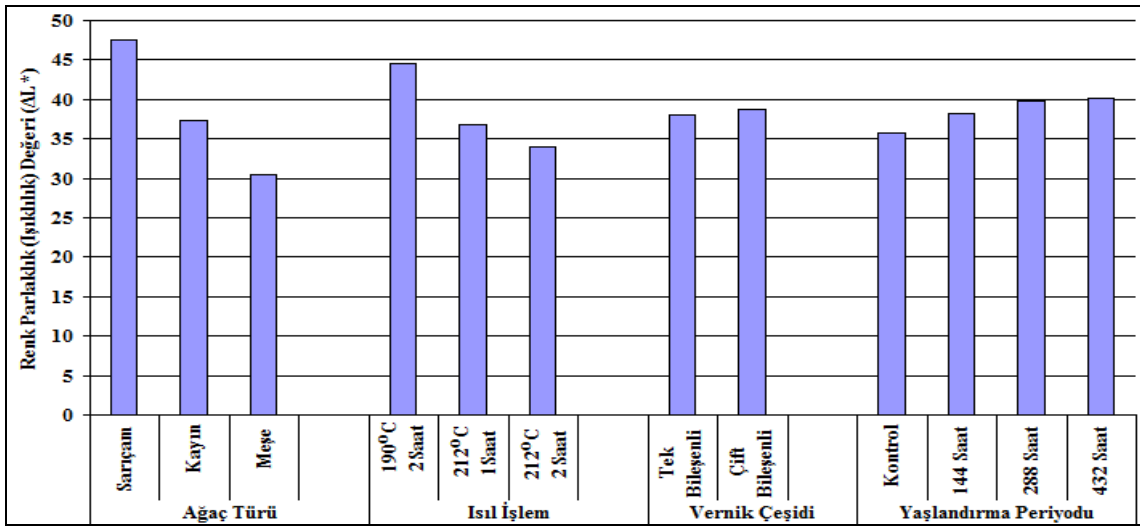
Varyans analiz sonucuna göre ağaç türü - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimi anlamsız, ağaç türü, ısıl işlem, vernik çeşidi, yaşlandırma periyodu faktörleri ve bu faktörlerin karşılıklı etkileşimleri anlamlı çıkmıştır ($\alpha=0,05$).

Daha sonra LSD kritik değeri kullanılarak ağaç türü, ısıl işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyodu düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.32’de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.23’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.32. Ağaç türü, ısıtım işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyodu değişkenlerinde renk parlaklık (ışıklılık) değerine (ΔL^*) ait Duncan testi sonuçları.

Faktör		\bar{X}	HG	
Ağaç Türü	Sarıçam	47,53	A*	LSD \pm 0,1296
	Kayın	37,31	B	
	Meşe	30,49	C	
Isıtım İşlem	190°C – 2 Saat	44,53	A*	LSD \pm 0,1296
	212°C – 1 Saat	36,74	B	
	212°C – 2 Saat	34,06	C	
Vernik Çeşidi	Tek Bileşenli	38,11	B	LSD \pm 0,1058
	Çift Bileşenli	38,78	A*	
Yaşlandırma Periyodu	Kontrol	35,68	D	LSD \pm 0,1497
	144 Saat	38,12	C	
	288 Saat	39,75	B	
	432 Saat	40,22	A*	

\bar{X} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik grubu, *: En yüksek renk parlaklık (ışıklılık) değeri (ΔL^*) değerini ifade etmektedir.



Şekil 3.23. Ağaç türü, ısıtım işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyoduna ait renk parlaklık (ışıklılık) değerlerinin (ΔL^*) karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.32'ye göre ağaç türü düzeyinde renk parlaklık (ışıklılık) değeri en yüksek sarıçamda, en düşük meşede tespit edilmiştir. Isıtım işlem düzeyinde, renk parlaklık (ışıklılık) değeri en yüksek 190°C'de 2 saat ısıtım işlem görmüş örneklerde, en düşük 212°C'de 2 saat ısıtım işlem görmüş örneklerde elde edilmiştir. Vernik çeşidi faktörü düzeyinde renk parlaklık (ışıklılık) değeri en yüksek çift bileşenli vernikte, en düşük tek bileşenli vernikte elde edilmiştir. Renk parlaklık (ışıklılık) değeri en yüksek, 432 saatlik UV yaşlandırmaya maruz kalmış örneklerinde, en düşük kontrol örneklerinde tespit edilmiştir.

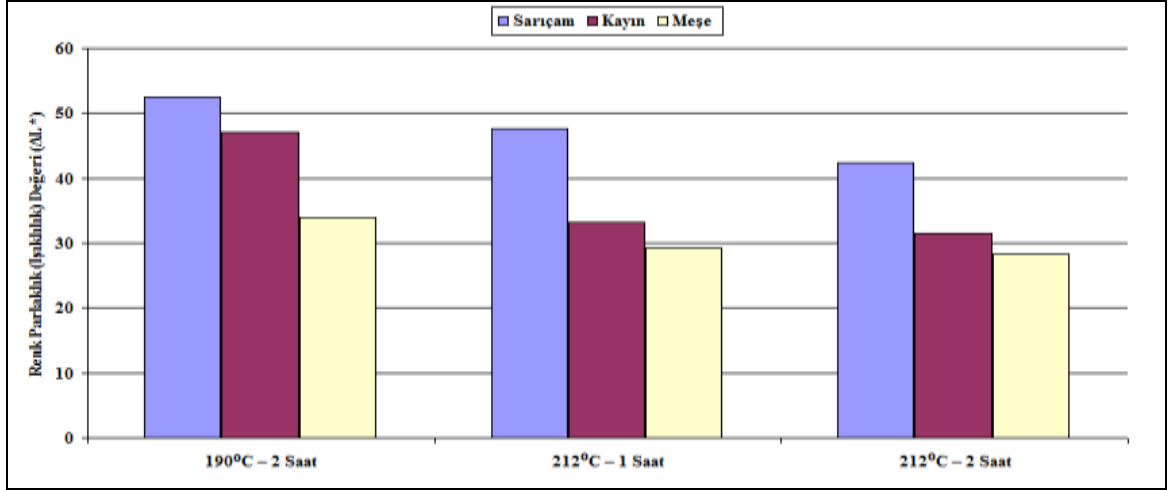
Ağaç türü - ısıtım etkileşimi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.33'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.24'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.33. Ağaç türü - ısıtma işlemi ikili etkileşimine ait renk parlaklık (ışıklılık) değerinin (ΔL^*) Duncan testi sonuçları.

Faktör AB	190°C – 2 Saat		212°C – 1 Saat		212°C – 2 Saat	
	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Sarıçam	52,54	A*	47,66	B	42,39	D
Kayın	47,14	C	33,28	F	31,52	G
Meşe	33,93	E	29,29	H	28,26	I

LSD \pm 0,2245

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek renk parlaklık (ışıklılık) değeri (ΔL^*) değerini ifade etmektedir.
A: Ağaç türü, B: Isıtma işlemi



Şekil 3.24. Ağaç türü - ısıtma işlemi etkileşimine ait renk parlaklık (ışıklılık) değerlerinin (ΔL^*) karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.33'e göre ağaç türü - ısıtma işlemi etkileşimi düzeyinde, renk parlaklık (ışıklılık) değeri en yüksek 190°C'de 2 saat ısıtma işlemi görmüş sarıçamda, en düşük 212°C'de 2 saat ısıtma işlemi görmüş meşede elde edilmiştir.

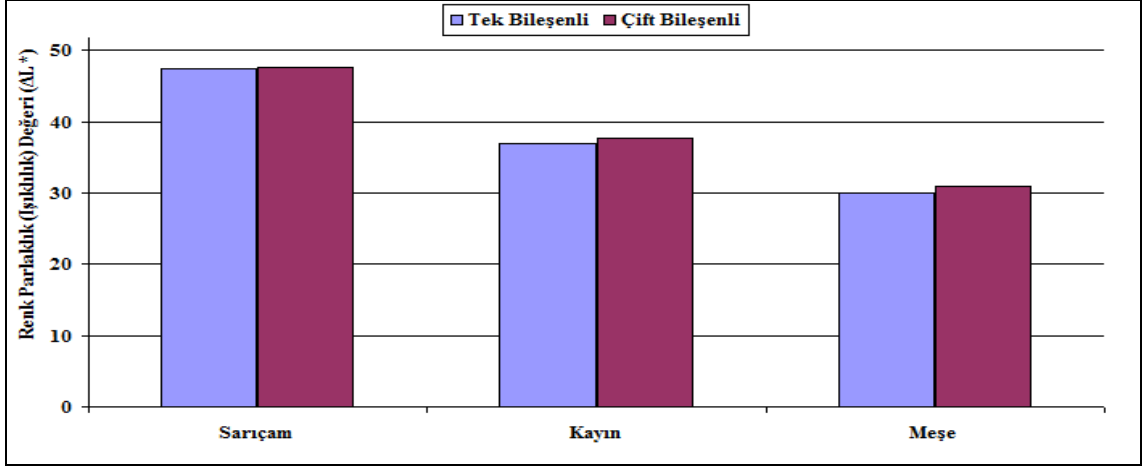
Ağaç türü – vernik çeşidi etkileşimi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.34'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.25'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.34. Ağaç türü - vernik çeşidi ikili etkileşimine ait renk parlaklık (ışıklılık) değerinin (ΔL^*) Duncan testi sonuçları.

Faktör AC	Tek Bileşenli		Çift Bileşenli	
	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Sarıçam	47,37	B	47,69	A*
Kayın	36,98	D	37,65	C
Meşe	29,98	F	31,00	E

LSD \pm 0,1833

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek renk parlaklık (ışıklılık) değeri (ΔL^*) değerini ifade etmektedir.
A: Ağaç türü, C: Vernik çeşidi



Şekil 3.25. Ağaç türü - vernik çeşidi etkileşimine ait renk parlaklık (ışıklılık) değerlerinin (ΔL^*) karşılaştırma sonuçları.

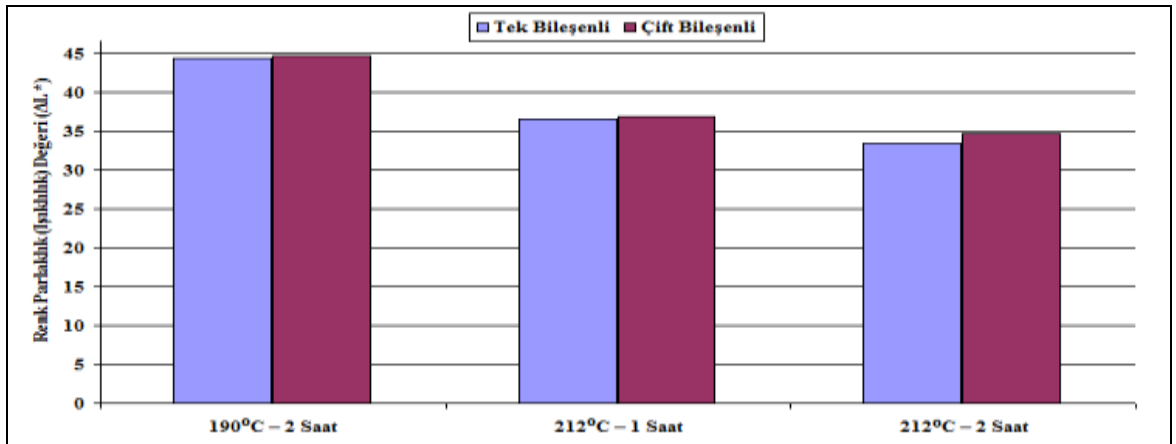
Çizelge 3.34'e göre ağaç türü - vernik çeşidi etkileşimi düzeyinde, renk parlaklık (ışıklılık) değeri en yüksek çift bileşenli vernik ile verniklenmiş sarıçamda, en düşük tek bileşenli vernik ile verniklenmiş meşede tespit edilmiştir.

Isıl işlem – vernik çeşidi etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.35'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.26'da gösterilmiştir.

Çizelge 3.35. Isıl işlem - vernik çeşidi ikili etkileşimine ait renk parlaklık (ışıklılık) değerinin (ΔL^*) Duncan testi sonuçları.

Faktör BC	Tek Bileşenli		Çift Bileşenli	
	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
190°C – 2 Saat	44,35	B	44,72	A*
212°C – 1 Saat	36,53	D	36,95	C
212°C – 2 Saat	33,44	F	34,68	E
LSD \pm 0,1833				

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek renk parlaklık (ışıklılık) değeri (ΔL^*) değerini ifade etmektedir.
B: Isıl işlem, C: Vernik çeşidi



Şekil 3.26. Isıl işlem – vernik çeşidi etkileşimine ait renk parlaklık (ışıklılık) değerlerinin (ΔL^*) karşılaştırma sonuçları.

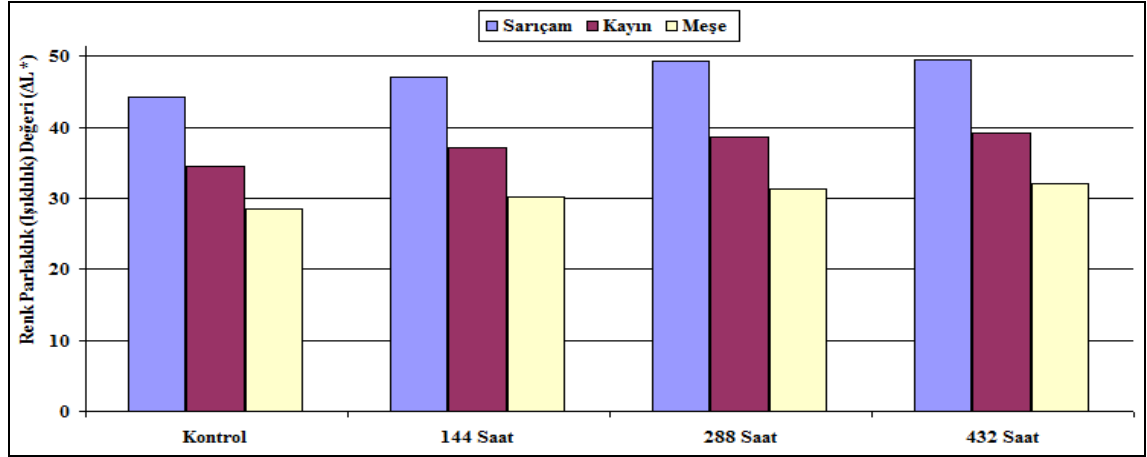
Çizelge 3.35'e göre ısıtma işlemi - vernik çeşidi etkileşimi düzeyinde renk parlaklık (ışıklılık) değeri en yüksek 190°C'de 2 saat süre ile ısıtma işlemi görmüş çift bileşenli vernik ile verniklenmiş ve örneklerde, en düşük 212°C'de 2 saat süre ile ısıtma işlemi görmüş tek bileşenli vernik ile verniklenmiş ve örneklerde elde edilmiştir.

Ağaç türü – yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.36'da verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.27'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.36. Ağaç türü - yaşlandırma periyodu ikili etkileşimine ait renk parlaklık (ışıklılık) değerinin (ΔL^*) Duncan testi sonuçları.

Faktör AD	Yaşlandırma Periyodu							
	Kontrol		144 Saat		288 Saat		432 Saat	
	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Sarıçam	44,17	C	47,14	B	49,29	A	49,52	A*
Kayın	34,45	G	37,08	F	38,60	E	39,12	D
Meşe	28,43	K	30,15	J	31,36	I	32,03	H
LSD \pm 0,2593								

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek renk parlaklık (ışıklılık) değeri (ΔL^*) değerini ifade etmektedir.
A: Ağaç türü, D: Yaşlandırma periyodu



Şekil 3.27. Ağaç türü – yaşlandırma periyodu etkileşimine ait renk parlaklık (ışıklılık) değerlerinin (ΔL^*) karşılaştırma sonuçları.

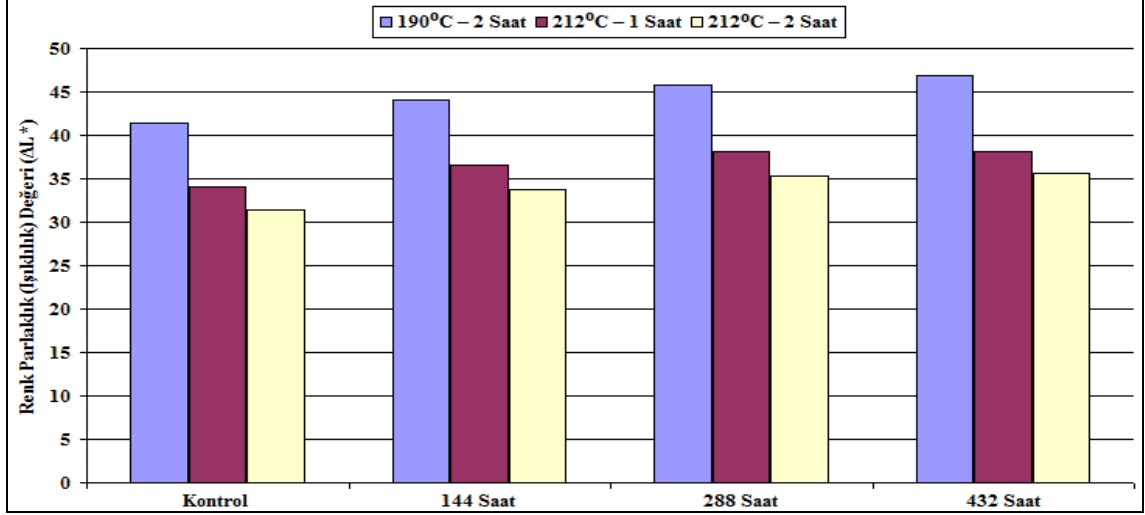
Çizelge 3.36'ya göre ağaç türü - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde, renk parlaklık (ışıklılık) değeri en yüksek sarıçamın 432 saatlik ve 288 saatlik UV yaşlandırma yapılan örneklerinde, en düşük renk parlaklık (ışıklılık) değeri meşe kontrol örneklerinde tespit edilmiştir.

Isıl işlem – yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.37'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.28'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.37. Isıl işlem - yaşlandırma periyodu ikili etkileşimine ait renk parlaklık (ışıklılık) değerinin (ΔL^*) Duncan testi sonuçları.

Faktör BD	Yaşlandırma Periyodu							
	Kontrol		144 Saat		288 Saat		432 Saat	
	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
190°C – 2 Saat	41,43	D	44,09	C	45,75	B	46,87	A*
212°C – 1 Saat	34,14	H	36,49	F	38,13	E	38,20	E
212°C – 2 Saat	31,47	J	33,80	I	35,36	G	35,59	G
LSD \pm 0,2593								

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek renk parlaklık (ışıklılık) değeri (ΔL^*) değerini ifade etmektedir.
B: Isıl işlem, D: Yaşlandırma periyodu



Şekil 3.28. Isıl işlem – yaşlandırma periyodu etkileşimine ait renk parlaklık (ışıklılık) değerlerinin (ΔL^*) karşılaştırma sonuçları.

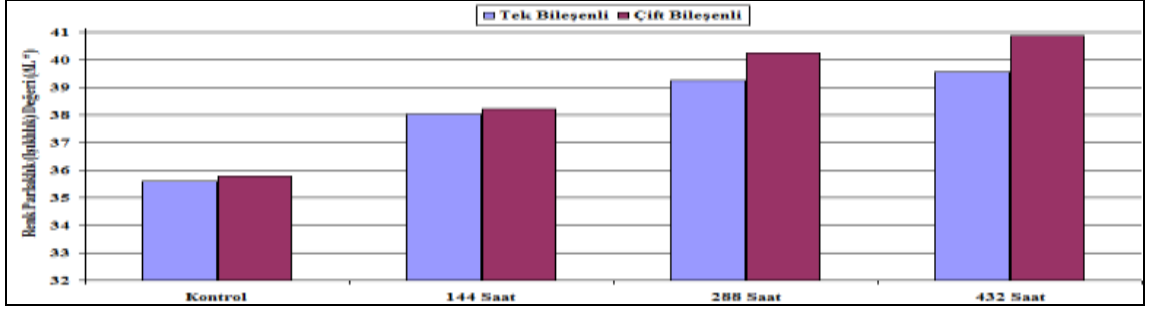
Çizelge 3.37'ye göre ısıtma işlem - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde, renk parlaklık (ışıklılık) değeri en yüksek, 190°C'de 2 saat süre ile ısıtma işlem görmüş ve 432 saatlik UV yaşlandırma yapılan örneklerde, en düşük 212°C'de 2 saat süre ile ısıtma işlem görmüş kontrol örneklerinde tespit edilmiştir.

Vernik çeşidi – yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.38'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.29'da gösterilmiştir.

Çizelge 3.38. Vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu ikili etkileşimine ait renk parlaklık (ışıklılık) değerinin (ΔL^*) Duncan testi sonuçları.

Faktör CD	Yaşlandırma Periyodu							
	Kontrol		144 Saat		288 Saat		432 Saat	
	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Tek Bileşenli	35,60	F	38,03	E	39,25	D	39,55	C
Çift Bileşenli	35,77	F	38,22	E	40,25	B	40,89	A*
LSD \pm 0,2117								

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek renk parlaklık (ışıklılık) değeri (ΔL^*) değerini ifade etmektedir.
C: Vernik çeşidi, D: Yaşlandırma periyodu



Şekil 3.29. Vernik çeşidi – yaşlandırma periyodu etkileşimine ait renk parlaklık (ışıklılık) değerlerinin (ΔL^*) karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.38'e göre vernik çeşidi – yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde renk parlaklık (ışıklılık) değeri en yüksek 432 saatlik UV yaşlandırma yapılan ve çift bileşenli vernik ile verniklenmiş örneklerde, en düşük tek ve çift bileşenli vernik ile verniklenmiş kontrol örneklerinde elde edilmiştir.

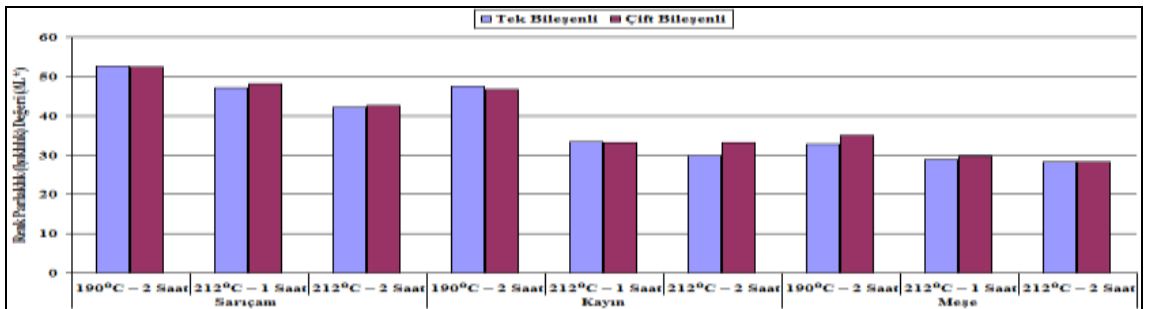
Ağaç türü - ısıl işlem - vernik çeşidi etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi üçlü karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.39'da verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.30'da gösterilmiştir.

Çizelge 3.39. Ağaç türü - ısıl işlem - vernik çeşidi üçlü etkileşimine ait renk parlaklık (ışıklılık) değerinin (ΔL^*) Duncan testi sonuçları.

Faktör ABC**		Tek Bileşenli		Çift Bileşenli	
		\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Sarıçam	190°C – 2 Saat	52,69	A*	52,38	A
	212°C – 1 Saat	47,17	D	48,16	B
	212°C – 2 Saat	42,24	F	42,55	F
Kayın	190°C – 2 Saat	47,60	C	46,68	E
	212°C – 1 Saat	33,46	H	33,10	I
	212°C – 2 Saat	29,88	K	33,16	HI
Meşe	190°C – 2 Saat	32,76	J	35,09	G
	212°C – 1 Saat	28,97	L	29,60	K
	212°C – 2 Saat	28,20	M	28,32	M

LSD \pm 0,3175

\bar{X} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik grubu, *: En yüksek renk parlaklık (ışıklılık) değeri (ΔL^*) değerini ifade etmektedir.
 **: A: Isıl işlem, B: Isıl işlem, C: Vernik çeşidi



Şekil 3.30. Ağaç türü - ısıl işlem - vernik çeşidi etkileşimi ait renk parlaklık (ışıklılık) değerlerinin (ΔL^*) karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.39'a göre ağaç türü - ısıl işlem - vernik çeşidi etkileşimi düzeyinde, renk parlaklık (ışıklılık) değeri en yüksek 190°C'de 2 saat ısıl işlem görmüş, tek ve çift bileşenli vernik ile verniklenmiş sarıçamda, en düşük 212°C'de 2 saat ısıl işlem görmüş, tek ve çift bileşenli vernik ile verniklenmiş meşede tespit edilmiştir.

Ağaç türü - ısıl işlem - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi üçlü karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.40'da verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.31'de gösterilmiştir.

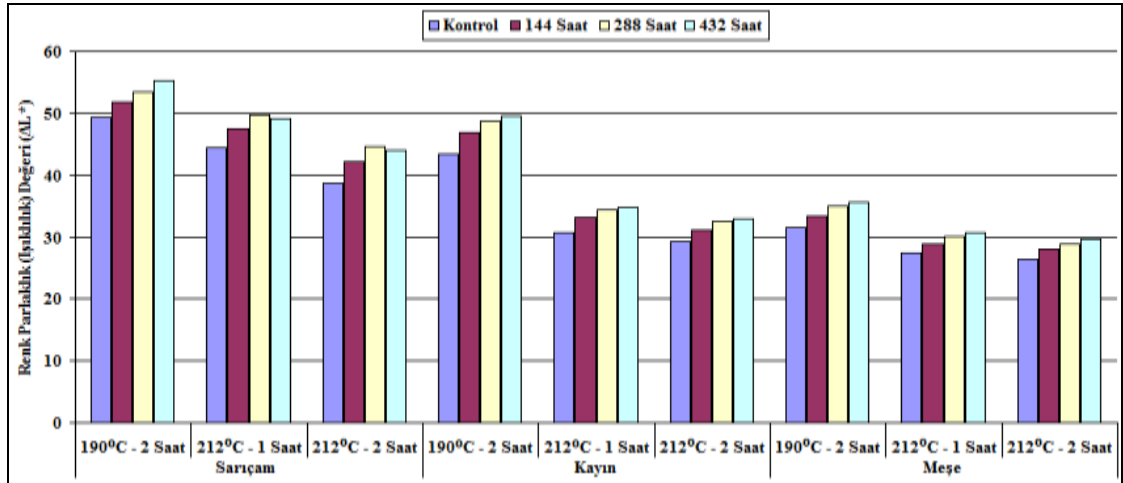
Çizelge 3.40. Ağaç türü - ısıl işlem - yaşlandırma periyodu üçlü etkileşimine ait renk parlaklık (ışıklılık) değerinin (ΔL^*) Duncan testi sonuçları.

Faktör ABD**		Yaşlandırma Periyodu							
		Kontrol		144 Saat		288 Saat		432 Saat	
		\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Sarıçam	190°C - 2 Saat	49,39	DE	51,87	C	53,54	B	55,35	A*
	212°C - 1 Saat	44,43	HI	47,42	G	49,71	D	49,08	EF
	212°C - 2 Saat	38,69	L	42,14	K	44,62	H	44,12	I
Kayın	190°C - 2 Saat	43,40	J	46,99	G	48,65	F	49,52	DE
	212°C - 1 Saat	30,63	TU	33,10	PQ	34,50	O	34,89	NO
	212°C - 2 Saat	29,33	VW	31,15	S	32,65	R	32,94	QR
Meşe	190°C - 2 Saat	31,50	S	33,41	P	35,08	N	35,73	M
	212°C - 1 Saat	27,38	Z	28,93	WX	30,19	U	30,64	T
	212°C - 2 Saat	26,41	I	28,10	Y	28,82	X	29,72	V

LSD \pm 0,4491

\bar{X} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik grubu, *: En yüksek renk parlaklık (ışıklılık) değeri (ΔL^*) değerini ifade etmektedir.

** : A: Ağaç türü, B: Isıl işlem, D: Yaşlandırma periyodu



Şekil 3.31. Ağaç türü - ısıl işlem - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait renk parlaklık (ışıklılık) değerlerinin (ΔL^*) karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.40'e göre ağaç türü - ısıl işlem - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde, renk parlaklık (ışıklılık) değeri en yüksek, 190°C'de 2 saat süre ile ısıl işlem görmüş sarıçam 432 saatlik UV yaşlandırma yapılan örneklerde, en düşük 212°C'de 2 saat süre ile ısıl işlem görmüş meşe kontrol örneklerinde elde edilmiştir.

Isıl işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi üçlü karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.41’de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.32’de gösterilmiştir.

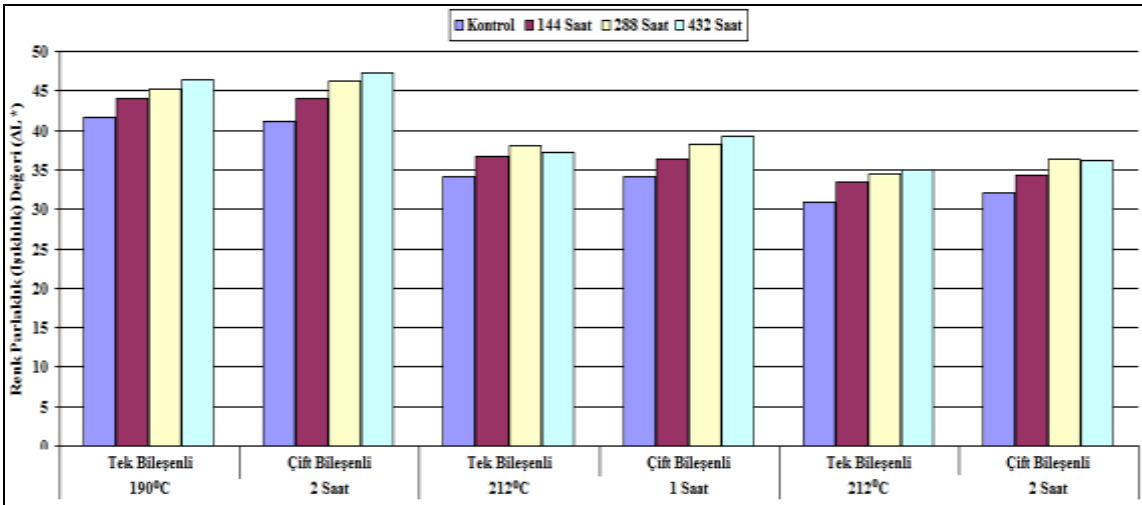
Çizelge 3.41. Isıl işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu üçlü etkileşimine ait renk parlaklık (ışıklılık) değerinin (ΔL^*) Duncan testi sonuçları.

Faktör BCD**		Yaşlandırma Periyodu							
		Kontrol		144 Saat		288 Saat		432 Saat	
		\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
190°C 2 Saat	Tek Bileşenli	41,72	E	44,07	D	45,18	C	46,42	B
	Çift Bileşenli	41,14	F	44,10	D	46,32	B	47,31	A*
212°C 1 Saat	Tek Bileşenli	34,13	M	36,63	J	38,13	H	37,24	I
	Çift Bileşenli	34,16	M	36,34	JK	38,14	H	39,17	G
212°C 2 Saat	Tek Bileşenli	30,95	P	33,37	N	34,44	M	34,99	L
	Çift Bileşenli	32,00	O	34,22	M	36,28	JK	36,20	K

LSD \pm 0,3667

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek renk parlaklık (ışıklılık) değeri (ΔL^*) değerini ifade etmektedir.

** : **B**: Isıl işlem, **C**: Vernik çeşidi, **D**: Yaşlandırma periyodu



Şekil 3.32. Isıl işlem – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait renk parlaklık (ışıklılık) değerlerinin (ΔL^*) karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.41’e göre ısıl işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde, renk parlaklık (ışıklılık) değeri en yüksek 190°C’de 2 saat süre ile ısıl işlem görmüş ve çift bileşenli vernik ile verniklenmiş 432 saatlik UV yaşlandırma yapılan örneklerinde, en düşük 212°C’de 2 saat süre ile ısıl işlem görmüş ve tek bileşenli vernik ile verniklenmiş kontrol örneklerinde elde edilmiştir.

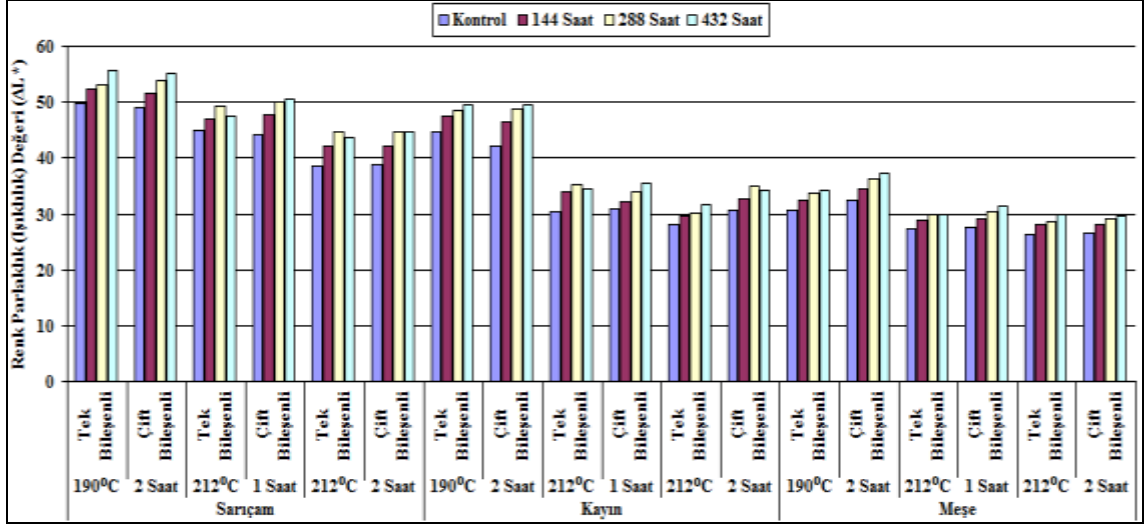
Tekli, ikili ve üçlü karşılaştırmaların sonuçlarını topluca görmek amacıyla, ağaç türü – ısıl işlem – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.42’de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.33’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.42. Ağaç türü - ısıt işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu dörtlü etkileşimine ait renk parlaklık (ışıklılık) değerinin (ΔL^*) Duncan testi sonuçları.

Ağaç Türü	Isıt İşlem	Vernik Çeşidi	Yaş. Per.	\bar{X}	HG	Ağaç Türü	Isıt İşlem	Vernik Çeşidi	Yaş. Per.	\bar{X}	HG
Sarıçam	190°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	55,56	A	Kayın	212°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	35,09	V
Sarıçam	190°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	55,14	A	Meşe	190°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	34,40	W
Sarıçam	190°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	53,86	B	Kayın	212°C 1 saat	Tek bileşenli	432 saat	34,39	W
Sarıçam	190°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	53,22	C	Kayın	212°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	34,27	W
Sarıçam	190°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	52,22	D	Meşe	190°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	34,18	W
Sarıçam	190°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	51,52	E	Kayın	212°C 1 saat	Tek bileşenli	144 saat	33,95	W
Sarıçam	212°C 1 saat	Çift bileşenli	432 saat	50,67	F	Kayın	212°C 1 saat	Çift bileşenli	288 saat	33,86	W
Sarıçam	212°C 1 saat	Çift bileşenli	288 saat	50,16	FG	Meşe	190°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	33,82	W
Sarıçam	190°C 2 saat	Tek bileşenli	Kontrol	49,77	GH	Kayın	212°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	32,60	X
Kayın	190°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	49,53	GHI	Meşe	190°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	32,41	X
Kayın	190°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	49,52	HI	Meşe	190°C 2 saat	Çift bileşenli	Kontrol	32,37	X
Sarıçam	212°C 1 saat	Tek bileşenli	288 saat	49,26	HIJ	Kayın	212°C 1 saat	Çift bileşenli	144 saat	32,26	X
Sarıçam	190°C 2 saat	Çift bileşenli	Kontrol	49,01	IJK	Kayın	212°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	31,61	Y
Kayın	190°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	48,78	JK	Meşe	212°C 1 saat	Çift bileşenli	432 saat	31,46	YZ
Kayın	190°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	48,51	K	Kayın	212°C 1 saat	Çift bileşenli	Kontrol	30,91	ZI
Sarıçam	212°C 1 saat	Çift bileşenli	144 saat	47,74	L	Kayın	212°C 2 saat	Çift bileşenli	Kontrol	30,65	II
Kayın	190°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	47,59	LM	Meşe	190°C 2 saat	Tek bileşenli	Kontrol	30,64	II
Sarıçam	212°C 1 saat	Tek bileşenli	432 saat	47,50	LM	Meşe	212°C 1 saat	Çift bileşenli	288 saat	30,40	III
Sarıçam	212°C 1 saat	Tek bileşenli	144 saat	47,10	M	Kayın	212°C 1 saat	Tek bileşenli	Kontrol	30,35	III
Kayın	190°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	46,39	N	Kayın	212°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	30,22	IV^
Sarıçam	212°C 1 saat	Tek bileşenli	Kontrol	44,81	O	Meşe	212°C 1 saat	Tek bileşenli	288 saat	29,99	IV^
Kayın	190°C 2 saat	Tek bileşenli	Kontrol	44,76	O	Meşe	212°C 1 saat	Tek bileşenli	432 saat	29,82	IV^
Sarıçam	212°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	44,67	OP	Meşe	212°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	29,79	IV^
Sarıçam	212°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	44,65	OP	Kayın	212°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	29,69	^_
Sarıçam	212°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	44,59	OP	Meşe	212°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	29,65	^_
Sarıçam	212°C 1 saat	Çift bileşenli	Kontrol	44,05	PQ	Meşe	212°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	29,11	_
Sarıçam	212°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	43,57	Q	Meşe	212°C 1 saat	Çift bileşenli	144 saat	29,01	^
Sarıçam	212°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	42,22	R	Meşe	212°C 1 saat	Tek bileşenli	144 saat	28,85	^
Sarıçam	212°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	42,06	R	Meşe	212°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	28,52	^a
Kayın	190°C 2 saat	Çift bileşenli	Kontrol	42,04	R	Meşe	212°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	28,21	a
Sarıçam	212°C 2 saat	Çift bileşenli	Kontrol	38,80	S	Kayın	212°C 2 saat	Tek bileşenli	Kontrol	28,01	ab
Sarıçam	212°C 2 saat	Tek bileşenli	Kontrol	38,57	S	Meşe	212°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	27,99	ab
Meşe	190°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	37,28	T	Meşe	212°C 1 saat	Çift bileşenli	Kontrol	27,51	bc
Meşe	190°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	36,33	U	Meşe	212°C 1 saat	Tek bileşenli	Kontrol	27,24	c
Kayın	212°C 1 saat	Çift bileşenli	432 saat	35,39	V	Meşe	212°C 2 saat	Çift bileşenli	Kontrol	26,55	d
Kayın	212°C 1 saat	Tek bileşenli	288 saat	35,14	V	Meşe	212°C 2 saat	Tek bileşenli	Kontrol	26,26	d

LSD \pm 0,6351

\bar{X} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik grubu



Şekil 3.33. Ağaç türü - ısıtıl işlem – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait renk parlaklık (ışıklılık) değerlerinin (ΔL^*) karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.42'ye göre ağaç türü - ısıtıl işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde, renk parlaklık (ışıklılık) değeri en yüksek, 190°C'de 2 saat süre ile ısıtıl işlem görmüş ve tek ve çift bileşenli vernik ile verniklenmiş sarıçamın 432 saatlik UV yaşlandırma yapılan örneklerinde, en düşük 212°C'de 2 saat süre ile ısıtıl işlem görmüş tek ve çift bileşenli vernik ile verniklenmiş meşenin kontrol örneklerinde elde edilmiştir.

3.2.4. Toplam Renk Değişimi (ΔE^*)

Farklı sıcaklık ve sürelerde ısıtıl işlem görmüş farklı ağaç malzemelerin, su bazlı tek ve çift bileşenli vernikler ile verniklendikten sonra yaşlandırma uygulamasına maruz bırakılan deney örneklerinde elde edilen ortalama toplam renk değişimi değerleri Çizelge 3.43'de verilmiştir.

Çizelge 3.43. Toplam renk değişimi (ΔE^*) ölçümlerinin aritmetik ortalama değerleri.

Faktör ABCD*			Yaşlandırma Periyodu				
			Kontrol **	144 Saat	288 Saat	432 Saat	
Sarıçam	190°C 2 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	58,99	59,42	61,25	62,64
			X min	56,04	57,84	59,71	61,69
			X max	62,28	60,49	62,32	63,99
		S	1,79	0,90	0,85	0,62	
		Çift Bileşenli	\bar{X}	56,66	58,41	60,65	61,60
			X min	55,23	55,90	59,83	59,86
	X max		57,88	59,51	61,30	63,30	
	S	0,92	1,13	0,43	1,04		
	212°C 1 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	53,25	54,29	56,53	53,98
			X min	50,40	51,03	55,59	52,99
			X max	55,45	56,36	57,84	55,45
		S	1,71	1,96	0,73	0,70	
Çift Bileşenli		\bar{X}	52,74	55,39	58,23	58,82	
		X min	51,78	54,84	57,20	58,14	
	X max	54,15	56,24	59,53	60,04		
S	0,65	0,47	0,69	0,53			
212°C 2 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	45,02	48,61	52,42	51,09	
		X min	41,62	46,70	50,75	50,30	
		X max	46,48	51,37	54,87	52,32	
	S	1,66	1,16	1,54	0,74		
	Çift Bileşenli	\bar{X}	45,04	48,93	52,47	52,37	
		X min	43,21	48,11	51,56	50,47	
X max		47,28	49,58	53,82	53,93		
S	1,30	0,54	0,80	1,05			
Kayın	190°C 2 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	51,07	53,28	54,77	55,29
			X min	49,12	52,95	53,96	54,82
			X max	52,82	53,72	55,69	55,81
		S	1,09	0,22	0,59	0,32	
		Çift Bileşenli	\bar{X}	47,67	51,49	54,13	54,64
			X min	45,87	50,59	53,21	54,30
	X max		50,26	52,01	55,30	55,05	
	S	1,46	0,37	0,66	0,25		
	212°C 1 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	32,71	37,30	39,21	37,78
			X min	32,11	36,60	36,82	36,59
			X max	33,58	38,45	41,26	39,14
		S	0,41	0,56	1,27	0,92	
Çift Bileşenli		\bar{X}	33,07	34,57	37,02	38,94	
		X min	31,95	32,92	36,35	37,85	
	X max	34,24	35,95	38,76	40,93		
S	0,69	0,95	0,73	0,83			
212°C 2 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	29,34	31,29	32,10	33,74	
		X min	28,44	30,35	30,98	32,57	
		X max	30,38	32,62	34,21	35,01	
	S	0,51	0,76	1,08	0,85		
	Çift Bileşenli	\bar{X}	32,57	35,07	38,08	37,13	
		X min	31,72	34,20	36,80	35,90	
X max		34,68	37,37	39,80	38,89		
S	1,01	1,10	1,18	0,87			
Meşe	190°C 2 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	32,81	34,75	37,08	37,49
			X min	29,09	33,08	34,97	36,43
			X max	34,67	35,90	39,99	38,48
		S	1,60	0,91	1,67	0,58	
		Çift Bileşenli	\bar{X}	34,85	37,29	39,85	40,85
			X min	33,82	35,79	38,61	39,13
	X max		36,21	38,57	41,10	42,04	
	S	0,72	0,97	0,87	1,04		
	212°C 1 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	28,11	29,92	31,61	31,32
			X min	26,71	28,68	30,50	29,05
			X max	28,67	30,65	32,89	33,30
		S	0,73	0,54	0,71	1,23	
Çift Bileşenli		\bar{X}	28,27	30,14	32,01	33,36	
		X min	27,88	28,91	31,66	32,46	
	X max	28,90	31,08	32,80	34,84		
S	0,34	0,65	0,38	0,82			
212°C 2 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	26,76	28,93	29,69	31,38	
		X min	25,60	27,84	28,90	30,65	
		X max	28,47	31,39	31,71	32,03	
	S	1,06	0,96	0,90	0,55		
	Çift Bileşenli	\bar{X}	26,94	28,53	30,10	30,75	
		X min	26,50	27,88	28,85	29,84	
X max		27,40	29,37	31,25	31,77		
S	0,29	0,50	0,88	0,72			

*: A: Ağaç türü, B: Isıl işlem, C: Vernik çeşidi, D: Yaşlandırma periyodu

** : Kontrol örneklerine herhangi bir yaşlandırma işlemi uygulanmamıştır.

Toplam renk değişimi değerleri, ağaç türü, ısıl işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyoduna göre farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla oklu Varyans analizi (ANOVA) yapılmış ve sonuçları izelge 3.44’de verilmiştir.

Çizelge 3.44. Ağaç türü, ısıl işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyodunun toplam renk değişimi (ΔE^*) değerleri etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	P, $\alpha=0,05$
Ağaç Türü (A)	2	63222,572	31611,286	35324,7544	0,0000*
Isıl işlem (B)	2	19899,349	9949,675	11118,4914	0,0000
Etkileşim (AB)	4	4383,929	1095,982	1224,7303	0,0000
Vernik eşidi (C)	1	76,265	76,265	85,2237	0,0000
Etkileşim (AC)	2	18,926	9,463	10,5747	0,0000
Etkileşim (BC)	2	71,026	35,513	39,6848	0,0000
Etkileşim (ABC)	4	487,526	121,882	136,1994	0,0000
Yaşlandırma Periyodu (D)	3	2730,050	910,017	1016,9190	0,0000
Etkileşim (AD)	6	35,348	5,891	6,5833	0,0000
Etkileşim (BD)	6	22,409	3,735	4,1736	0,0004
Etkileşim (ABD)	12	131,548	10,962	12,2501	0,0000
Etkileşim (CD)	3	65,890	21,963	24,5435	0,0000
Etkileşim (ACD)	6	18,835	3,139	3,5080	0,0020
Etkileşim (BCD)	6	68,082	11,347	12,6800	0,0000
Etkileşim (ABCD)	12	60,618	5,052	5,6449	0,0000
Hata	648	579,880	0,895		
Toplam	719	91872,253			

*: Anlamlı ($\alpha = 0,05$ ’e göre)

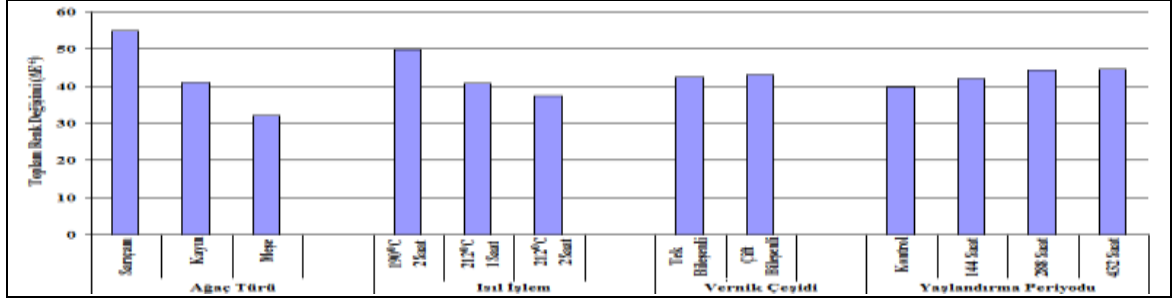
Varyans analiz sonucuna göre ağaç türü, ısıl işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyodu faktörleri ve bu faktörlerin karşılıklı etkileşimleri anlamlı çıkmıştır ($\alpha=0,05$).

Daha sonra LSD kritik değeri kullanılarak ağaç türü, ısıl işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyodu düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları izelge 3.45’de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.34’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.45. Ağaç türü, ısıl işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyodu değişkenlerinde toplam renk değişimi (ΔE^*) değerlerine ait Duncan testi sonuçları.

Faktör		\bar{X}	HG	
Ağaç Türü	Sarıçam	54,95	A*	LSD \pm 0,1696
	Kayın	40,93	B	
	Meşe	32,20	C	
Isıl işlem	190°C – 2 Saat	49,87	A*	LSD \pm 0,1696
	212°C – 1 Saat	40,77	B	
	212°C – 2 Saat	37,43	C	
Vernik eşidi	Tek Bileşenli	42,37	B	LSD \pm 0,1385
	ift Bileşenli	43,02	A*	
Yaşlandırma Periyodu	Kontrol	39,77	D	LSD \pm 0,1958
	144 Saat	42,09	C	
	288 Saat	44,29	B	
	432 Saat	44,62	A*	

\bar{X} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik grubu, *: En yüksek toplam renk değişimi (ΔE^*) değerini ifade etmektedir.



Şekil 3.34. Ağaç türü, ısıl işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyoduna ait toplam renk değişimi (ΔE^*) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

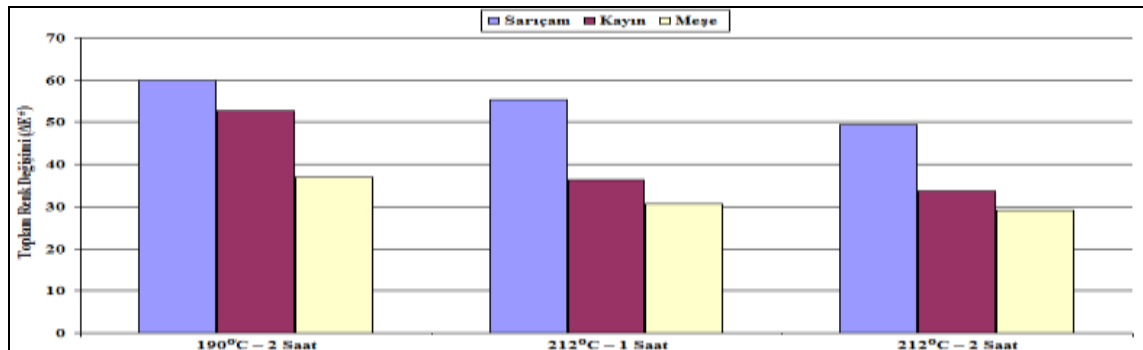
Çizelge 3.45'e göre ağaç türü düzeyinde toplam renk değişimi değeri en yüksek sarıçamda, en düşük meşede tespit edilmiştir. Isıl işlem düzeyinde, toplam renk değişimi değeri en yüksek 190°C'de 2 saat ısıl işlem görmüş örneklerde, en düşük 212°C'de 2 saat ısıl işlem görmüş örneklerde elde edilmiştir. Vernik çeşidi faktörü düzeyinde toplam renk değişimi değeri en yüksek çift bileşenli vernikte, en düşük tek bileşenli vernikte elde edilmiştir. Toplam renk değişimi değeri en yüksek 432 saatlik UV yaşlandırmaya maruz kalmış örneklerinde, en düşük kontrol örneklerinde tespit edilmiştir.

Ağaç türü - ısıl işlem etkileşimi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.46'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.35'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.46. Ağaç türü - ısıl işlem ikili etkileşimine ait toplam renk değişimi (ΔE^*) değerlerinin Duncan testi sonuçları.

Faktör AB	190°C – 2 Saat		212°C – 1 Saat		212°C – 2 Saat	
	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Sarıçam	59,95	A*	55,40	B	49,49	D
Kayın	52,79	C	36,33	F	33,66	G
Meşe	36,87	E	30,59	H	29,14	I
LSD \pm 0,2937						

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek toplam renk değişimi (ΔE^*) değerini ifade etmektedir.
A: Ağaç türü, B: Isıl işlem



Şekil 3.35. Ağaç türü - ısıl işlem etkileşimine ait toplam renk değişimi (ΔE^*) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

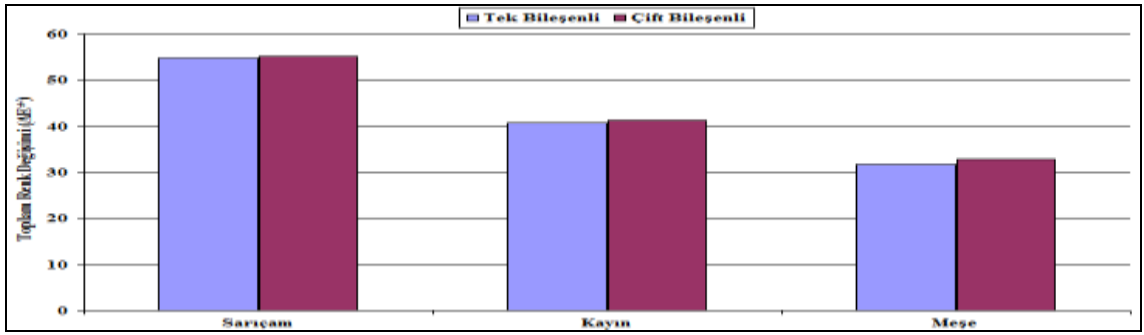
Çizelge 3.46'ya göre ağaç türü - ısı işlem etkileşimi düzeyinde, toplam renk değişimi değeri en yüksek 190°C'de 2 saat ısı işlem görmüş sarıçamda, en düşük 212°C'de 2 saat ısı işlem görmüş meşede elde edilmiştir.

Ağaç türü – vernik çeşidi etkileşimi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.47'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.36'da gösterilmiştir.

Çizelge 3.47. Ağaç türü - vernik çeşidi ikili etkileşimine ait toplam renk değişimi (ΔE^*) değerlerinin Duncan testi sonuçları.

Faktör AC	Tek Bileşenli		Çift Bileşenli	
	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Sarıçam	54,79	B	55,11	A*
Kayın	40,66	D	41,20	C
Meşe	31,65	F	32,75	E
LSD \pm 0,2398				

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek toplam renk değişimi (ΔE^*) değerini ifade etmektedir.
A: Ağaç türü, C: Vernik çeşidi



Şekil 3.36. Ağaç türü - vernik çeşidi etkileşimine ait toplam renk değişimi (ΔE^*) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

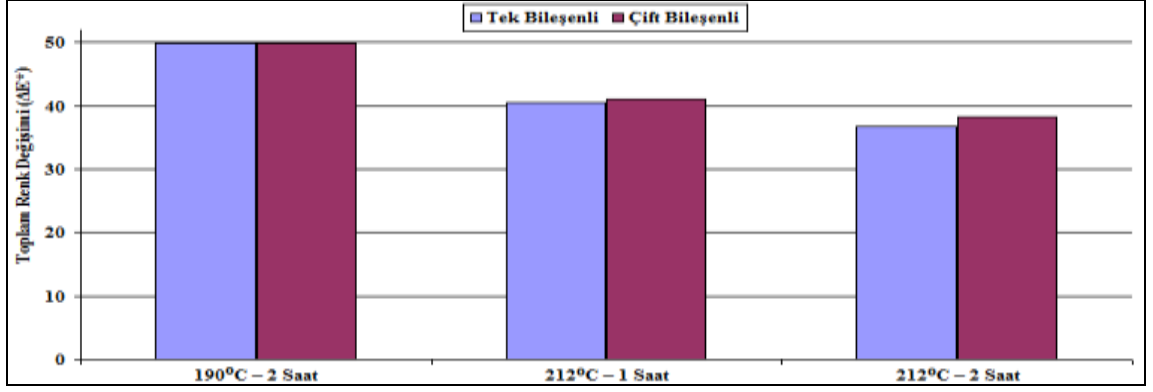
Çizelge 3.47'e göre ağaç türü - vernik çeşidi etkileşimi düzeyinde, toplam renk değişimi değeri en yüksek çift bileşenli vernik ile verniklenmiş sarıçamda, en düşük tek bileşenli vernik ile verniklenmiş meşede tespit edilmiştir.

Isıl işlem – vernik çeşidi etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.48'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.37'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.48. Isıl işlem - vernik çeşidi ikili etkileşimine ait toplam renk değişimi (ΔE^*) değerlerinin Duncan testi sonuçları.

Faktör BC	Tek Bileşenli		Çift Bileşenli	
	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
190°C – 2 Saat	49,90	A*	49,84	A
212°C – 1 Saat	40,50	C	41,05	B
212°C – 2 Saat	36,70	E	38,16	D
LSD \pm 0,2398				

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek toplam renk değişimi (ΔE^*) değerini ifade etmektedir.
B: Isıl işlem, C: Vernik çeşidi



Şekil 3.37. Isıl işlem – vernik çeşidi etkileşimine ait toplam renk değişimi (ΔE^*) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

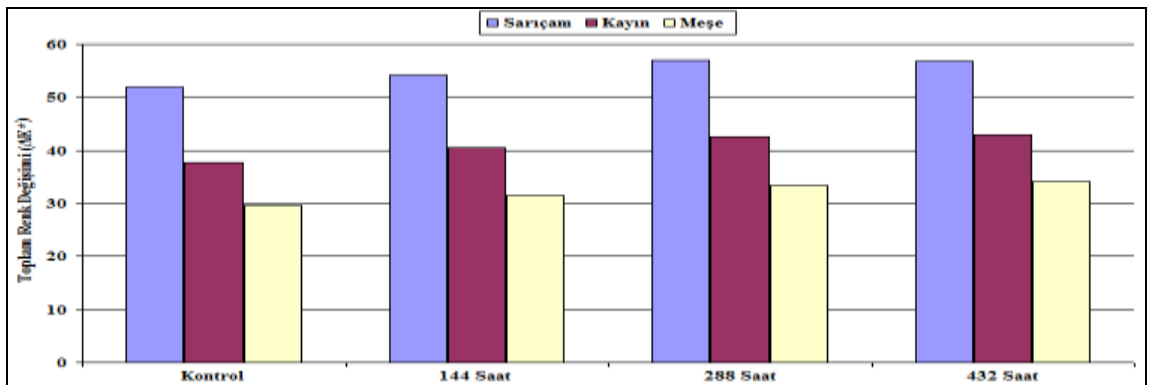
Çizelge 3.48'ye göre ısıl işlem - vernik çeşidi etkileşimi düzeyinde toplam renk değişimi değeri en yüksek 190°C'de 2 saat süre ile ısıl işlem görmüş, tek ve çift bileşenli vernik ile verniklenmiş örneklerde, en düşük 212°C'de 2 saat süre ile ısıl işlem görmüş ve tek bileşenli vernik ile verniklenmiş örneklerde elde edilmiştir.

Ağaç türü – yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.49'da verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.38'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.49. Ağaç türü - yaşlandırma periyodu ikili etkileşimine ait toplam renk değişimi (ΔE^*) değerlerinin Duncan testi sonuçları.

Faktör AD	Yaşlandırma Periyodu							
	Kontrol		144 Saat		288 Saat		432 Saat	
	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Sarıçam	51,95	C	54,18	B	56,92	A*	56,75	A
Kayın	37,74	G	40,50	F	42,55	E	42,92	D
Meşe	29,62	K	31,59	J	33,39	I	34,19	H
LSD \pm 0,3392								

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek toplam renk değişimi (ΔE^*) değerini ifade etmektedir.
A: Ağaç türü, D: Yaşlandırma periyodu



Şekil 3.38. Ağaç türü – yaşlandırma periyodu etkileşimine ait toplam renk değişimi (ΔE^*) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

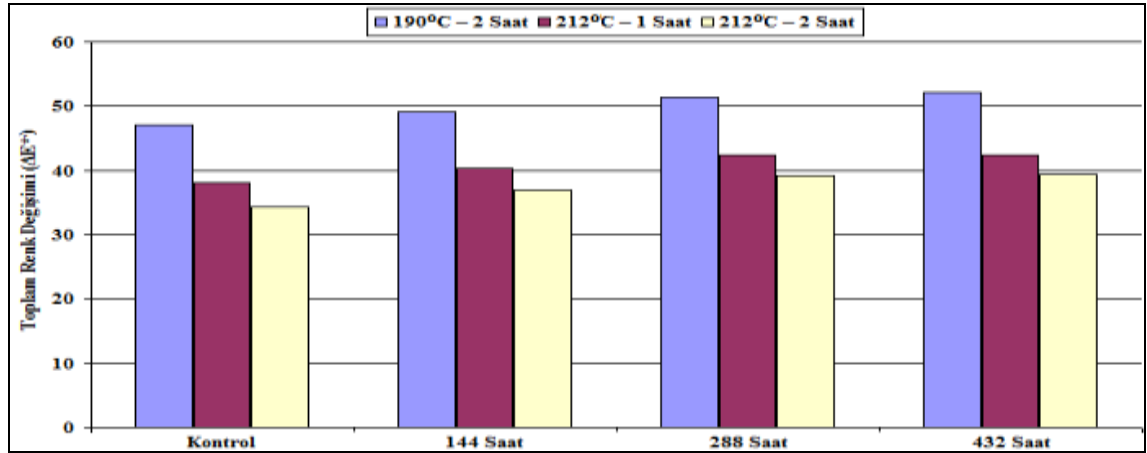
Çizelge 3.49'e göre ağaç türü - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde, toplam renk değişimi değeri en yüksek sarıçamın 288 saatlik ve 432 saatlik UV yaşlandırma yapılan örneklerinde, en düşük toplam renk değişimi değeri meşe kontrol örneklerinde tespit edilmiştir.

Isıl işlem – yaşlandırma etkileşimi periyodu düzeyinde yapılan Duncan testi ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.50'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.39'da gösterilmiştir.

Çizelge 3.50. Isıl işlem - yaşlandırma periyodu ikili etkileşimine ait toplam renk değişimi (ΔE^*) değerlerinin Duncan testi sonuçları.

Faktör BD	Yaşlandırma Periyodu							
	Kontrol		144 Saat		288 Saat		432 Saat	
	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
190°C – 2 Saat	47,01	D	49,11	C	51,29	B	52,09	A*
212°C – 1 Saat	38,02	H	40,27	F	42,44	E	42,37	E
212°C – 2 Saat	34,28	J	36,89	I	39,14	G	39,41	G
LSD \pm 0,3392								

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek toplam renk değişimi (ΔE^*) değerini ifade etmektedir.
B: Isıl işlem, **D**: Yaşlandırma periyodu



Şekil 3.39. Isıl işlem – yaşlandırma periyodu etkileşimine ait toplam renk değişimi (ΔE^*) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

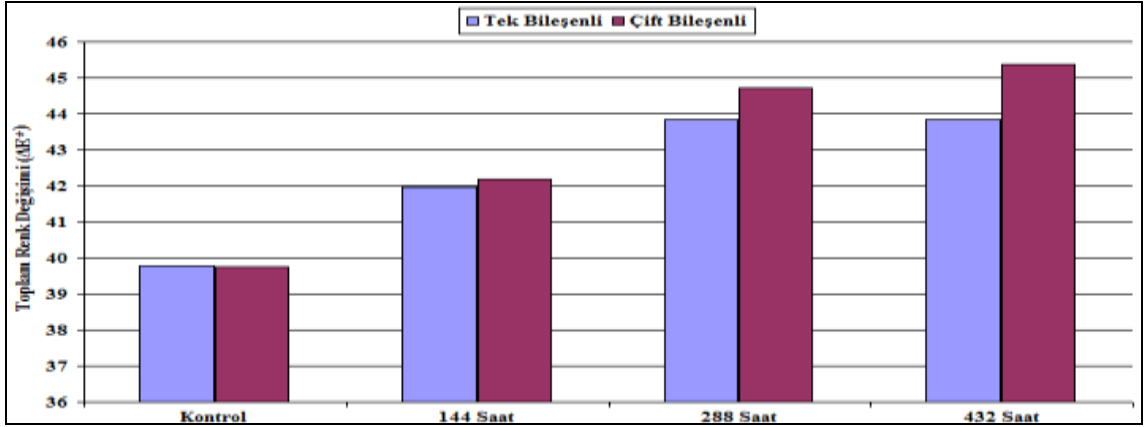
Çizelge 3.50'ye göre ısıl işlem - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde, toplam renk değişimi değeri en yüksek, 190°C'de 2 saat süre ile ısıl işlem görmüş ve 432 saatlik UV yaşlandırma yapılan örneklerinde, en düşük 212°C'de 2 saat süre ile ısıl işlem görmüş kontrol örneklerinde tespit edilmiştir.

Vernik çeşidi – yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.51'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.40'da gösterilmiştir.

Çizelge 3.51. Vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu ikili etkileşimine ait toplam renk değişimi (ΔE^*) değerlerinin Duncan testi sonuçları.

Faktör CD	Yaşlandırma Periyodu							
	Kontrol		144 Saat		288 Saat		432 Saat	
	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Tek Bileşenli	39,78	E	41,98	D	43,85	C	43,85	C
Çift Bileşenli	39,76	E	42,20	D	44,73	B	45,39	A*
LSD \pm 0,2769								

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek toplam renk değişimi (ΔE^*) değerini ifade etmektedir.
C: Vernik çeşidi, D: Yaşlandırma periyodu



Şekil 3.40. Vernik çeşidi – yaşlandırma periyodu etkileşimine ait toplam renk değişimi (ΔE^*) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.51'e göre vernik çeşidi – yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde, toplam renk değişimi değeri en yüksek 432 saatlik UV yaşlandırma yapılan ve çift bileşenli vernik ile verniklenmiş örneklerde, en düşük tek ve çift bileşenli vernik ile verniklenmiş kontrol örneklerinde elde edilmiştir.

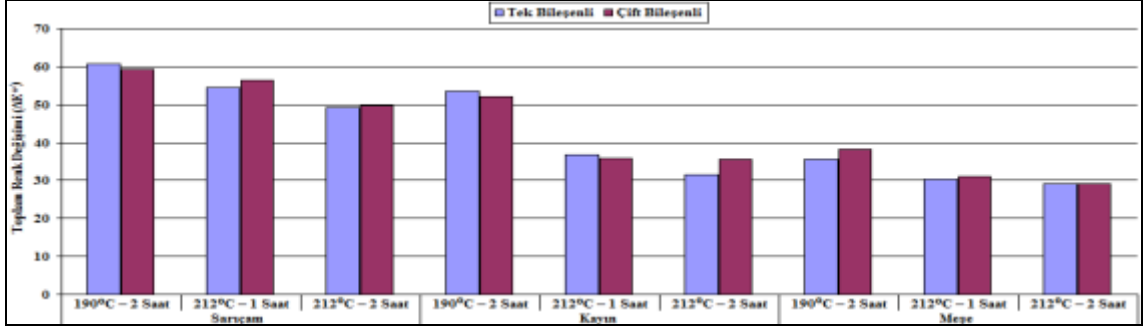
Ağaç türü - ısıt işlem - vernik çeşidi etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi üçlü karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.52'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.41'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.52. Ağaç türü - ısıt işlem - vernik çeşidi üçlü etkileşimine ait toplam renk değişimi (ΔE^*) değerlerinin Duncan testi sonuçları.

Faktör ABC**		Tek Bileşenli		Çift Bileşenli	
		\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Sarıçam	190°C – 2 Saat	60,57	A*	59,33	B
	212°C – 1 Saat	54,51	D	56,30	C
	212°C – 2 Saat	49,28	H	49,70	G
Kayın	190°C – 2 Saat	53,60	E	51,98	F
	212°C – 1 Saat	36,75	J	35,90	K
	212°C – 2 Saat	31,62	L	35,71	K
Meşe	190°C – 2 Saat	35,53	K	38,21	I
	212°C – 1 Saat	30,24	N	30,94	M
	212°C – 2 Saat	29,19	O	29,08	O
LSD \pm 0,4154					

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek toplam renk değişimi (ΔE^*) değerini ifade etmektedir.

** : A: Isıt işlem, B: Isıt işlem, C: Vernik çeşidi



Şekil 3.41. Ağaç türü - ısıl işlem - vernik çeşidi etkileşimine ait toplam renk değişimi (ΔE^*) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.52'ye göre ağaç türü - ısıl işlem - vernik çeşidi etkileşimi düzeyinde, toplam renk değişimi değeri en yüksek 190°C'de 2 saat ısıl işlem görmüş ve tek bileşenli vernik ile verniklenmiş sarıçamda, en düşük 212°C'de 2 saat ısıl işlem görmüş ve tek ve çift bileşenli vernik ile verniklenmiş meşede tespit edilmiştir.

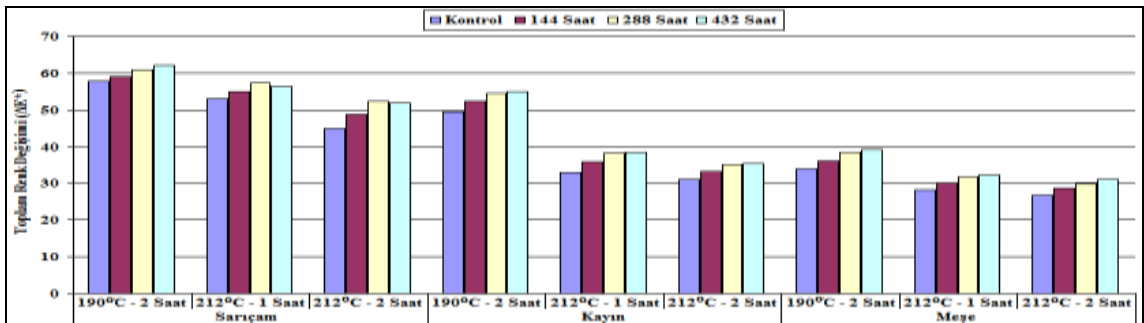
Ağaç türü - ısıl işlem - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi üçlü karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.53'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.42'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.53. Ağaç türü - ısıl işlem - yaşlandırma periyodu üçlü etkileşimine ait toplam renk değişimi (ΔE^*) değerlerinin Duncan testi sonuçları.

Faktör ABD**		Yaşlandırma Periyodu							
		Kontrol		144 Saat		288 Saat		432 Saat	
		\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Sarıçam	190°C - 2 Saat	57,82	D	58,92	C	60,95	B	62,12	A*
	212°C - 1 Saat	52,99	G	54,84	F	57,38	D	56,40	E
	212°C - 2 Saat	45,03	L	48,77	K	52,44	GH	51,73	I
Kayın	190°C - 2 Saat	49,37	J	52,39	H	54,45	F	54,97	F
	212°C - 1 Saat	32,89	RS	35,93	O	38,12	N	38,36	N
	212°C - 2 Saat	30,95	U	33,18	R	35,09	P	35,44	OP
Meşe	190°C - 2 Saat	33,83	Q	36,02	O	38,47	N	39,17	M
	212°C - 1 Saat	28,19	W	30,03	V	31,81	T	32,34	ST
	212°C - 2 Saat	26,85	X	28,73	W	29,90	V	31,06	U
LSD \pm 0,5875									

\bar{X} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik grubu, *: En yüksek toplam renk değişimi (ΔE^*) değerini ifade etmektedir.

**A: Ağaç türü, B: Isıl işlem, D: Yaşlandırma periyodu



Şekil 3.42. Ağaç türü - ısıl işlem - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait toplam renk değişimi (ΔE^*) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.53'e göre ağaç türü - ısıt işlem - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde, toplam renk değişimi değeri en yüksek, sarıçamda 190°C'de 2 saat süre ile ısıt işlem görmüş ve 432 saatlik UV yaşlandırma yapılan örneklerde, en düşük 212°C'de 2 saat süre ile ısıt işlem görmüş meşe kontrol örneklerinde elde edilmiştir.

Ağaç türü – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi üçlü karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.54'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.43'de gösterilmiştir.

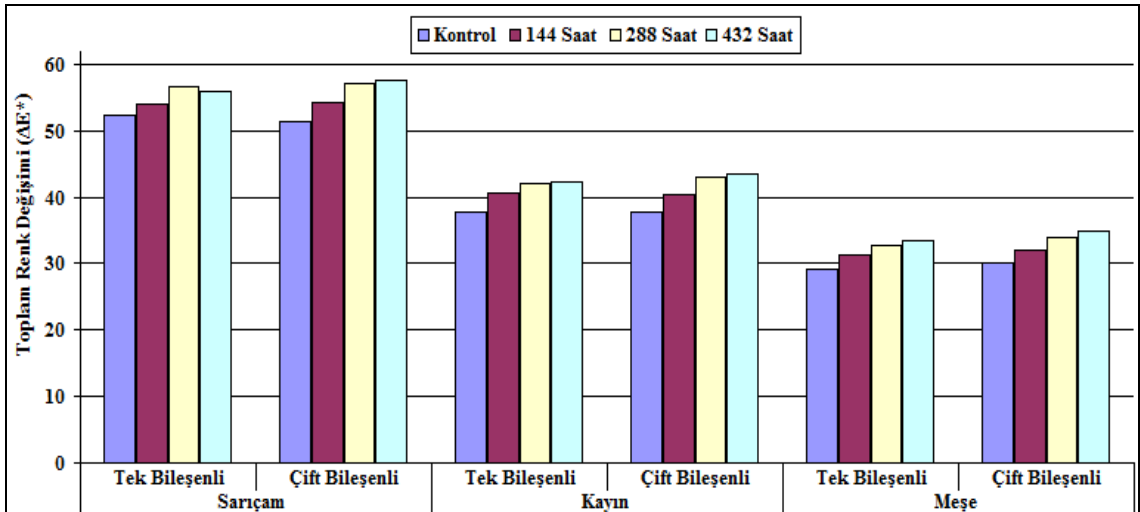
Çizelge 3.54. Ağaç türü - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu üçlü etkileşimine ait toplam renk değişimi (ΔE^*) değerlerinin Duncan testi sonuçları.

Faktör ACD**		Yaşlandırma Periyodu							
		Kontrol		144 Saat		288 Saat		432 Saat	
		\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Sarıçam	Tek Bileşenli	52,42	E	54,11	D	56,73	B	55,90	C
	Çift Bileşenli	51,48	F	54,24	D	57,12	B	57,60	A*
Kayın	Tek Bileşenli	37,71	K	40,62	J	42,03	I	42,27	I
	Çift Bileşenli	37,77	K	40,38	J	43,08	H	43,57	G
Meşe	Tek Bileşenli	29,23	S	31,20	Q	32,80	O	33,40	N
	Çift Bileşenli	30,02	R	31,99	P	33,99	M	34,99	L

LSD \pm 0,4797

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek toplam renk değişimi (ΔE^*) değerini ifade etmektedir.

** : A: Ağaç türü, C: Vernik çeşidi, D: Yaşlandırma periyodu



Şekil 3.43. Ağaç türü – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait toplam renk değişimi (ΔE^*) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.54'e göre ağaç türü – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde, toplam renk değişimi değeri en yüksek çift bileşenli vernik ile verniklenmiş sarıçamın 432 saatlik UV yaşlandırma yapılan örneklerde, en düşük tek bileşenli vernik ile verniklenmiş meşenin kontrol örneklerinde tespit edilmiştir.

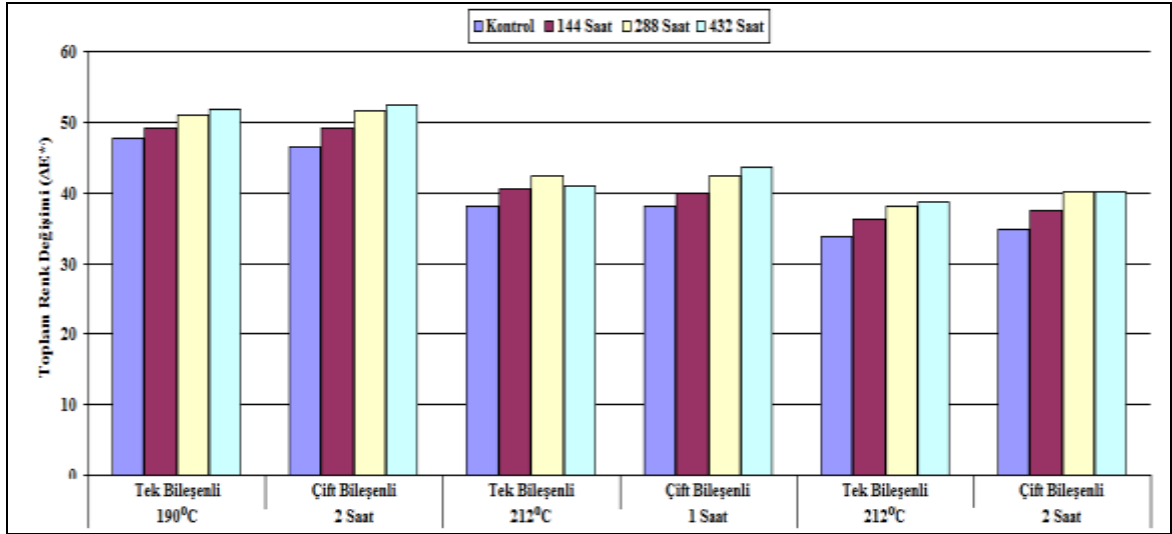
Isıl işlem – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi üçlü karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.55’de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.44’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.55. Isıl işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu üçlü etkileşimine ait toplam renk değişimi (ΔE^*) değerlerinin Duncan testi sonuçları.

Faktör BCD**		Yaşlandırma Periyodu							
		Kontrol		144 Saat		288 Saat		432 Saat	
		\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
190°C 2 Saat	Tek Bileşenli	47,62	E	49,15	D	51,03	C	51,81	B
	Çift Bileşenli	46,40	F	49,06	D	51,54	B	52,36	A*
212°C 1 Saat	Tek Bileşenli	38,02	L	40,50	J	42,45	H	41,02	I
	Çift Bileşenli	38,03	L	40,03	J	42,42	H	43,71	G
212°C 2 Saat	Tek Bileşenli	33,71	P	36,28	N	38,07	L	38,73	K
	Çift Bileşenli	34,85	O	37,51	M	40,22	J	40,08	J

LSD \pm 0,4797

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek toplam renk değişimi (ΔE^*) değerini ifade etmektedir.
: **B: Isıl işlem, **C**: Vernik çeşidi, **D**: Yaşlandırma periyodu



Şekil 3.44. Isıl işlem – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait toplam renk değişimi (ΔE^*) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.55’ye göre ısıl işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde, toplam renk değişimi değeri en yüksek 190°C’de 2 saat süre ile ısıl işlem görmüş, çift bileşenli vernik ile verniklenmiş ve 432 saatlik UV yaşlandırma yapılan örneklerde, en düşük 212°C’de 2 saat süre ile ısıl işlem görmüş ve tek bileşenli vernik ile verniklenmiş kontrol örneklerinde elde edilmiştir.

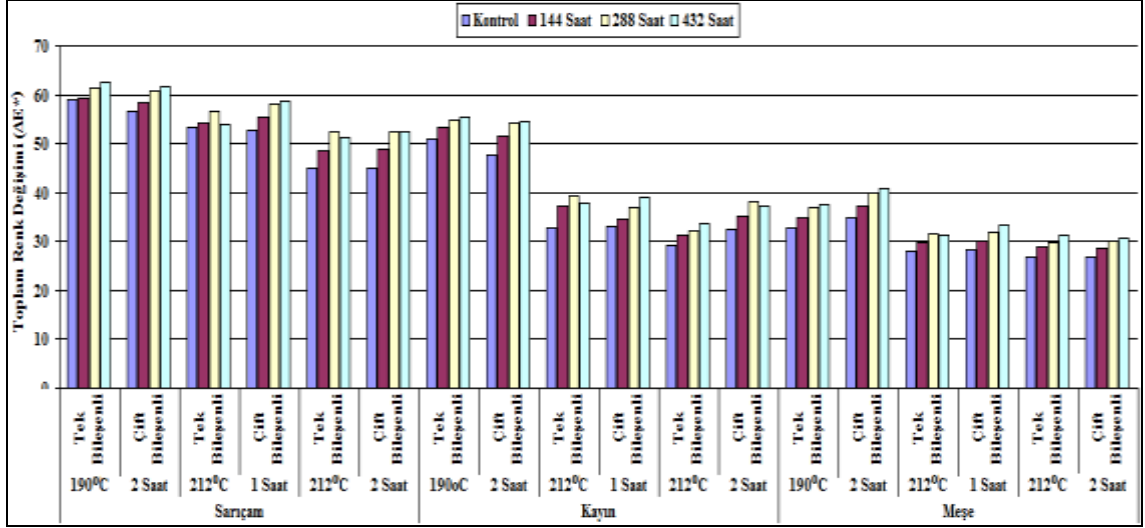
Tekli, ikili ve üçlü karşılaştırmaların sonuçlarını topluca görmek amacıyla, ağaç türü – ısıl işlem – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.56’da verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.45’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.56. Ağaç türü - ısıt işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu dörtlü etkileşimine ait toplam renk değişimi (ΔE^*) değerlerinin Duncan testi sonuçları.

Ağaç Türü	Isıt İşlem	Vernik Çeşidi	Yaş. Per.	\bar{X}	HG	Ağaç Türü	Isıt İşlem	Vernik Çeşidi	Yaş. Per.	\bar{X}	HG
Sarıçam	190°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	62,64	A	Kayın	212°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	38,08	S
Sarıçam	190°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	61,60	B	Kayın	212°C 1 saat	Tek bileşenli	432 saat	37,78	ST
Sarıçam	190°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	61,25	BC	Meşe	190°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	37,49	ST
Sarıçam	190°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	60,65	C	Kayın	212°C 1 saat	Tek bileşenli	144 saat	37,30	ST
Sarıçam	190°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	59,42	D	Meşe	190°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	37,29	ST
Sarıçam	190°C 2 saat	Tek bileşenli	Kontrol	58,99	DE	Kayın	212°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	37,13	T
Sarıçam	212°C 1 saat	Çift bileşenli	432 saat	58,82	DE	Meşe	190°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	37,08	T
Sarıçam	190°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	58,41	E	Kayın	212°C 1 saat	Çift bileşenli	288 saat	37,02	T
Sarıçam	212°C 1 saat	Çift bileşenli	288 saat	58,23	E	Kayın	212°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	35,07	U
Sarıçam	190°C 2 saat	Çift bileşenli	Kontrol	56,66	F	Meşe	190°C 2 saat	Çift bileşenli	Kontrol	34,85	U
Sarıçam	212°C 1 saat	Tek bileşenli	288 saat	56,53	F	Meşe	190°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	34,75	U
Sarıçam	212°C 1 saat	Çift bileşenli	144 saat	55,39	G	Kayın	212°C 1 saat	Çift bileşenli	144 saat	34,57	U
Kayın	190°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	55,29	G	Kayın	212°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	33,74	V
Kayın	190°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	54,77	GH	Meşe	212°C 1 saat	Çift bileşenli	432 saat	33,36	VW
Kayın	190°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	54,64	GH	Kayın	212°C 1 saat	Çift bileşenli	Kontrol	33,07	VW
Sarıçam	212°C 1 saat	Tek bileşenli	144 saat	54,29	H	Meşe	190°C 2 saat	Tek bileşenli	Kontrol	32,81	WX
Kayın	190°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	54,13	H	Kayın	212°C 1 saat	Tek bileşenli	Kontrol	32,71	WX
Sarıçam	212°C 1 saat	Tek bileşenli	432 saat	53,98	HI	Kayın	212°C 2 saat	Çift bileşenli	Kontrol	32,57	WX
Kayın	190°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	53,28	IJ	Kayın	212°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	32,10	XY
Sarıçam	212°C 1 saat	Tek bileşenli	kontrol	53,25	IJ	Meşe	212°C 1 saat	Çift bileşenli	288 saat	32,01	XY
Sarıçam	212°C 1 saat	Çift bileşenli	kontrol	52,74	JK	Meşe	212°C 1 saat	Tek bileşenli	288 saat	31,61	Y
Sarıçam	212°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	52,47	JK	Meşe	212°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	31,38	YZ
Sarıçam	212°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	52,42	K	Meşe	212°C 1 saat	Tek bileşenli	432 saat	31,32	YZ
Sarıçam	212°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	52,37	K	Kayın	212°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	31,29	YZ
Kayın	190°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	51,49	L	Meşe	212°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	30,75	Z[
Sarıçam	212°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	51,09	L	Meşe	212°C 1 saat	Çift bileşenli	144 saat	30,14	[
Kayın	190°C 2 saat	Tek bileşenli	Kontrol	51,07	L	Meşe	212°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	30,10	[
Sarıçam	212°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	48,93	M	Meşe	212°C 1 saat	Tek bileşenli	144 saat	29,92	[
Sarıçam	212°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	48,61	M	Meşe	212°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	29,69	\]
Kayın	190°C 2 saat	Çift bileşenli	Kontrol	47,67	N	Kayın	212°C 2 saat	Tek bileşenli	Kontrol	29,34	\]^
Sarıçam	212°C 2 saat	Çift bileşenli	Kontrol	45,04	O	Meşe	212°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	28,93]^-
Sarıçam	212°C 2 saat	Tek bileşenli	Kontrol	45,02	O	Meşe	212°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	28,53	^-
Meşe	190°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	40,85	P	Meşe	212°C 1 saat	Çift bileşenli	Kontrol	28,27	-
Meşe	190°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	39,85	Q	Meşe	212°C 1 saat	Tek bileşenli	Kontrol	28,11	-
Kayın	212°C 1 saat	Tek bileşenli	288 saat	39,21	QR	Meşe	212°C 2 saat	Çift bileşenli	Kontrol	26,94	`
Kayın	212°C 1 saat	Çift bileşenli	432 saat	38,94	R	Meşe	212°C 2 saat	Tek bileşenli	Kontrol	26,76	`

LSD \pm 0.8308

\bar{X} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik grubu



Şekil 3.45. Ağaç türü - ısııl işlem – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait toplam renk değişimi (ΔE^*) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.56'ya göre ağaç türü - ısııl işlem – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde toplam renk değişimi değeri en yüksek, 190°C'de 2 saat süre ile ısııl işlem görmüş ve tek bileşenli vernik ile verniklenmiş sarıçamın 432 saatlik UV yaşlandırma örneklerinde, en düşük 212°C'de 2 saat süre ile ısııl işlem görmüş, tek ve çift bileşenli vernik ile verniklenmiş meşenin kontrol örneklerde elde edilmiştir.

3.3. PARLAKLIK ÖLÇÜMLERİNE İLİŞKİN BULGULAR VE TARTIŞMA

Farklı sıcaklık ve sürelerde ısııl işlem görmüş, farklı ağaç malzemelerin, su bazlı tek ve çift bileşenli vernikler ile verniklendikten sonra yaşlandırma uygulamasına maruz bırakılan deney örneklerinde elde edilen ortalama parlaklık değerleri Çizelge 3.57'de verilmiştir.

Çizelge 3.57. Parlaklık ölçümlerinin aritmetik ortalama değerleri.

Faktör ABCD*			Yaşlandırma Periyodu				
			Kontrol**	144 Saat	288 Saat	432 Saat	
Sarıçam	190°C 2 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	87,00	84,82	86,74	84,82
			X min	86,50	83,50	85,10	84,35
			X max	88,20	86,60	87,25	85,15
			S	0,49	0,99	0,60	0,28
	Çift Bileşenli	\bar{X}	91,33	84,44	85,81	84,75	
		X min	89,70	83,85	84,45	83,95	
		X max	92,75	84,85	87,10	85,60	
		S	0,81	0,36	0,71	0,52	
	212°C 1 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	85,26	84,65	86,85	82,01
			X min	83,35	83,65	85,70	81,35
			X max	87,20	86,20	87,60	82,85
			S	1,16	0,78	0,62	0,42
Çift Bileşenli	\bar{X}	91,53	85,74	88,86	87,29		
	X min	90,65	85,45	87,45	86,35		
	X max	92,50	86,35	89,30	87,60		
	S	0,67	0,28	0,55	0,38		
212°C 2 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	84,96	86,11	86,28	82,25	
		X min	83,10	85,55	85,30	81,80	
		X max	86,50	86,45	87,15	82,70	
		S	1,26	0,32	0,60	0,26	
Çift Bileşenli	\bar{X}	91,10	85,35	84,31	83,25		
	X min	90,35	84,10	82,85	82,30		
	X max	93,25	86,80	84,90	84,35		
	S	0,89	0,90	0,59	0,61		
Kayın	190°C 2 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	83,65	82,16	83,25	80,41
			X min	82,55	81,40	82,75	79,95
			X max	84,40	82,65	83,80	80,95
			S	0,62	0,39	0,35	0,30
	Çift Bileşenli	\bar{X}	91,22	85,79	86,82	85,79	
		X min	90,00	84,30	86,60	85,35	
		X max	91,95	86,75	87,10	86,50	
		S	0,62	0,78	0,16	0,39	
	212°C 1 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	82,78	82,92	84,16	82,08
			X min	81,65	82,20	83,65	81,80
			X max	84,85	83,65	84,60	82,50
			S	1,02	0,45	0,34	0,21
Çift Bileşenli	\bar{X}	91,23	88,93	88,85	89,39		
	X min	88,35	88,40	88,10	88,45		
	X max	92,70	89,60	90,00	90,00		
	S	1,51	0,35	0,73	0,45		
212°C 2 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	82,52	81,83	83,26	83,50	
		X min	80,65	81,05	82,60	82,90	
		X max	83,45	83,30	84,40	83,75	
		S	0,86	0,83	0,49	0,25	
Çift Bileşenli	\bar{X}	89,31	88,23	86,15	86,04		
	X min	88,55	87,80	84,45	85,60		
	X max	90,05	89,10	88,00	86,70		
	S	0,53	0,43	0,89	0,36		
Meşe	190°C 2 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	77,49	76,41	75,57	74,83
			X min	76,00	76,05	75,15	74,20
			X max	78,85	77,15	75,75	75,50
			S	0,92	0,34	0,20	0,38
	Çift Bileşenli	\bar{X}	89,15	83,96	85,07	83,31	
		X min	87,25	82,85	84,00	82,75	
		X max	90,55	84,50	85,90	83,95	
		S	1,19	0,49	0,58	0,36	
	212°C 1 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	77,46	75,64	75,39	74,06
			X min	76,25	73,90	74,00	73,75
			X max	79,15	76,65	75,90	74,60
			S	0,95	0,98	0,59	0,30
Çift Bileşenli	\bar{X}	89,03	87,13	86,04	85,63		
	X min	88,35	86,40	85,70	85,35		
	X max	89,95	87,95	86,45	85,95		
	S	0,49	0,49	0,24	0,19		
212°C 2 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	79,10	79,75	80,68	80,04	
		X min	78,50	79,40	79,55	79,80	
		X max	79,95	80,25	81,20	80,25	
		S	0,44	0,31	0,54	0,16	
Çift Bileşenli	\bar{X}	87,36	84,78	84,50	84,33		
	X min	84,00	84,10	83,95	84,05		
	X max	90,50	85,65	85,15	84,85		
	S	1,96	0,53	0,34	0,25		

*: A: Ağaç türü, B: Isıl işlem, C: Vernik çeşidi, D: Yaşlandırma periyodu

** : Kontrol örneklerine herhangi bir yaşlandırma işlemi uygulanmamıştır.

Parlaklık değerleri, ağaç türü, ısıl işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyoduna göre farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla Çoklu Varyans analizi (ANOVA) yapılmış ve sonuçları izelge 3.58’de verilmiştir.

Çizelge 3.58. Ağaç türü, ısıl işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyodunun parlaklık ölümüne ilişkin varyans analizi sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	P, $\alpha=0.05$
Ağaç Türü (A)	2	2893,842	1446,921	2520,3100	0,0000*
Isıl işlem (B)	2	70,072	35,036	61,0274	0,0000
Etkileşim (AB)	4	211,633	52,908	92,1577	0,0000
Vernik eşidi (C)	1	5071,581	5071,581	8833,9004	0,0000
Etkileşim (AC)	2	1396,589	698,295	1216,3200	0,0000
Etkileşim (BC)	2	374,311	187,155	325,9956	0,0000
Etkileşim (ABC)	4	139,517	34,879	60,7544	0,0000
Yaşlandırma Periyodu (D)	3	996,296	332,099	578,4638	0,0000
Etkileşim (AD)	6	106,572	17,762	30,9387	0,0000
Etkileşim (BD)	6	109,830	18,305	31,8843	0,0000
Etkileşim (ABD)	12	130,192	10,849	18,8979	0,0000
Etkileşim (CD)	3	438,109	146,036	254,3722	0,0000
Etkileşim (ACD)	6	77,767	12,961	22,5764	0,0000
Etkileşim (BCD)	6	77,633	12,939	22,5374	0,0000
Etkileşim (ABCD)	12	58,822	4,902	8,5382	0,0000
Hata	648	372,020	0,574		
Toplam	719	12524,787			

*: Anlamlı ($\alpha = 0,05$ 'e göre)

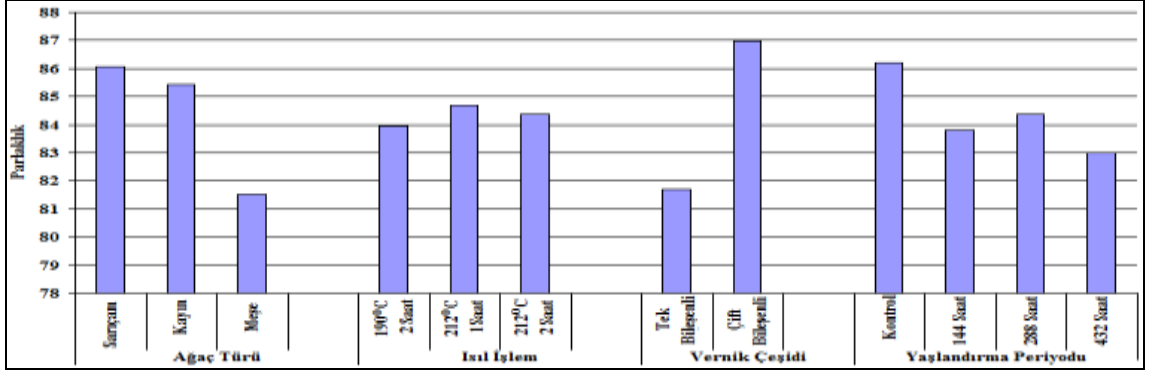
Varyans analiz sonucuna göre ağaç türü, ısıl işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyodu faktörleri ve bu faktörlerin karşılıklı etkileşimleri anlamlı çıkmıştır ($\alpha=0,05$).

Daha sonra LSD kritik değeri kullanılarak ağaç türü, ısıl işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyodu düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları izelge 3.59’da verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.46’da gösterilmiştir.

Çizelge 3.59. Ağaç türü, ısıl işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyodu değişkenlerinde parlaklık ölümüne ait Duncan testi sonuçları.

Faktör		\bar{X}	HG	
Ağaç Türü	Sarıçam	86,06	A*	LSD \pm 0,1358
	Kayın	85,43	B	
	Meşe	81,53	C	
Isıl işlem	190°C – 2 Saat	83,94	C	LSD \pm 0,1358
	212°C – 1 Saat	84,70	A*	
	212°C – 2 Saat	84,37	B	
Vernik eşidi	Tek Bileşenli	81,69	B	LSD \pm 0,1109
	ift Bileşenli	86,99	A*	
Yaşlandırma Periyodu	Kontrol	86,19	A*	LSD \pm 0,1568
	144 Saat	83,81	C	
	288 Saat	84,37	B	
	432 Saat	82,99	D	

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



Şekil 3.46. Ağaç türü, ısıl işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyoduna ait parlaklık ölçümlerinin karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.59'a göre ağaç türü düzeyinde parlaklık değeri en yüksek sarıçamda, en düşük meşede tespit edilmiştir. Isıl işlem düzeyinde, parlaklık değeri en yüksek 212°C'de 1 saat ısıl işlem görmüş örneklerde, en düşük 190°C'de 2 saat ısıl işlem görmüş örneklerde elde edilmiştir. Vernik çeşidi faktörü düzeyinde parlaklık değeri en yüksek çift bileşenli vernikte, en düşük tek bileşenli vernikte, elde edilmiştir. Yaşlandırma periyodu düzeyinde parlaklık değeri en yüksek kontrol örneklerinde, en düşük 432 saatlik UV yaşlandırmaya maruz kalmış örneklerinde tespit edilmiştir.

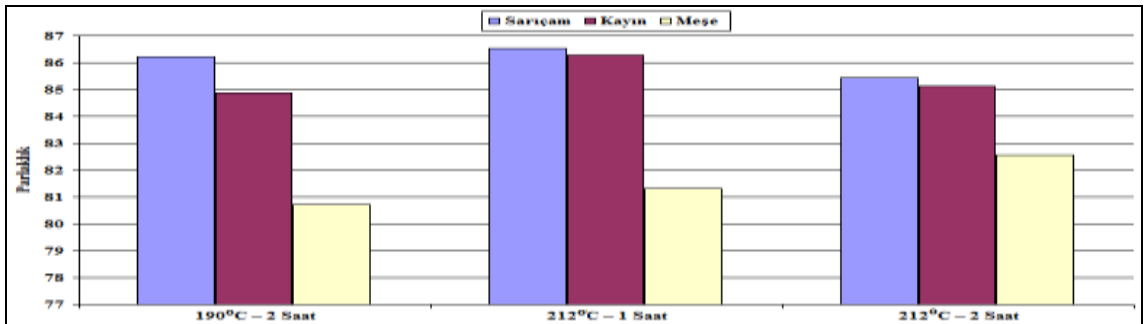
Ağaç türü - ısıl işlem etkileşimi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.60'da verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.47'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.60. Ağaç türü - ısıl işlem ikili etkileşimine ait parlaklık ölçümünün Duncan testi sonuçları.

Faktör AB	190°C – 2 Saat		212°C – 1 Saat		212°C – 2 Saat	
	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Sarıçam	86,21	B	86,52	A*	85,45	C
Kayın	84,89	D	86,29	AB	85,11	D
Meşe	80,72	G	81,30	F	82,57	E

LSD \pm 0,2352

\bar{X} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik grubu, *: En yüksek parlaklık değerini ifade etmektedir.
A: Ağaç türü, B: Isıl işlem



Şekil 3.47. Ağaç türü - ısıl işlem etkileşimine ait parlaklık ölçümlerinin karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.60'a göre ağaç türü - ısıl işlem etkileşimi düzeyinde, parlaklık değeri en yüksek 212°C'de 1 saat ısıl işlem görmüş sarıçamda, en düşük 190°C'de 2 saat ısıl işlem görmüş meşede elde edilmiştir.

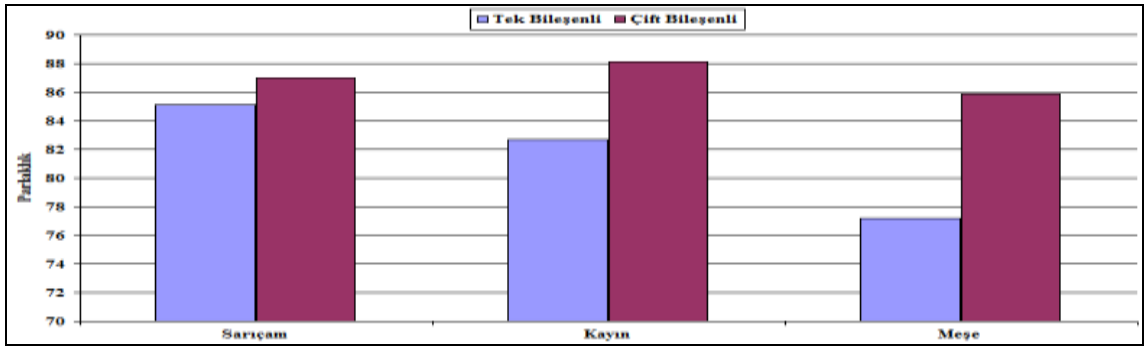
Ağaç türü - vernik çeşidi etkileşimi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.61'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.48'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.61. Ağaç türü - vernik çeşidi ikili etkileşimine ait parlaklık ölçümünün Duncan testi sonuçları.

Faktör AC	Tek Bileşenli		Çift Bileşenli	
	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Sarıçam	85,15	D	86,98	B
Kayın	82,71	E	88,15	A*
Meşe	77,20	F	85,86	C

LSD \pm 0,1921

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek parlaklık değerini ifade etmektedir.
A: Ağaç türü, C: Vernik çeşidi



Şekil 3.48. Ağaç türü - vernik çeşidi etkileşimi ait parlaklık ölçümlerinin karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.61'e göre ağaç türü - vernik çeşidi etkileşimi düzeyinde, parlaklık değeri en yüksek, çift bileşenli vernik ile verniklenmiş kayında, en düşük tek bileşenli vernik ile verniklenmiş meşede tespit edilmiştir.

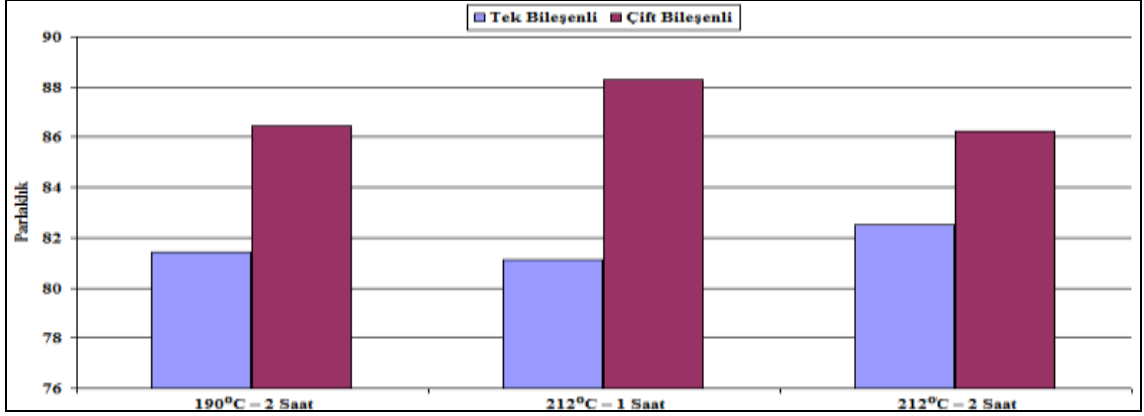
Isıl işlem – vernik çeşidi etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.62'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.49'da gösterilmiştir.

Çizelge 3.62. Isıl işlem - vernik çeşidi ikili etkileşimine ait parlaklık ölçümünün Duncan testi sonuçları.

Faktör BC	Tek Bileşenli		Çift Bileşenli	
	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
190°C – 2 Saat	81,43	E	86,45	B
212°C – 1 Saat	81,10	F	88,30	A*
212°C – 2 Saat	82,52	D	86,23	C

LSD \pm 0,1921

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek parlaklık değerini ifade etmektedir.
B: Isıl işlem, C: Vernik çeşidi



Şekil 3.49. Isıl işlem – vernik çeşidi etkileşimi ait parlaklık ölçümlerinin karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.62’ye göre ısıl işlem - vernik çeşidi etkileşimi düzeyinde parlaklık değeri en yüksek 212°C’de 1 saat süre ile ısıl işlem görmüş ve çift bileşenli vernik ile verniklenmiş örneklerde, en düşük 212°C’de 1 saat süre ile ısıl işlem görmüş ve tek bileşenli vernik ile verniklenmiş örneklerde elde edilmiştir.

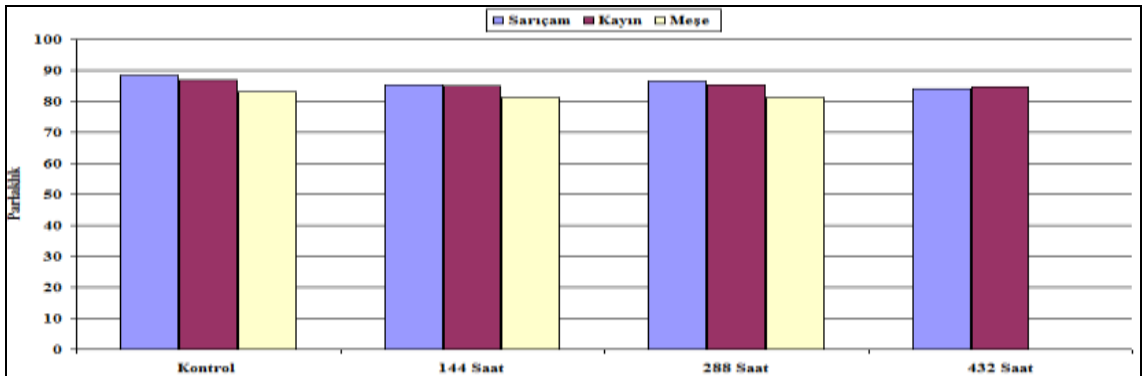
Ağaç türü – yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.63’de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.50’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.63. Ağaç türü - yaşlandırma periyodu ikili etkileşimine ait parlaklık ölçümünün Duncan testi sonuçları.

Faktör AD	Yaşlandırma Periyodu							
	Kontrol		144 Saat		288 Saat		432 Saat	
	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Sarıçam	88,53	A*	85,19	DE	86,47	C	84,06	G
Kayın	86,79	B	84,98	E	85,42	D	84,54	F
Meşe	83,26	H	81,28	I	81,21	I	80,37	J

LSD \pm 0,2716

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek parlaklık değerini ifade etmektedir.
A: Ağaç türü, D: Yaşlandırma periyodu



Şekil 3.50. Ağaç türü – yaşlandırma periyodu etkileşimine ait parlaklık ölçümlerinin karşılaştırma sonuçları.

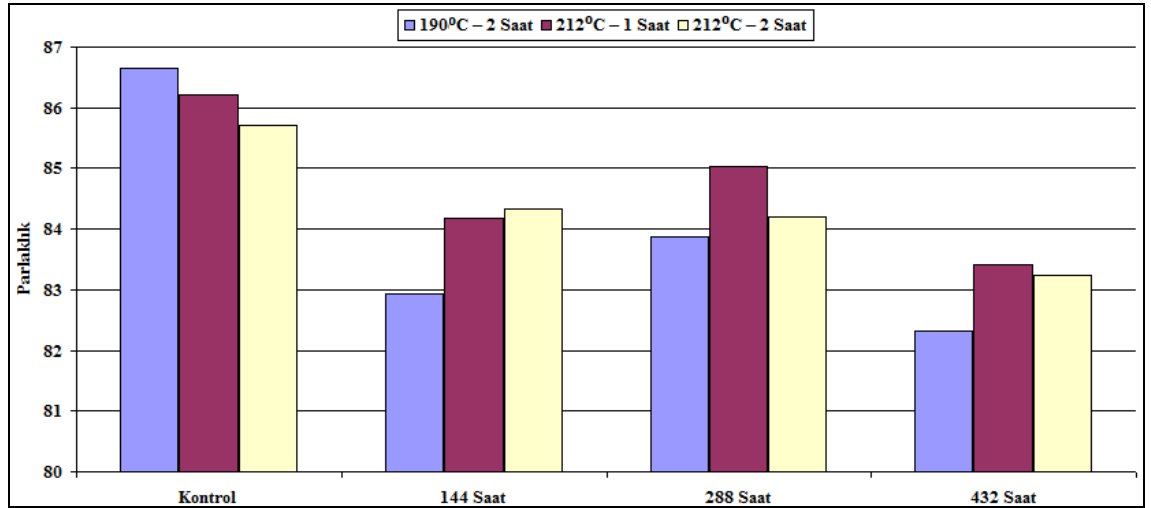
Çizelge 3.63'e göre ağaç türü - yaşlandırma periyodu etkileşim düzeyinde, parlaklık değeri en yüksek sarıçam kontrol örneklerinde, en düşük parlaklık değeri meşenin 432 saatlik UV yaşlandırma yapılan örneklerinde tespit edilmiştir.

Isıl işlem – yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.64'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.51'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.64. Isıl işlem - yaşlandırma periyodu ikili etkileşimine ait parlaklık ölçümünün Duncan testi sonuçları.

Faktör BD	Yaşlandırma Periyodu							
	Kontrol		144 Saat		288 Saat		432 Saat	
	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
190°C – 2 Saat	86,64	A*	82,93	H	83,88	F	82,32	I
212°C – 1 Saat	86,21	B	84,17	E	85,03	D	83,41	G
212°C – 2 Saat	85,72	C	84,34	E	84,20	E	83,24	G
LSD \pm 0,2716								

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek parlaklık değerini ifade etmektedir.
B: Isıl işlem, D: Yaşlandırma periyodu



Şekil 3.51. Isıl işlem – yaşlandırma periyodu etkileşimine ait parlaklık ölçümlerinin karşılaştırma sonuçları.

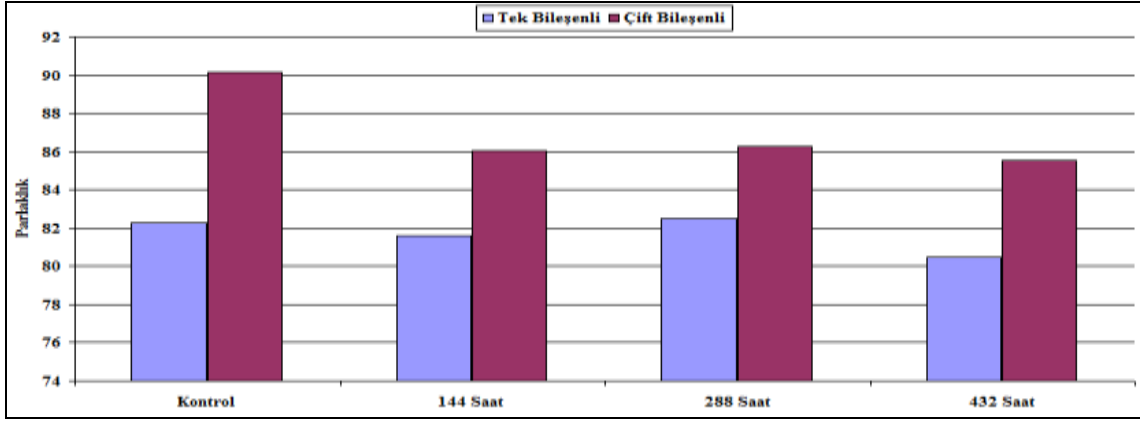
Çizelge 3.64'e göre ısıl işlem - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde, parlaklık değeri en yüksek, 190°C'de 2 saat süre ile ısıl işlem görmüş kontrol örneklerinde, en düşük 190°C'de 2 saat süre ile ısıl işlem görmüş ve 432 saatlik UV yaşlandırma yapılan örneklerde tespit edilmiştir.

Vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.65'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.52'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.65. Vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu ikili etkileşimine ait parlaklık ölçümünün Duncan testi sonuçları.

Faktör CD	Yaşlandırma Periyodu							
	Kontrol		144 Saat		288 Saat		432 Saat	
	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Tek Bileşenli	82,25	E	81,59	F	82,47	E	80,45	G
Çift Bileşenli	90,14	A*	86,04	C	86,27	B	85,53	D
LSD \pm 0,2218								

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek parlaklık değerini ifade etmektedir.
C: Vernik çeşidi, D: Yaşlandırma periyodu



Şekil 3.52. Vernik çeşidi – yaşlandırma periyodu etkileşimine ait parlaklık ölçümlerinin karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.65'e göre vernik çeşidi – yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde, parlaklık değeri en yüksek çift bileşenli vernik ile verniklenmiş kontrol örneklerinde, en düşük 432 saatlik UV yaşlandırma yapılan ve tek bileşenli vernik ile verniklenmiş örneklerde elde edilmiştir.

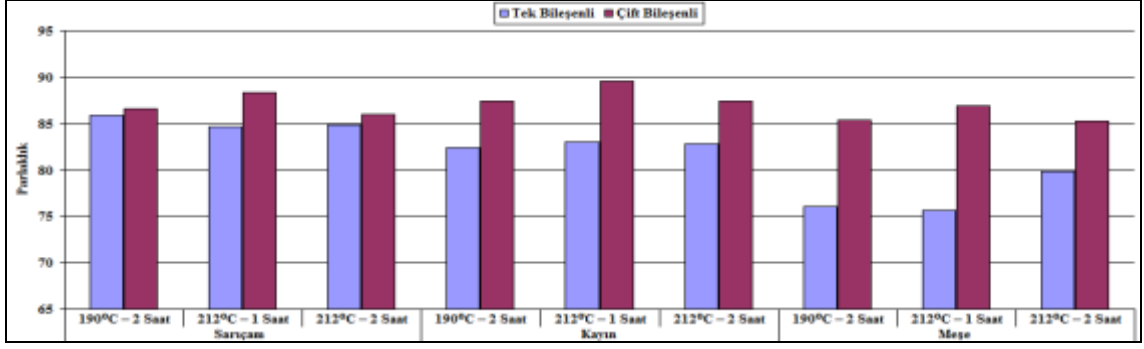
Ağaç türü - ısıl işlem - vernik çeşidi etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi üçlü karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.66'da verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.53'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.66. Ağaç türü - ısıl işlem - vernik çeşidi üçlü etkileşimine ait parlaklık ölçümünün Duncan testi sonuçları.

Faktör ABC**		Tek Bileşenli		Çift Bileşenli	
		\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Sarıçam	190°C – 2 Saat	85,85	F	86,58	E
	212°C – 1 Saat	84,69	H	88,36	B
	212°C – 2 Saat	84,90	H	86,01	F
Kayın	190°C – 2 Saat	82,37	J	87,41	C
	212°C – 1 Saat	82,98	I	89,60	A*
	212°C – 2 Saat	82,78	I	87,43	C
Meşe	190°C – 2 Saat	76,08	L	85,37	G
	212°C – 1 Saat	75,64	M	86,96	D
	212°C – 2 Saat	79,89	K	85,24	G
LSD \pm 0,3327					

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

** : A: Isıl işlem, B: Isıl işlem, C: Vernik çeşidi



Şekil 3.53. Ağaç türü - ısıl işlem - vernik çeşidi etkileşimine ait parlaklık ölçümlerinin karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.66'ya göre ağaç türü - ısıl işlem - vernik çeşidi etkileşimi düzeyinde, parlaklık değeri en yüksek 212°C'de 1 saat ısıl işlem görmüş ve çift bileşenli vernik ile verniklenmiş kayında, en düşük 212°C'de 1 saat ısıl işlem görmüş ve tek bileşenli vernik ile verniklenmiş meşede tespit edilmiştir.

Ağaç türü - ısıl işlem - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi üçlü karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.67'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.54'de gösterilmiştir.

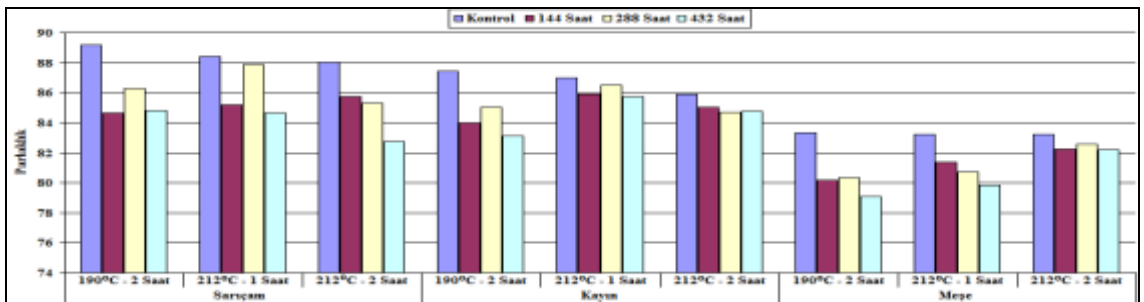
Çizelge 3.67. Ağaç türü - ısıl işlem - yaşlandırma periyodu üçlü etkileşimine ait parlaklık ölçümünün Duncan testi sonuçları.

Faktör ABD**		Yaşlandırma Periyodu							
		Kontrol		144 Saat		288 Saat		432 Saat	
		\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Sarıçam	190°C - 2 Saat	89,17	A*	84,63	L	86,27	FG	84,79	KL
	212°C - 1 Saat	88,39	B	85,19	JK	87,86	CD	84,65	L
	212°C - 2 Saat	88,03	BC	85,73	HI	85,29	IJ	82,75	OP
Kayın	190°C - 2 Saat	87,44	DE	83,97	M	85,04	JKL	83,10	NO
	212°C - 1 Saat	87,00	E	85,92	GH	86,51	F	85,74	HI
	212°C - 2 Saat	85,91	GH	85,03	JKL	84,71	L	84,78	KL
Meşe	190°C - 2 Saat	83,32	N	80,19	TU	80,32	ST	79,07	V
	212°C - 1 Saat	83,24	N	81,39	R	80,72	S	79,84	U
	212°C - 2 Saat	83,23	N	82,26	Q	82,59	PQ	82,18	Q

LSD ± 0,4705

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

**A: Ağaç türü, B: Isıl işlem, D: Yaşlandırma periyodu



Şekil 3.54. Ağaç türü - ısıl işlem - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait parlaklık ölçümlerinin karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.67'ye göre ağaç türü - ısı işlem - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde, parlaklık değeri en yüksek, 190°C'de 2 saat süre ile ısı işlem görmüş sarıçam kontrol örneklerinde, en düşük 190°C'de 2 saat süre ile ısı işlem görmüş meşenin 432 saatlik UV yaşlandırma örneklerinde elde edilmiştir.

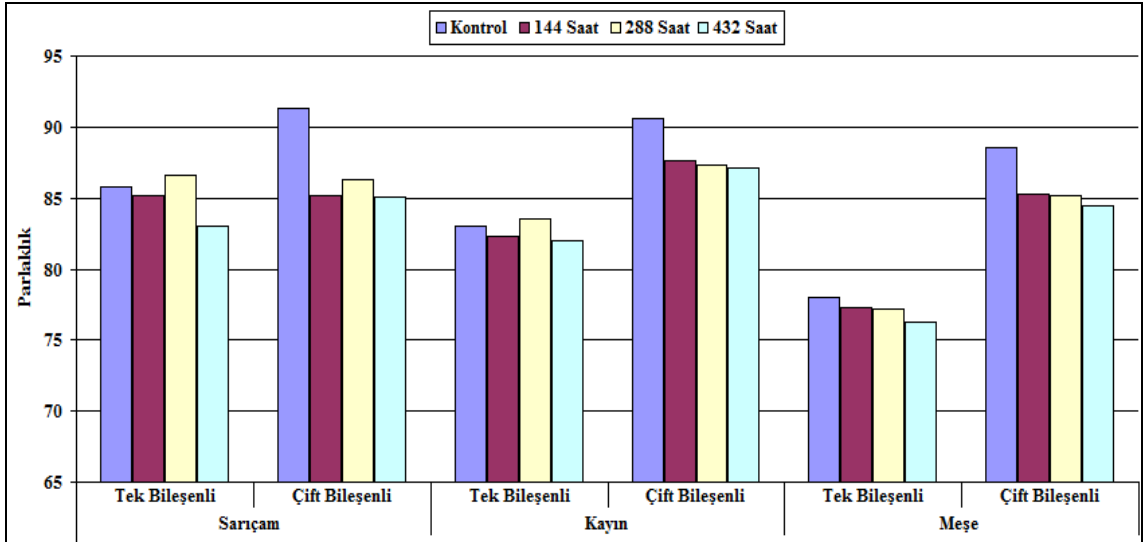
Ağaç türü – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi üçlü karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.68'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.55'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.68. Ağaç türü - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu üçlü etkileşimine ait parlaklık ölçümünün Duncan testi sonuçları.

Faktör ACD**		Yaşlandırma Periyodu							
		Kontrol		144 Saat		288 Saat		432 Saat	
		\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Sarıçam	Tek Bileşenli	85,74	G	85,19	H	86,62	F	83,03	K
	Çift Bileşenli	91,32	A*	85,18	H	86,33	F	85,10	H
Kayın	Tek Bileşenli	82,98	K	82,30	L	83,56	J	82,00	L
	Çift Bileşenli	90,59	B	87,65	D	87,28	DE	87,07	E
Meşe	Tek Bileşenli	78,01	M	77,27	N	77,22	N	76,31	O
	Çift Bileşenli	88,51	C	85,29	H	85,20	H	84,42	I
LSD \pm 0,3841									

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

** : A: Ağaç türü, C: Vernik çeşidi, D: Yaşlandırma periyodu



Şekil 3.55. Ağaç türü – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait parlaklık ölçümlerinin karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.68'e göre ağaç türü – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde, parlaklık değeri en yüksek çift bileşenli vernik ile verniklenmiş sarıçamın kontrol örneklerinde, en düşük tek bileşenli vernik ile verniklenmiş meşenin 432 saatlik UV yaşlandırma örneklerinde tespit edilmiştir.

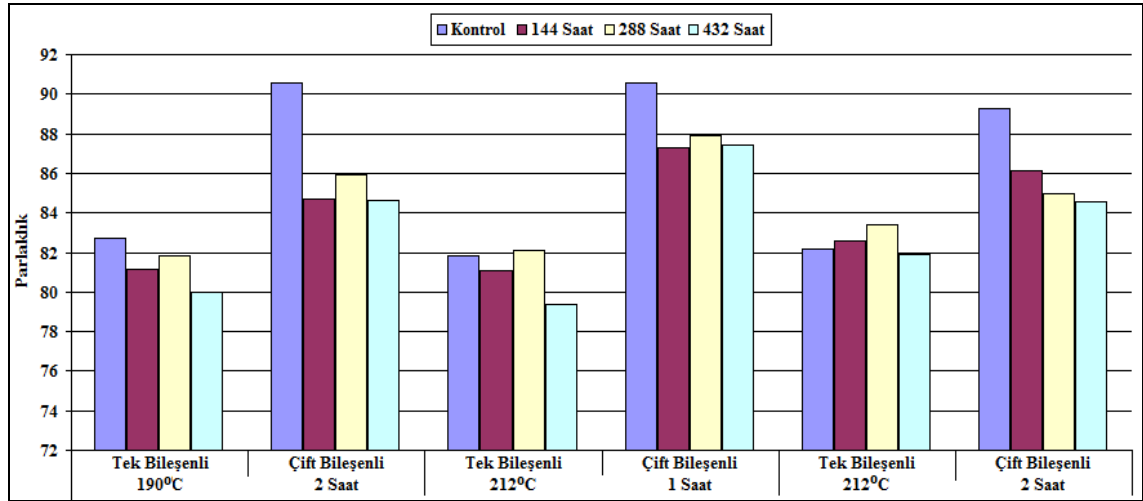
Isıl işlem – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi üçlü karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.69’da verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.56’da gösterilmiştir.

Çizelge 3.69. Isıl işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu üçlü etkileşimine ait parlaklık ölçümünün Duncan testi sonuçları.

Faktör BCD**		Yaşlandırma Periyodu							
		Kontrol		144 Saat		288 Saat		432 Saat	
		\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
190°C 2 Saat	Tek Bileşenli	82,72	I	81,13	L	81,86	K	80,02	M
	Çift Bileşenli	90,57	A	84,73	FG	85,90	E	84,62	FG
212°C 1 Saat	Tek Bileşenli	81,83	K	81,07	L	82,13	K	79,38	N
	Çift Bileşenli	90,59	A*	87,26	D	87,92	C	87,44	D
212°C 2 Saat	Tek Bileşenli	82,19	JK	82,56	IJ	83,41	H	81,93	K
	Çift Bileşenli	89,25	B	86,12	E	84,99	F	84,54	G

LSD \pm 0,3841

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek parlaklık değerini ifade etmektedir.
 : **B: Isıl işlem, **C**: Vernik çeşidi, **D**: Yaşlandırma periyodu



Şekil 3.56. Isıl işlem – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait parlaklık ölçümlerinin karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.69’a göre ısıl işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde, parlaklık değeri en yüksek 212°C’de 1 saat süre ile ısıl işlem görmüş ve çift bileşenli vernik ile verniklenmiş kontrol örneklerinde, en düşük 212°C’de 1 saat süre ile ısıl işlem görmüş ve tek bileşenli vernik ile verniklenmiş 432 saatlik UV yaşlandırma örneklerinde elde edilmiştir.

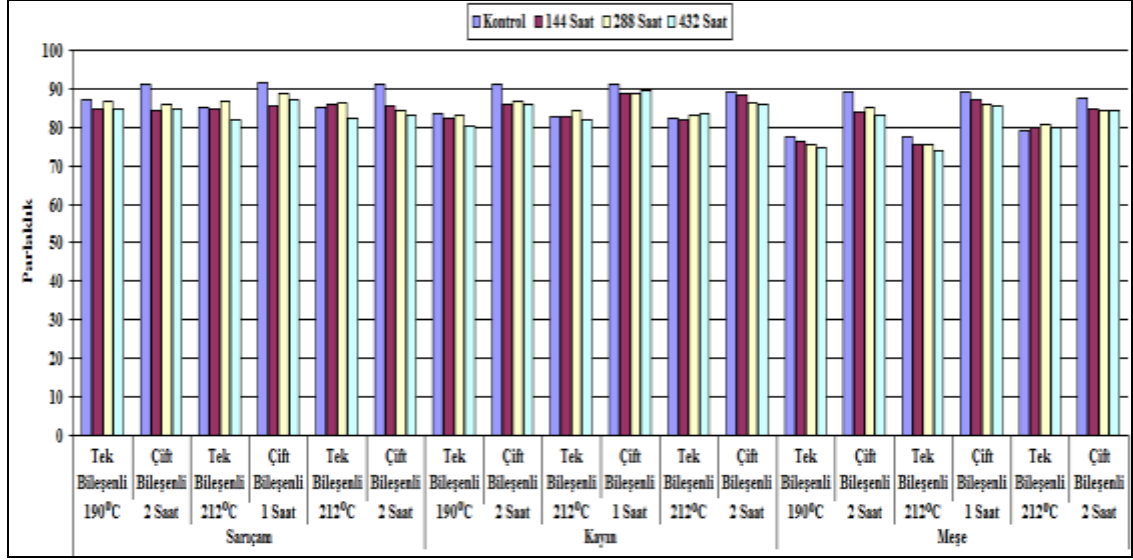
Tekli, ikili ve üçlü karşılaştırma sonuçlarını topluca görmek amacıyla, ağaç türü – ısıl işlem – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.70’de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.57’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.70. Ağaç türü - ısıt işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu dörtlü etkileşimine ait parlaklık ölçümünün Duncan testi sonuçları.

Ağaç Türü	Isıt İşlem	Vernik Çeşidi	Yaş. Per.	\bar{X}	HG	Ağaç Türü	Isıt İşlem	Vernik Çeşidi	Yaş. Per.	\bar{X}	HG
Sarıçam	212°C 1 saat	Çift bileşenli	Kontrol	91,53	A	Meşe	212°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	84,78	JKLMN
Sarıçam	190°C 2 saat	Çift bileşenli	Kontrol	91,33	A	Sarıçam	190°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	84,75	JKLMN
Kayın	212°C 1 saat	Çift bileşenli	Kontrol	91,23	A	Sarıçam	212°C 1 saat	Tek bileşenli	144 saat	84,65	KLMN
Kayın	190°C 2 saat	Çift bileşenli	Kontrol	91,22	A	Meşe	212°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	84,50	LMNO
Sarıçam	212°C 2 saat	Çift bileşenli	Kontrol	91,10	A	Sarıçam	190°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	84,44	LMNO
Kayın	212°C 1 saat	Çift bileşenli	432 saat	89,39	B	Meşe	212°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	84,33	MNO
Kayın	212°C 2 saat	Çift bileşenli	Kontrol	89,31	B	Sarıçam	212°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	84,31	MNOP
Meşe	190°C 2 saat	Çift bileşenli	Kontrol	89,15	B	Kayın	212°C 1 saat	Tek bileşenli	288 saat	84,16	NO PQ
Meşe	212°C 1 saat	Çift bileşenli	Kontrol	89,03	B	Meşe	190°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	83,96	OPQR
Kayın	212°C 1 saat	Çift bileşenli	144 saat	88,93	B	Kayın	190°C 2 saat	Tek bileşenli	Kontrol	83,65	PQRS
Sarıçam	212°C 1 saat	Çift bileşenli	288 saat	88,86	BC	Kayın	212°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	83,50	QRST
Kayın	212°C 1 saat	Çift bileşenli	288 saat	88,85	BC	Meşe	190°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	83,31	RSTU
Kayın	212°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	88,23	C	Kayın	212°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	83,26	STU
Meşe	212°C 2 saat	Çift bileşenli	Kontrol	87,36	D	Sarıçam	212°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	83,25	STU
Sarıçam	212°C 1 saat	Çift bileşenli	432 saat	87,29	D	Kayın	190°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	83,25	STU
Meşe	212°C 1 saat	Çift bileşenli	144 saat	87,13	D	Kayın	212°C 1 saat	Tek bileşenli	144 saat	82,92	TUV
Sarıçam	190°C 2 saat	Tek bileşenli	Kontrol	87,00	D	Kayın	212°C 1 saat	Tek bileşenli	Kontrol	82,78	UVW
Sarıçam	212°C 1 saat	Tek bileşenli	288 saat	86,85	DE	Kayın	212°C 2 saat	Tek bileşenli	Kontrol	82,52	VWX
Kayın	190°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	86,82	DE	Sarıçam	212°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	82,25	VWXY
Sarıçam	190°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	86,74	DEF	Kayın	190°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	82,16	WXY
Sarıçam	212°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	86,28	EFG	Kayın	212°C 1 saat	Tek bileşenli	432 saat	82,08	XY
Kayın	212°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	86,15	FG	Sarıçam	212°C 1 saat	Tek bileşenli	432 saat	82,01	XY
Sarıçam	212°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	86,11	FG	Kayın	212°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	81,83	Y
Kayın	212°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	86,04	G	Meşe	212°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	80,68	Z
Meşe	212°C 1 saat	Çift bileşenli	288 saat	86,04	G	Kayın	190°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	80,41	Z[
Sarıçam	190°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	85,81	GH	Meşe	212°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	80,04	Z[
Kayın	190°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	85,79	GH	Meşe	212°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	79,75	[\
Kayın	190°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	85,79	GH	Meşe	212°C 2 saat	Tek bileşenli	Kontrol	79,10	\
Sarıçam	212°C 1 saat	Çift bileşenli	144 saat	85,74	GHI	Meşe	190°C 2 saat	Tek bileşenli	Kontrol	77,49]
Meşe	212°C 1 saat	Çift bileşenli	432 saat	85,63	GHI	Meşe	212°C 1 saat	Tek bileşenli	Kontrol	77,46]
Sarıçam	212°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	85,35	HIJ	Meşe	190°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	76,41	^
Sarıçam	212°C 1 saat	Tek bileşenli	Kontrol	85,26	HIJK	Meşe	212°C 1 saat	Tek bileşenli	144 saat	75,64	-
Meşe	190°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	85,07	IJKL	Meşe	190°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	75,57	-
Sarıçam	212°C 2 saat	Tek bileşenli	kontrol	84,96	JKLM	Meşe	212°C 1 saat	Tek bileşenli	288 saat	75,39	-`
Sarıçam	190°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	84,82	JKLMN	Meşe	190°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	74,83	-`
Sarıçam	190°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	84,82	JKLMN	Meşe	212°C 1 saat	Tek bileşenli	432 saat	74,06	a

LSD ± 0,6653

\bar{X} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik grubu



Şekil 3.57. Ağaç türü - ısıtma işlem – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait parlaklık ölçümlerinin karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.70'e göre ağaç türü - ısıtma işlem – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde, parlaklık değeri en yüksek, 212°C'de 1 saat süre ile ısıtma işlem görmüş ve çift bileşenli vernik ile verniklenmiş sarıçamın kontrol örneklerinde, en düşük 212°C'de 1 saat süre ile ısıtma işlem görmüş ve tek bileşenli vernik ile verniklenmiş meşenin 432 saatlik UV yaşlandırma periyoduna ait örneklerde elde edilmiştir.

3.4. YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNE İLİŞKİN BULGULAR VE TARTIŞMA

3.4.1. YüzeY Pürüzlülüğü (R_a)

Farklı sıcaklık ve sürelerde ısıtma işlem görmüş, farklı ağaç malzemelerin, su bazlı tek ve çift bileşenli vernikler ile verniklendikten sonra yaşlandırma uygulamasına maruz bırakılan deney örneklerinde elde edilen ortalama yüzeY pürüzlülüğü (R_a) değerleri Çizelge 3.71'de verilmiştir.

Çizelge 3.71. Yüzey pürüzlülüğü (R_a) ölçümlerinin aritmetik ortalama değerleri (μm).

Faktör ABCD*			Yaşlandırma Periyodu				
			Kontrol**	144 Saat	288 Saat	432 Saat	
Sarıçam	190°C 2 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	0,47	0,49	0,69	0,56
			X min	0,31	0,43	0,62	0,48
			X max	0,67	0,59	0,85	0,62
			S	0,11	0,05	0,08	0,05
		Çift Bileşenli	\bar{X}	0,24	0,31	0,44	0,41
			X min	0,22	0,27	0,40	0,32
	X max		0,28	0,38	0,49	0,48	
	S		0,02	0,04	0,03	0,05	
	212°C 1 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	0,83	1,32	0,95	0,84
			X min	0,68	1,15	0,81	0,68
			X max	1,08	1,61	1,07	1,04
			S	0,14	0,17	0,09	0,12
		Çift Bileşenli	\bar{X}	0,29	0,75	0,58	0,77
			X min	0,21	0,67	0,43	0,70
	X max		0,40	0,87	0,63	0,93	
	S		0,06	0,06	0,06	0,08	
212°C 2 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	0,72	1,16	1,55	0,88	
		X min	0,57	1,04	1,34	0,75	
		X max	0,84	1,29	1,94	0,99	
		S	0,10	0,08	0,17	0,09	
	Çift Bileşenli	\bar{X}	0,68	0,35	0,54	0,25	
		X min	0,56	0,22	0,43	0,21	
X max		0,82	0,53	0,66	0,27		
S		0,10	0,11	0,07	0,02		
Kayın	190°C 2 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	0,63	1,08	1,36	1,00
			X min	0,45	0,97	1,23	0,90
			X max	0,78	1,20	1,72	1,18
			S	0,09	0,08	0,15	0,09
		Çift Bileşenli	\bar{X}	0,40	0,74	0,79	0,59
			X min	0,27	0,58	0,71	0,49
	X max		0,48	0,88	0,87	0,68	
	S		0,05	0,09	0,06	0,07	
	212°C 1 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	0,85	1,11	1,25	1,39
			X min	0,61	1,00	1,22	1,32
			X max	1,01	1,19	1,30	1,66
			S	0,13	0,06	0,02	0,10
		Çift Bileşenli	\bar{X}	0,28	0,40	0,45	0,62
			X min	0,18	0,31	0,41	0,50
	X max		0,37	0,48	0,53	0,88	
	S		0,07	0,05	0,04	0,14	
212°C 2 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	0,93	1,44	0,79	1,06	
		X min	0,82	1,21	0,69	1,02	
		X max	1,21	1,84	0,95	1,09	
		S	0,13	0,19	0,09	0,02	
	Çift Bileşenli	\bar{X}	0,37	0,43	0,36	0,35	
		X min	0,31	0,40	0,31	0,31	
X max		0,43	0,45	0,39	0,39		
S		0,04	0,02	0,03	0,03		
Meşe	190°C 2 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	1,34	2,36	1,96	1,50
			X min	1,07	2,01	1,72	1,31
			X max	1,74	2,95	2,20	1,73
			S	0,22	0,29	0,16	0,14
		Çift Bileşenli	\bar{X}	0,48	0,57	0,63	0,50
			X min	0,41	0,54	0,60	0,42
	X max		0,51	0,59	0,68	0,55	
	S		0,03	0,02	0,03	0,05	
	212°C 1 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	2,56	3,83	2,59	3,41
			X min	2,06	3,24	2,12	3,01
			X max	2,89	4,78	2,95	3,96
			S	0,28	0,61	0,28	0,27
		Çift Bileşenli	\bar{X}	0,57	1,48	1,14	0,94
			X min	0,44	1,34	1,02	0,75
	X max		0,71	1,69	1,28	1,10	
	S		0,10	0,12	0,10	0,13	
212°C 2 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	1,59	2,28	2,36	1,49	
		X min	1,06	2,04	2,01	1,16	
		X max	1,88	2,63	2,70	1,72	
		S	0,24	0,20	0,25	0,18	
	Çift Bileşenli	\bar{X}	0,28	0,46	0,77	0,83	
		X min	0,22	0,31	0,66	0,69	
X max		0,37	0,61	0,99	1,00		
S		0,05	0,10	0,10	0,12		

*: A: Ağaç türü, B: Isıl işlem, C: Vernik çeşidi, D: Yaşlandırma periyodu

** : Kontrol örneklerine herhangi bir yaşlandırma işlemi uygulanmamıştır.

Yüzey pürüzlülüğü (R_a) değerleri, ağaç türü, ısıtma işlemi, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyoduna göre farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla Çoklu Varyans analizi (ANOVA) yapılmış ve sonuçları Çizelge 3.72’de verilmiştir.

Çizelge 3.72. Ağaç türü, ısıtma işlemi, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyodunun yüzey pürüzlülüğü (R_a) ölçümlerine ilişkin varyans analizi sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	P, $\alpha=0,05$
Ağaç Türü (A)	2	97,242	48,621	2397,3387	0,0000*
Isıtma işlemi (B)	2	21,327	10,664	525,7938	0,0000
Etkileşim (AB)	4	24,450	6,112	301,3859	0,0000
Vernik Çeşidi (C)	1	129,991	129,991	6409,4024	0,0000
Etkileşim (AC)	2	44,987	22,494	1109,0855	0,0000
Etkileşim (BC)	2	5,944	2,972	146,5334	0,0000
Etkileşim (ABC)	4	4,987	1,247	61,4710	0,0000
Yaşlandırma Periyodu (D)	3	15,630	5,210	256,8813	0,0000
Etkileşim (AD)	6	5,142	0,857	42,2554	0,0000
Etkileşim (BD)	6	5,206	0,868	42,7816	0,0000
Etkileşim (ABD)	12	7,826	0,652	32,1562	0,0000
Etkileşim (CD)	3	3,302	1,101	54,2670	0,0000
Etkileşim (ACD)	6	1,855	0,309	15,2421	0,0000
Etkileşim (BCD)	6	2,139	0,356	17,5749	0,0000
Etkileşim (ABCD)	12	6,954	0,579	28,5723	0,0000
Hata	648	13,142	0,020		
Toplam	719	390,122			

*: Anlamlı ($\alpha = 0,05$ 'e göre)

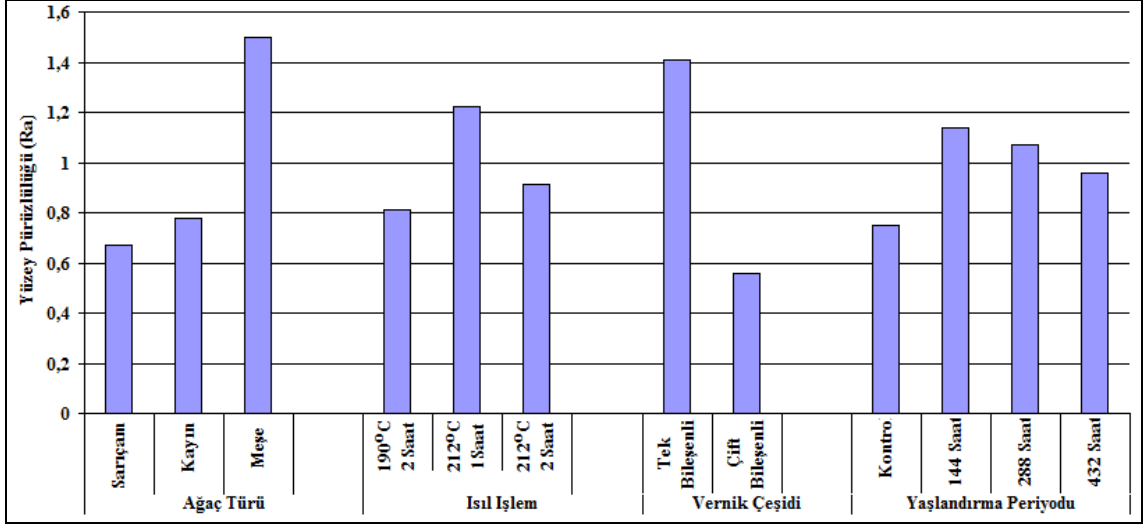
Varyans analiz sonucuna göre ağaç türü, ısıtma işlemi, vernik çeşidi, yaşlandırma periyodu faktörleri ve bu faktörlerin karşılıklı etkileşimleri anlamlı çıkmıştır ($\alpha=0,05$).

Daha sonra LSD kritik değeri kullanılarak ağaç türü, ısıtma işlemi, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyodu düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.73’de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.58’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.73. Ağaç türü, ısıtma işlemi, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyodu değişkenlerinde yüzey pürüzlülüğü (R_a) ölçümlerine ait Duncan testi sonuçları.

Faktör	\bar{X} (μm)	HG	
Ağaç Türü	Sarıçam	0,67	C
	Kayın	0,78	B
	Meşe	1,50	A*
Isıtma İşlemi	190°C – 2 Saat	0,81	C
	212°C – 1 Saat	1,22	A*
	212°C – 2 Saat	0,91	B
Vernik Çeşidi	Tek Bileşenli	1,41	A*
	Çift Bileşenli	0,56	B
Yaşlandırma Periyodu	Kontrol	0,75	D
	144 Saat	1,14	A*
	288 Saat	1,07	B
	432 Saat	0,96	C

X: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik grubu, *: En yüksek yüzey pürüzlülüğü (R_a) değerini ifade etmektedir.



Şekil 3.58. Ağaç türü, ısıl işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyoduna ait yüzey pürüzlülüğü (R_a) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.73'e göre ağaç türü düzeyinde yüzey pürüzlülüğü (R_a) değeri en yüksek meşede, en düşük sarıçamda tespit edilmiştir. Isıl işlem düzeyinde, yüzey pürüzlülüğü (R_a) değeri en yüksek 212°C'de 1 saat ısıl işlem görmüş örneklerde, en düşük 190°C'de 2 saat ısıl işlem görmüş örneklerde elde edilmiştir. Vernik çeşidi faktörü düzeyinde yüzey pürüzlülüğü (R_a) değeri en yüksek tek bileşenli vernikte, en düşük çift bileşenli vernikte elde edilmiştir. Yüzey pürüzlülüğü (R_a) değeri en yüksek 144 saatlik UV yaşlandırmaya maruz kalmış örneklerinde, en düşük kontrol örneklerinde tespit edilmiştir.

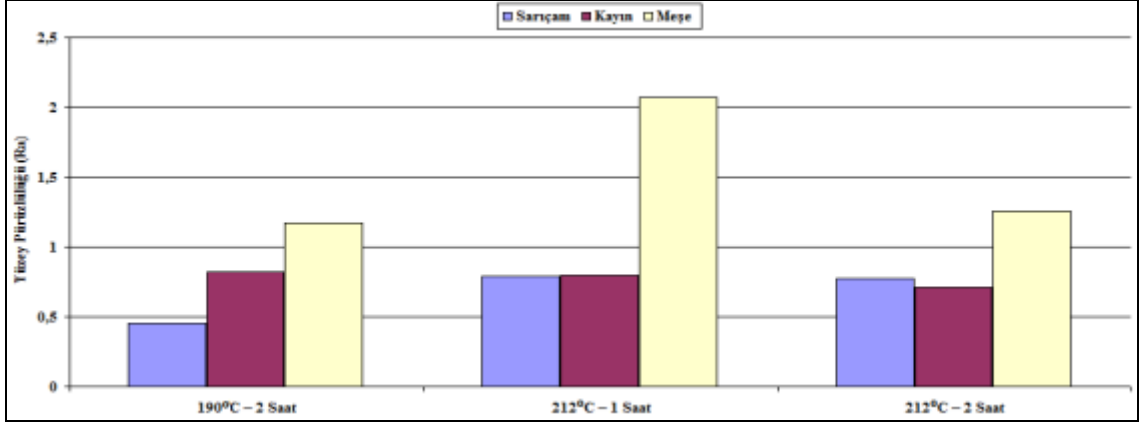
Ağaç türü - ısıl işlem etkileşimi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.74'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.59'da gösterilmiştir.

Çizelge 3.74. Ağaç türü - ısıl işlem ikili etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_a) ölçümlerinin Duncan testi sonuçları (μm).

Faktör AB	190°C – 2 Saat		212°C – 1 Saat		212°C – 2 Saat	
	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Sarıçam	0,45	G	0,79	DE	0,77	E
Kayın	0,82	D	0,80	DE	0,71	F
Meşe	1,17	C	2,07	A*	1,26	B

LSD \pm 0,04391

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek yüzey pürüzlülüğü (R_a) değerini ifade etmektedir.
A: Ağaç türü, B: Isıl işlem



Şekil 3.59. Ağaç türü - ısıl işlem etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_a) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

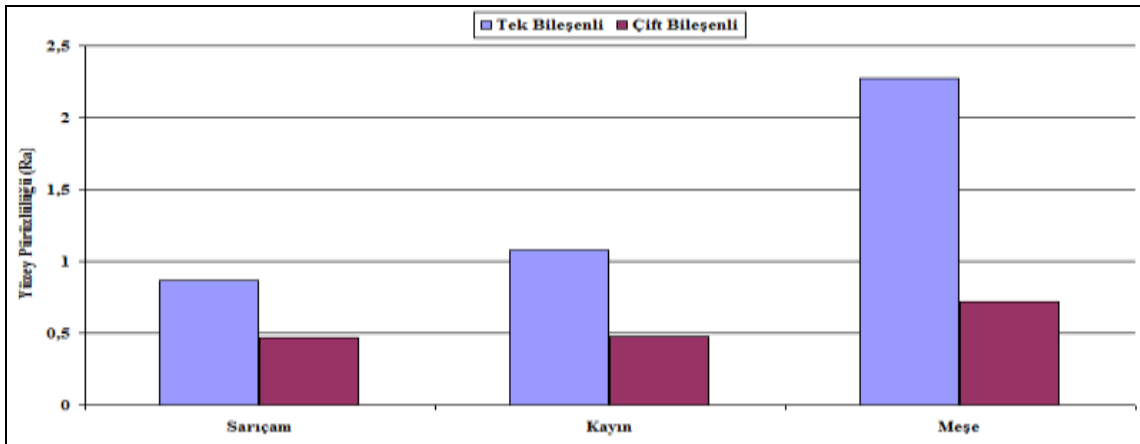
Ağaç türü - ısıl işlem etkileşimi düzeyinde, yüzey pürüzlülüğü (R_a) değeri en yüksek 212°C’de 1 saat ısıl işlem görmüş meşede, en düşük 190°C’de 2 saat ısıl işlem görmüş sarıçamda elde edilmiştir.

Ağaç türü – vernik çeşidi etkileşimi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.75’de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.60’da gösterilmiştir.

Çizelge 3.75. Ağaç türü - vernik çeşidi ikili etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_a) ölçümlerinin Duncan testi sonuçları (μm).

Faktör AC	Tek Bileşenli		Çift Bileşenli	
	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Sarıçam	0,87	C	0,47	E
Kayın	1,08	B	0,48	E
Meşe	2,27	A*	0,72	D
LSD \pm 0,03585				

\bar{X} : Aritmetik ortalama, HG : Homojenlik grubu, *: En yüksek yüzey pürüzlülüğü (R_a) değerini ifade etmektedir.
A: Ağaç türü, C: Vernik çeşidi



Şekil 3.60. Ağaç türü - vernik çeşidi etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_a) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.75'e göre ağaç türü - vernik çeşidi etkileşimi düzeyinde, yüzey pürüzlülüğü (R_a) değeri en yüksek tek bileşenli vernik ile verniklenmiş meşede, en düşük çift bileşenli vernik ile verniklenmiş sarıçam ve kayında tespit edilmiştir.

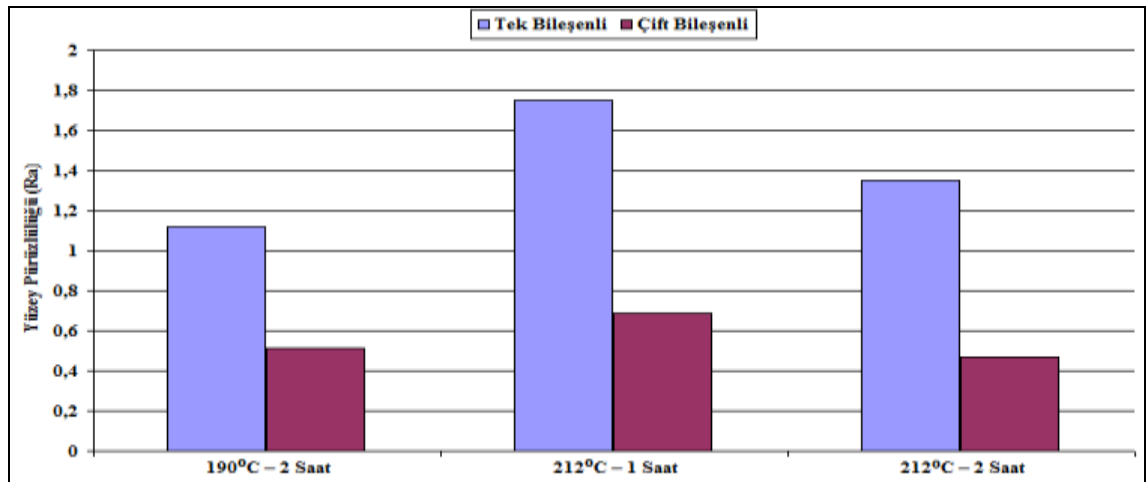
Isıl işlem – vernik çeşidi etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.76'da verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.61'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.76. Isıl işlem - vernik çeşidi ikili etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_a) ölçümlerinin Duncan testi sonuçları (μm).

Faktör BC	Tek Bileşenli		Çift Bileşenli	
	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
190°C – 2 Saat	1,12	C	0,51	E
212°C – 1 Saat	1,75	A*	0,69	D
212°C – 2 Saat	1,35	B	0,47	E

LSD \pm 0,03585

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek yüzey pürüzlülüğü (R_a) değerini ifade etmektedir.
B: Isıl işlem, C: Vernik çeşidi



Şekil 3.61. Isıl işlem – vernik çeşidi etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_a) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

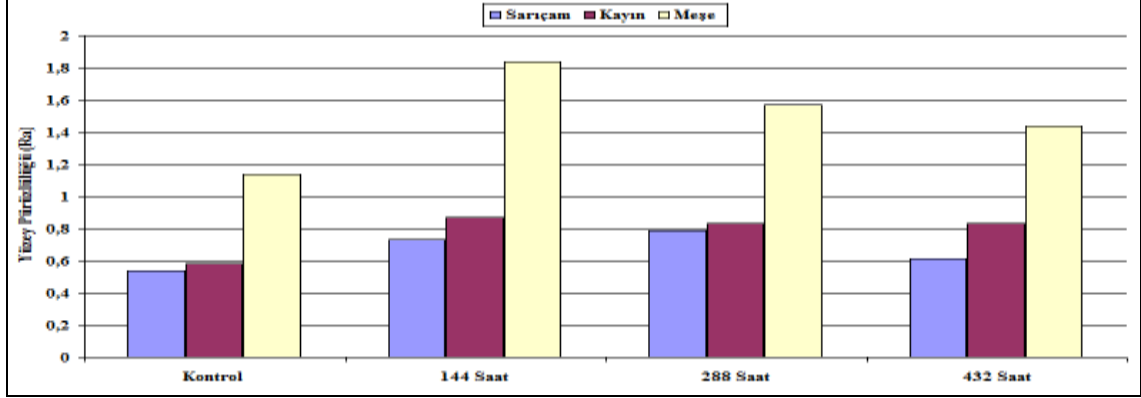
Çizelge 3.76'ya göre ısıl işlem - vernik çeşidi etkileşimi düzeyinde yüzey pürüzlülüğü (R_a) değeri en yüksek 212°C'de 1 saat süre ile ısıl işlem görmüş ve tek bileşenli vernik ile verniklenmiş örneklerde, en düşük 212°C'de 2 saat ve 190°C'de 2 saat süre ile ısıl işlem görmüş ve çift bileşenli vernik ile verniklenmiş örneklerde elde edilmiştir.

Ağaç türü - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.77'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.62'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.77. Ağaç türü - yaşlandırma periyodu ikili etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_a) ölçümlerinin Duncan testi sonuçları (μm).

Faktör AD	Yaşlandırma Periyodu							
	Kontrol		144 Saat		288 Saat		432 Saat	
	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Sarıçam	0,54	I	0,73	G	0,79	F	0,61	H
Kayın	0,58	HI	0,87	E	0,83	EF	0,83	EF
Meşe	1,14	D	1,84	A*	1,57	B	1,44	C
LSD \pm 0,05070								

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek yüzey pürüzlülüğü (R_a) değerini ifade etmektedir.
A: Ağaç türü, D: Yaşlandırma periyodu



Şekil 3.62. Ağaç türü – yaşlandırma periyodu etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_a) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

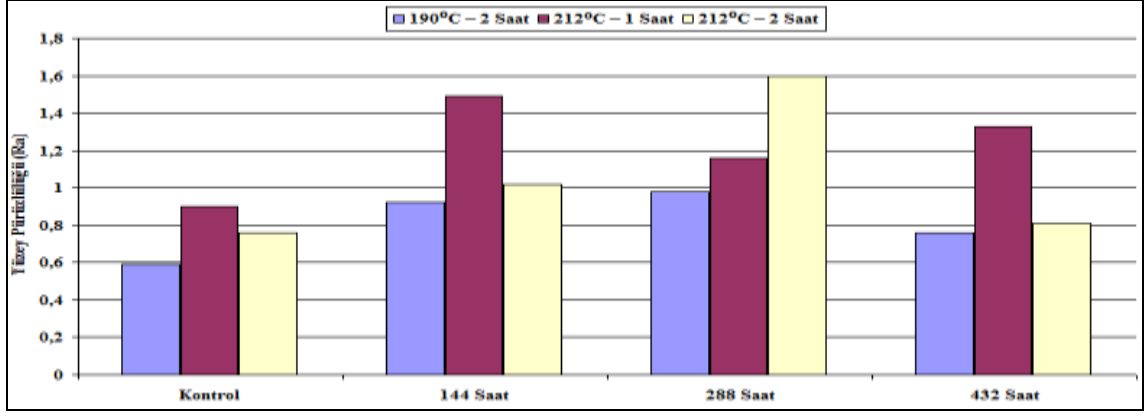
Çizelge 3.77'ye göre ağaç türü - yaşlandırma periyoduna etkileşim düzeyinde, yüzey pürüzlülüğü (R_a) değeri en yüksek meşede 144 saatlik UV yaşlandırma örneklerinde, en düşük yüzey pürüzlülüğü (R_a) değeri sarıçam kontrol örneklerinde tespit edilmiştir.

Isıl işlem - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.80'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.63'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.78. Isıl işlem - yaşlandırma periyodu ikili etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_a) ölçümlerinin Duncan testi sonuçları (μm).

Faktör BD	Yaşlandırma Periyodu							
	Kontrol		144 Saat		288 Saat		432 Saat	
	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
190°C – 2 Saat	0,59	I	0,92	F	0,98	E	0,76	H
212°C – 1 Saat	0,90	F	1,49	A*	1,16	C	1,33	B
212°C – 2 Saat	0,76	GH	1,02	DE	1,60	D	0,81	G
LSD \pm 0,05070								

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek yüzey pürüzlülüğü (R_a) değerini ifade etmektedir.
B: Isıl işlem, D: Yaşlandırma periyodu



Şekil 3.63. Isıl işlem – yaşlandırma periyodu etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (Ra) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

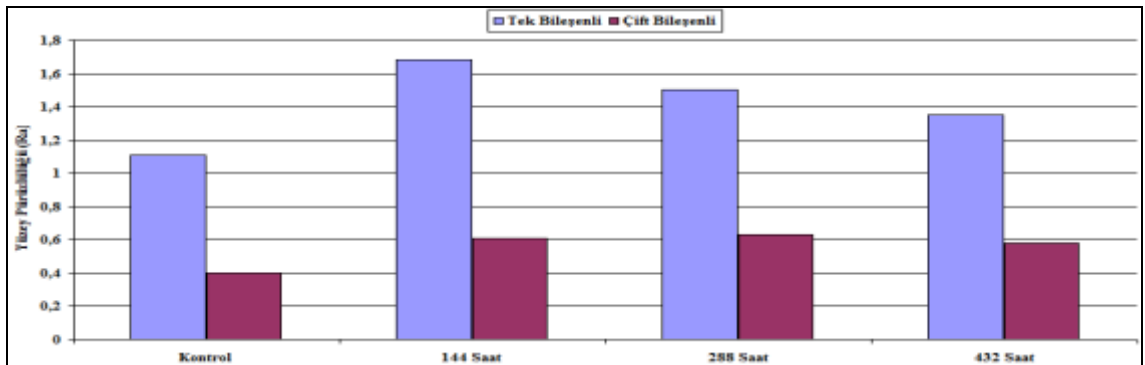
Çizelge 3.78'e göre ısıl işlem - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde, yüzey pürüzlülüğü (Ra) değeri en yüksek, 212°C'de 1 saat süre ile ısıl işlem görmüş 144 saatlik UV yaşlandırma örneklerinde, en düşük 190°C'de 2 saat süre ile ısıl işlem görmüş kontrol örneklerinde tespit edilmiştir.

Vernik çeşidi – yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.79'da verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.64'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.79. Vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu ikili etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (Ra) ölçümlerinin Duncan testi sonuçları (µm).

Faktör CD	Yaşlandırma Periyodu							
	Kontrol		144 Saat		288 Saat		432 Saat	
	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Tek Bileşenli	1,11	D	1,68	A*	1,50	B	1,35	C
Çift Bileşenli	0,40	G	0,61	EF	0,63	E	0,58	F
LSD ± 0,04140								

\bar{X} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik grubu, *: En yüksek yüzey pürüzlülüğü (Ra) değerini ifade etmektedir.
C: Vernik çeşidi, D: Yaşlandırma periyodu



Şekil 3.64. Vernik çeşidi – yaşlandırma periyodu etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (Ra) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.79'a göre vernik çeşidi – yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde, yüzey pürüzlülüğü (R_a) değeri en yüksek 144 saatlik UV yaşlandırma periyoduna sahip ve tek bileşenli vernik ile verniklenmiş örneklerinde, en düşük çift bileşenli vernik ile verniklenmiş kontrol örneklerinde elde edilmiştir.

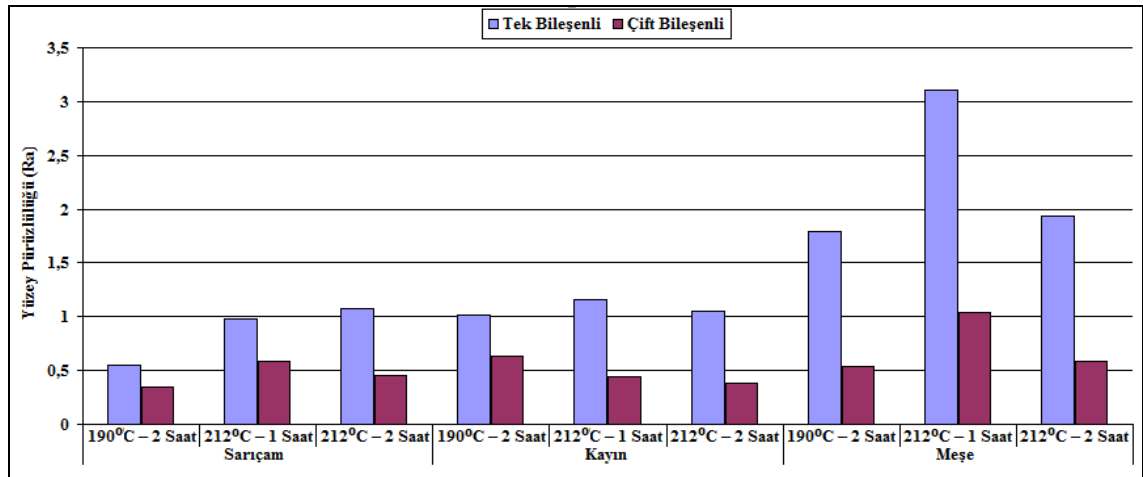
Ağaç türü - ısıt işlem - vernik çeşidi etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi üçlü karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.80'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.65'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.80. Ağaç türü - ısıt işlem - vernik çeşidi üçlü etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_a) ölçümlerinin Duncan testi sonuçları (μm).

Faktör ABC**		Tek Bileşenli		Çift Bileşenli	
		\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Sarıçam	190°C – 2 Saat	0,55	H	0,35	K
	212°C – 1 Saat	0,98	F	0,59	GH
	212°C – 2 Saat	1,08	E	0,45	I
Kayın	190°C – 2 Saat	1,02	EF	0,63	G
	212°C – 1 Saat	1,16	D	0,44	IJ
	212°C – 2 Saat	1,05	E	0,38	JK
Meşe	190°C – 2 Saat	1,79	C	0,54	H
	212°C – 1 Saat	3,10	A*	1,04	EF
	212°C – 2 Saat	1,93	B	0,59	GH

LSD \pm 0,06210

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek yüzey pürüzlülüğü (R_a) değerini ifade etmektedir.
 : **A: Isıt işlem, **B**: Isıt işlem, **C**: Vernik çeşidi



Şekil 3.65. Ağaç türü - ısıt işlem - vernik çeşidi etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_a) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.80'e göre ağaç türü - ısıt işlem - vernik çeşidi etkileşimi düzeyinde, yüzey pürüzlülüğü (R_a) değeri en yüksek 212°C'de 1 saat ısıt işlem görmüş ve tek bileşenli vernik ile verniklenmiş meşede, en düşük 190°C'de 2 saat ısıt işlem görmüş ve çift bileşenli vernik ile verniklenmiş sarıçamda tespit edilmiştir.

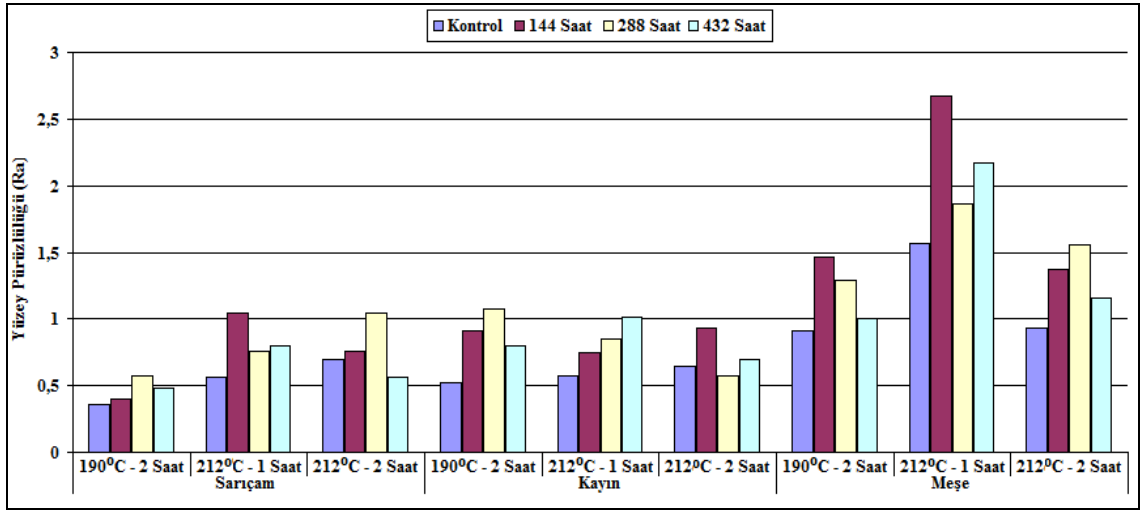
Ağaç türü - ısıt işlem - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi üçlü karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.81’de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.66’da gösterilmiştir.

Çizelge 3.81. Ağaç türü - ısıt işlem - yaşlandırma periyodu üçlü etkileşimine yüzey pürüzlülüğü (R_a) ölçümlerinin Duncan testi sonuçları (μm).

Faktör ABD**		Yaşlandırma Periyodu							
		Kontrol		144 Saat		288 Saat		432 Saat	
		\bar{x}	HG	\bar{x}	HG	\bar{x}	HG	\bar{x}	HG
Sarıçam	190°C - 2 Saat	0,36	T	0,40	ST	0,57	PQR	0,48	RS
	212°C - 1 Saat	0,56	QR	1,04	H	0,76	MN	0,80	LM
	212°C - 2 Saat	0,70	NO	0,76	MN	1,04	H	0,56	PQR
Kayın	190°C - 2 Saat	0,52	QR	0,91	JK	1,07	GH	0,80	LM
	212°C - 1 Saat	0,57	PQ	0,75	MN	0,85	KL	1,01	HI
	212°C - 2 Saat	0,65	OP	0,93	IJK	0,57	PQ	0,70	NO
Meşe	190°C - 2 Saat	0,91	JK	1,46	E	1,29	F	1,00	HIJ
	212°C - 1 Saat	1,57	D	2,67	A*	1,86	C	2,17	B
	212°C - 2 Saat	0,93	IJK	1,37	F	1,56	D	1,16	G
LSD \pm 0,08782									

\bar{X} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik grubu, *: En yüksek yüzey pürüzlülüğü (R_a) değerini ifade etmektedir.

**A: Ağaç türü, B: Isıt işlem, D: Yaşlandırma periyodu



Şekil 3.66. Ağaç türü - ısıt işlem - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_a) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

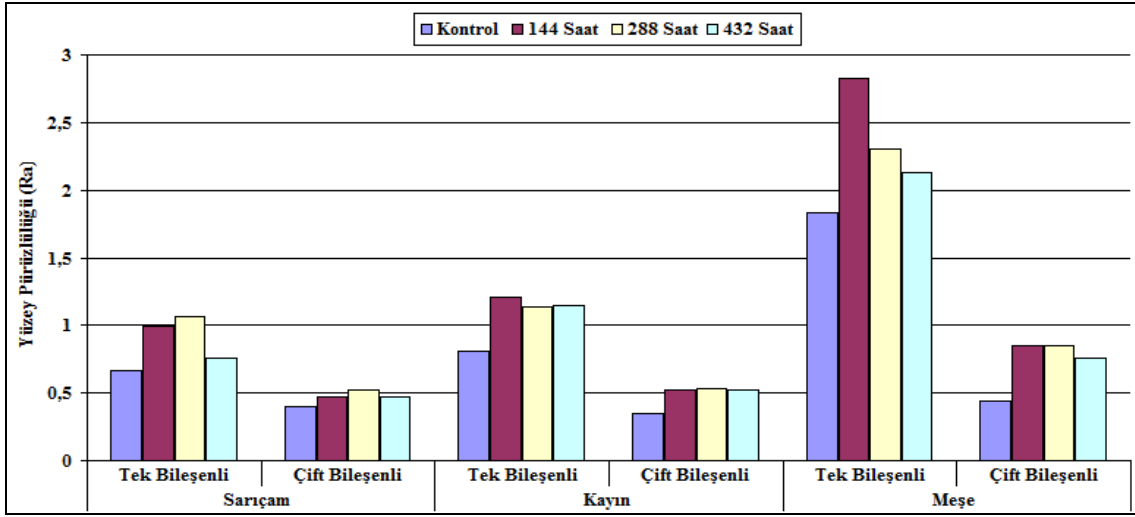
Çizelge 3.81’e göre ağaç türü - ısıt işlem - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde, yüzey pürüzlülüğü (R_a) değeri en yüksek, 212°C’de 1 saat süre ile ısıt işlem görmüş meşede 144 saatlik UV yaşlandırma örneklerinde, en düşük 190°C’de 2 saat süre ile ısıt işlem görmüş sarıçam kontrol örneklerinde elde edilmiştir.

Ağaç türü – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi üçlü karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.82’de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.67’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.82. Ağaç türü - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu üçlü etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_a) ölçümlerinin Duncan testi sonuçları (μm).

Faktör ACD**		Yaşlandırma Periyodu							
		Kontrol		144 Saat		288 Saat		432 Saat	
		\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Sarıçam	Tek Bileşenli	0,67	K	0,99	H	1,06	G	0,76	J
	Çift Bileşenli	0,40	MN	0,47	LM	0,52	L	0,47	LM
Kayın	Tek Bileşenli	0,81	IJ	1,21	E	1,14	F	1,15	EF
	Çift Bileşenli	0,35	N	0,52	L	0,53	L	0,52	L
Meşe	Tek Bileşenli	1,83	D	2,83	A*	2,30	B	2,13	C
	Çift Bileşenli	0,44	M	0,85	I	0,85	I	0,76	J
LSD \pm 0,07170									

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek yüzey pürüzlülüğü (R_a) değerini ifade etmektedir.
 : **A: Ağaç türü, **C**: Vernik çeşidi, **D**: Yaşlandırma periyodu



Şekil 3.67. Ağaç türü – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_a) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

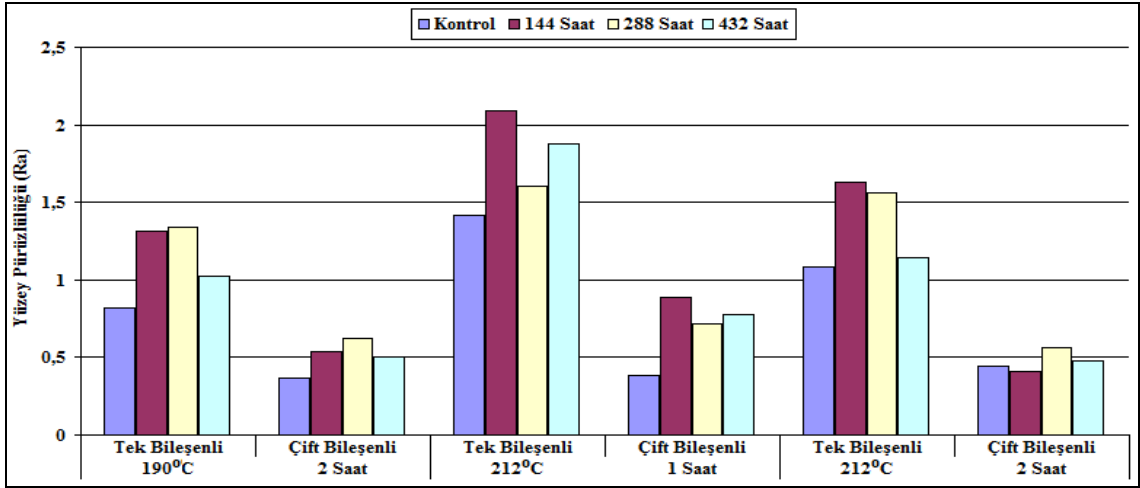
Çizelge 3.82'ye göre ağaç türü - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde, yüzey pürüzlülüğü (R_a) değeri en yüksek tek bileşenli vernik ile verniklenmiş meşede 144 saatlik UV yaşlandırma yapılan örneklerde, en düşük çift bileşenli vernik ile verniklenmiş kayının kontrol örneklerinde tespit edilmiştir.

Isıl işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi üçlü karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.83'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.68'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.83. Isıl işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu üçlü etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_a) ölçümlerinin Duncan testi sonuçları (μm).

Faktör BCD**		Yaşlandırma Periyodu							
		Kontrol		144 Saat		288 Saat		432 Saat	
		\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
190°C 2 Saat	Tek Bileşenli	0,82	HI	1,31	E	1,34	E	1,02	G
	Çift Bileşenli	0,37	P	0,54	LM	0,62	K	0,50	LMN
212°C 1 Saat	Tek Bileşenli	1,42	D	2,09	A*	1,60	C	1,88	B
	Çift Bileşenli	0,38	P	0,89	H	0,72	J	0,78	IJ
212°C 2 Saat	Tek Bileşenli	1,08	FG	1,63	C	1,56	C	1,14	F
	Çift Bileşenli	0,44	NOP	0,41	OP	0,56	KL	0,48	MNO
LSD \pm 0,07170									

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek yüzey pürüzlülüğü (R_a) değerini ifade etmektedir.
******: **B**: Isıl işlem, **C**: Vernik çeşidi, **D**: Yaşlandırma periyodu



Şekil 3.68. Isıl işlem – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_a) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.83'e göre ısıl işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde, yüzey pürüzlülüğü (R_a) değeri en yüksek 212°C'de 1 saat süre ile ısıl işlem görmüş ve tek bileşenli vernik ile verniklenmiş 144 saatlik UV yaşlandırma yapılan örneklerde, en düşük 190°C ve 212°C'de 2 saat süre ile ısıl işlem görmüş ve çift bileşenli vernik ile verniklenmiş kontrol örneklerinde elde edilmiştir.

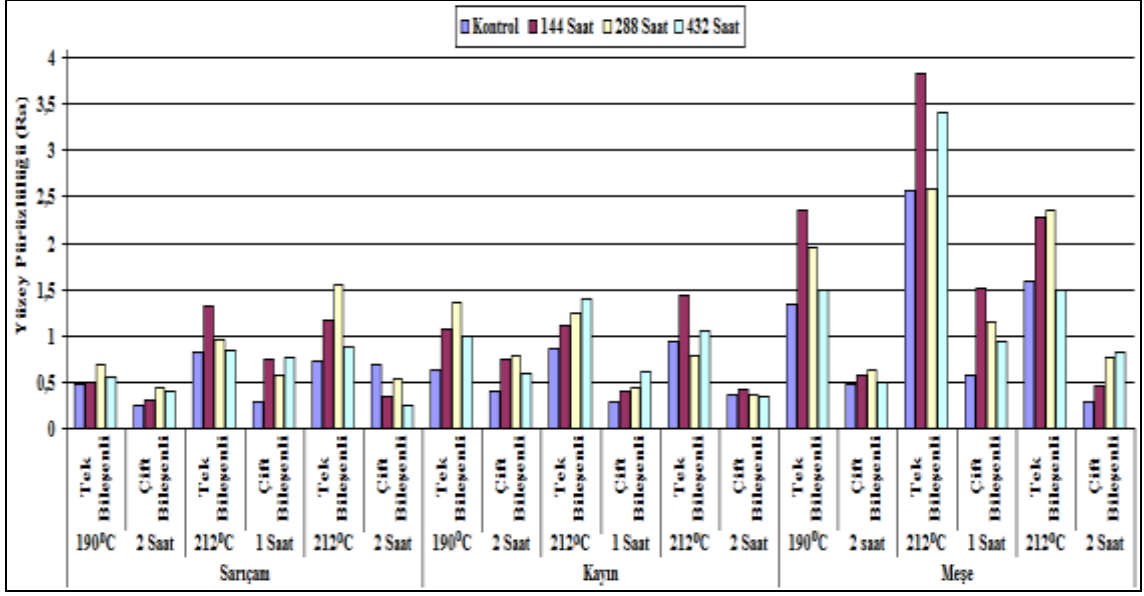
Tekli, ikili ve üçlü karşılaştırmaların sonuçlarını topluca görmek amacıyla, ağaç türü – ısıl işlem – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.84'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.69'da gösterilmiştir.

Çizelge 3.84. Ağaç türü - ısıt işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu dörtlü etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_a) ölçümlerinin Duncan testi sonuçları (μm).

Ağaç Türü	Isıt İşlem	Vernik Çeşidi	Yaş. Per.	\bar{x}	HG	Ağaç Türü	Isıt İşlem	Vernik Çeşidi	Yaş. Per.	\bar{x}	HG
Meşe	212°C 1 saat	Tek bileşenli	144 saat	3,83	A	Meşe	212°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	0,77	RSTU
Meşe	212°C 1 saat	Tek bileşenli	432 saat	3,41	B	Sarıçam	212°C 1 saat	Çift bileşenli	144 saat	0,75	STUV
Meşe	212°C 1 saat	Tek bileşenli	288 saat	2,59	C	Kayın	190°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	0,74	TUVW
Meşe	212°C 1 saat	Tek bileşenli	Kontrol	2,56	C	Sarıçam	212°C 2 saat	Tek bileşenli	Kontrol	0,72	TUVW
Meşe	190°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	2,36	D	Sarıçam	190°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	0,69	UVWX
Meşe	212°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	2,36	D	Sarıçam	212°C 2 saat	Çift bileşenli	Kontrol	0,68	UVWXY
Meşe	212°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	2,28	D	Kayın	190°C 2 saat	Tek bileşenli	Kontrol	0,63	VWXYZ
Meşe	190°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	1,96	E	Meşe	190°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	0,63	VWXYZ
Meşe	212°C 2 saat	Tek bileşenli	Kontrol	1,59	F	Kayın	212°C 1 saat	Çift bileşenli	432 saat	0,62	WXYZ
Sarıçam	212°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	1,55	FG	Kayın	190°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	0,59	XYZ[
Meşe	212°C 1 saat	Çift bileşenli	144 saat	1,51	FG	Sarıçam	212°C 1 saat	Çift bileşenli	288 saat	0,58	XYZ[
Meşe	190°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	1,50	FGH	Meşe	212°C 1 saat	Çift bileşenli	Kontrol	0,57	XYZ[
Meşe	212°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	1,49	FGHI	Meşe	190°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	0,57	YZ[
Kayın	212°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	1,44	GHIJ	Sarıçam	190°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	0,56	YZ[
Kayın	212°C 1 saat	Tek bileşenli	432 saat	1,39	HIJ	Sarıçam	212°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	0,54	Z[
Kayın	190°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	1,36	IJK	Meşe	190°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	0,50	[
Meşe	190°C 2 saat	Tek bileşenli	Kontrol	1,34	JK	Sarıçam	190°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	0,49	[
Sarıçam	212°C 1 saat	Tek bileşenli	144 saat	1,32	JK	Meşe	190°C 2 saat	Çift bileşenli	Kontrol	0,48	[
Kayın	212°C 1 saat	Tek bileşenli	288 saat	1,25	KL	Sarıçam	190°C 2 saat	Tek bileşenli	Kontrol	0,47	[
Sarıçam	212°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	1,16	LM	Meşe	212°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	0,46	[
Meşe	212°C 1 saat	Çift bileşenli	288 saat	1,14	LM	Kayın	212°C 1 saat	Çift bileşenli	288 saat	0,45]
Kayın	212°C 1 saat	Tek bileşenli	144 saat	1,11	MN	Sarıçam	190°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	0,44	^
Kayın	190°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	1,08	MN	Kayın	212°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	0,43	_
Kayın	212°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	1,06	MNO	Sarıçam	190°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	0,41	`
Kayın	190°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	1,00	NOP	Kayın	190°C 2 saat	Çift bileşenli	Kontrol	0,40	`
Sarıçam	212°C 1 saat	Tek bileşenli	288 saat	0,95	OPQ	Kayın	212°C 1 saat	Çift bileşenli	144 saat	0,40	`
Meşe	212°C 1 saat	Çift bileşenli	432 saat	0,94	OPQ	Kayın	212°C 2 saat	Çift bileşenli	Kontrol	0,37	abcdefg
Kayın	212°C 2 saat	Tek bileşenli	Kontrol	0,93	PQ	Kayın	212°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	0,36	bcdefg
Sarıçam	212°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	0,88	PQR	Sarıçam	212°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	0,35	cdefg
Kayın	212°C 1 saat	Tek bileşenli	Kontrol	0,87	QRS	Kayın	212°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	0,35	cdefg
Sarıçam	212°C 1 saat	Tek bileşenli	432 saat	0,84	QRS T	Sarıçam	190°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	0,31	defg
Sarıçam	212°C 1 saat	Tek bileşenli	Kontrol	0,83	QRS T	Sarıçam	212°C 1 saat	Çift bileşenli	Kontrol	0,29	efg
Meşe	212°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	0,83	QRS T	Kayın	212°C 1 saat	Çift bileşenli	Kontrol	0,28	fg
Kayın	190°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	0,79	RST U	Meşe	212°C 2 saat	Çift bileşenli	Kontrol	0,28	fg
Kayın	212°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	0,79	RST U	Sarıçam	212°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	0,25	g
Sarıçam	212°C 1 saat	Çift bileşenli	432 saat	0,77	RST U	Sarıçam	190°C 2 saat	Çift bileşenli	Kontrol	0,24	g

LSD \pm 0,1242

X: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik grubu



Şekil 3.69. Ağaç türü - ısıY işlem – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait yüzeY pürüzlülüğü (R_a) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.84'e göre ağaç türü - ısıY işlem – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde, yüzeY pürüzlülüğü (R_a) değeri en yüksek, 212°C'de 1 saat süre ile ısıY işlem görmüş ve tek bileşenli vernik ile verniklenmiş meşede 144 saatlik UV yaşlandırma yapılan örneklerde, en düşük 190°C'de 2 saat süre ile ısıY işlem görmüş ve çift bileşenli vernik ile verniklenmiş sarıçamın kontrol örnekleri ile 212°C'de 2 saat süre ile ısıY işlem görmüş ve çift bileşenli vernik ile verniklenmiş sarıçamın 432 saatlik UV yaşlandırma yapılan örneklerinde elde edilmiştir.

3.2.4. YüzeY Pürüzlülüğü (R_z)

1Farklı sıcaklık ve sürelerde ısıY işlem görmüş farklı ağaç malzemelerin, su bazlı tek ve çift bileşenli vernikler ile verniklendikten sonra yaşlandırma uygulamasına maruz bırakılan deney örneklerinde elde edilen ortalama yüzeY pürüzlülüğü (R_z) değerleri Çizelge 3.85'de verilmiştir.

Çizelge 3.85. Yüzey pürüzlülüğü (R_z) ölçümlerinin aritmetik ortalama değerleri (μm).

Faktör ABCD*			Yaşlandırma Periyodu				
			Kontrol**	144 Saat	288 Saat	432 Saat	
Sarıçam	190°C 2 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	2,83	2,71	3,83	3,23
			X min	2,00	2,15	3,35	2,66
			X max	3,29	3,33	4,28	3,49
			S	0,40	0,45	0,40	0,28
	Çift Bileşenli	\bar{X}	1,23	1,56	2,86	2,44	
		X min	1,05	1,23	2,31	1,99	
		X max	1,48	1,93	3,51	2,97	
		S	0,13	0,22	0,38	0,24	
	212°C 1 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	4,47	5,62	5,59	4,49
			X min	3,57	5,08	4,29	3,48
			X max	5,62	6,72	7,18	5,36
			S	0,75	0,49	0,98	0,63
		Çift Bileşenli	\bar{X}	1,40	3,11	2,82	3,14
			X min	1,05	2,67	2,30	2,40
			X max	2,47	3,76	3,68	4,06
			S	0,44	0,37	0,43	0,63
212°C 2 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	4,09	6,55	8,23	5,34	
		X min	3,34	4,89	7,12	4,51	
		X max	5,05	7,96	9,94	6,18	
		S	0,52	1,03	1,04	0,58	
	Çift Bileşenli	\bar{X}	3,84	1,62	3,55	1,44	
		X min	3,12	1,13	2,55	1,26	
		X max	4,40	2,14	4,75	1,75	
		S	0,43	0,31	0,64	0,18	
Kayın	190°C 2 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	4,16	5,83	6,93	5,68
			X min	3,05	5,36	5,64	5,05
			X max	4,99	6,24	8,96	6,85
			S	0,58	0,29	0,89	0,56
	Çift Bileşenli	\bar{X}	2,71	4,00	4,24	3,78	
		X min	2,09	3,37	3,85	3,13	
		X max	3,04	4,59	4,68	4,57	
		S	0,36	0,44	0,29	0,46	
	212°C 1 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	4,70	6,18	6,92	8,00
			X min	3,59	5,63	6,46	7,07
			X max	5,81	6,85	7,73	9,10
			S	0,68	0,41	0,38	0,75
		Çift Bileşenli	\bar{X}	1,34	2,16	2,60	3,63
			X min	1,03	1,64	2,04	3,07
			X max	1,68	2,75	3,47	4,35
			S	0,25	0,36	0,47	0,44
212°C 2 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	4,88	7,91	4,80	6,11	
		X min	4,33	6,21	4,07	5,33	
		X max	5,95	10,75	5,18	7,64	
		S	0,50	1,57	0,32	0,63	
	Çift Bileşenli	\bar{X}	2,99	2,44	2,20	1,78	
		X min	2,41	2,12	1,84	1,51	
		X max	3,64	2,85	2,53	2,21	
		S	0,53	0,23	0,22	0,21	
Meşe	190°C 2 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	9,12	15,47	14,31	10,90
			X min	6,66	12,20	11,30	8,59
			X max	11,69	18,44	18,39	12,35
			S	1,78	2,01	2,33	1,16
	Çift Bileşenli	\bar{X}	2,73	3,00	3,88	2,62	
		X min	2,23	2,54	3,04	2,07	
		X max	3,54	3,96	4,70	3,54	
		S	0,40	0,44	0,53	0,46	
	212°C 1 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	12,60	23,71	16,76	21,46
			X min	10,69	21,82	13,07	19,05
			X max	14,88	26,07	19,56	23,63
			S	1,24	1,21	1,83	1,53
		Çift Bileşenli	\bar{X}	2,71	7,71	7,13	5,72
			X min	2,02	7,21	6,03	5,23
			X max	3,62	8,97	8,56	6,56
			S	0,50	0,60	0,84	0,45
212°C 2 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	10,26	14,90	13,06	10,31	
		X min	8,23	12,25	10,67	9,08	
		X max	11,98	16,96	14,90	11,96	
		S	1,31	1,63	1,42	0,98	
	Çift Bileşenli	\bar{X}	1,51	2,29	4,39	6,00	
		X min	1,06	1,89	3,23	5,10	
		X max	1,94	2,87	4,91	6,97	
		S	0,28	0,33	0,57	0,61	

*: A: Ağaç türü, B: Isıl işlem, C: Vernik çeşidi, D: Yaşlandırma periyodu

** : Kontrol örneklerine herhangi bir yaşlandırma işlemi uygulanmamıştır.

Yüzey pürüzlülüğü (R_z) değerleri, ağaç türü, ısıtma işlemi, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyoduna göre farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla Çoklu Varyans analizi (ANOVA) yapılmış ve sonuçları Çizelge 3.86’da verilmiştir.

Çizelge 3.86. Ağaç türü, ısıtma işlemi, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyodunun yüzey pürüzlülüğü (R_z) ölçümlerine ilişkin varyans analizi sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	P, $\alpha=0,05$
Ağaç Türü (A)	2	4541,083	2270,542	3219,7018	0,0000*
Isıtma işlemi (B)	2	436,132	218,066	309,2250	0,0000
Etkileşim (AB)	4	745,529	186,382	264,2962	0,0000
Vernik Çeşidi (C)	1	4957,334	4957,334	7029,6609	0,0000
Etkileşim (AC)	2	2265,133	1132,567	1606,0162	0,0000
Etkileşim (BC)	2	158,012	79,006	112,0328	0,0000
Etkileşim (ABC)	4	153,600	38,400	54,4525	0,0000
Yaşlandırma Periyodu (D)	3	546,902	182,301	258,5084	0,0000
Etkileşim (AD)	6	333,118	55,520	78,7287	0,0000
Etkileşim (BD)	6	189,990	31,665	44,9020	0,0000
Etkileşim (ABD)	12	225,207	18,767	26,6126	0,0000
Etkileşim (CD)	3	172,851	57,617	81,7027	0,0000
Etkileşim (ACD)	6	124,568	20,761	29,4402	0,0000
Etkileşim (BCD)	6	54,394	9,066	12,8554	0,0000
Etkileşim (ABCD)	12	200,810	16,734	23,7295	0,0000
Hata	648	456,971	0,705		
Toplam	719	15561,971			

*: Anlamlı ($\alpha = 0,05$ 'e göre)

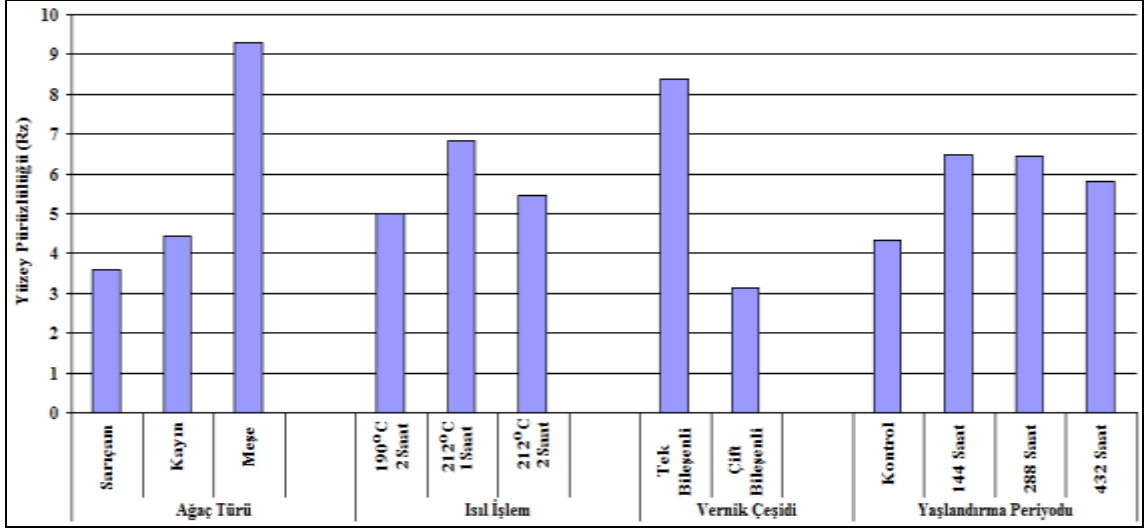
Varyans analiz sonucuna göre ağaç türü, ısıtma işlemi, vernik çeşidi, yaşlandırma periyodu faktörleri ve bu faktörlerin karşılıklı etkileşimleri anlamlı çıkmıştır ($\alpha=0,05$).

Daha sonra LSD kritik değeri kullanılarak ağaç türü, ısıtma işlemi, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyodu düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.87’de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.70’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.87. Ağaç türü, ısıtma işlemi, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyodu değişkenlerinde yüzey pürüzlülüğü (R_z) ölçümlerine ait Duncan testi sonuçları (μ m).

Faktör	\bar{X}	HG	
Ağaç Türü	Sarıçam	3,58	C
	Kayın	4,43	B
	Meşe	9,28	A*
Isıtma İşlemi	190°C – 2 Saat	5,01	C
	212°C – 1 Saat	6,84	A*
	212°C – 2 Saat	5,45	B
Vernik Çeşidi	Tek Bileşenli	8,39	A*
	Çift Bileşenli	3,14	B
Yaşlandırma Periyodu	Kontrol	4,33	C
	144 Saat	6,49	A*
	288 Saat	6,44	A
	432 Saat	5,80	B

\bar{X} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik grubu, *: En yüksek yüzey pürüzlülüğü (R_z) değerini ifade etmektedir.



Şekil 3.70. Ağaç türü, ısıl işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyoduna ait yüzey pürüzlülüğü (R_z) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

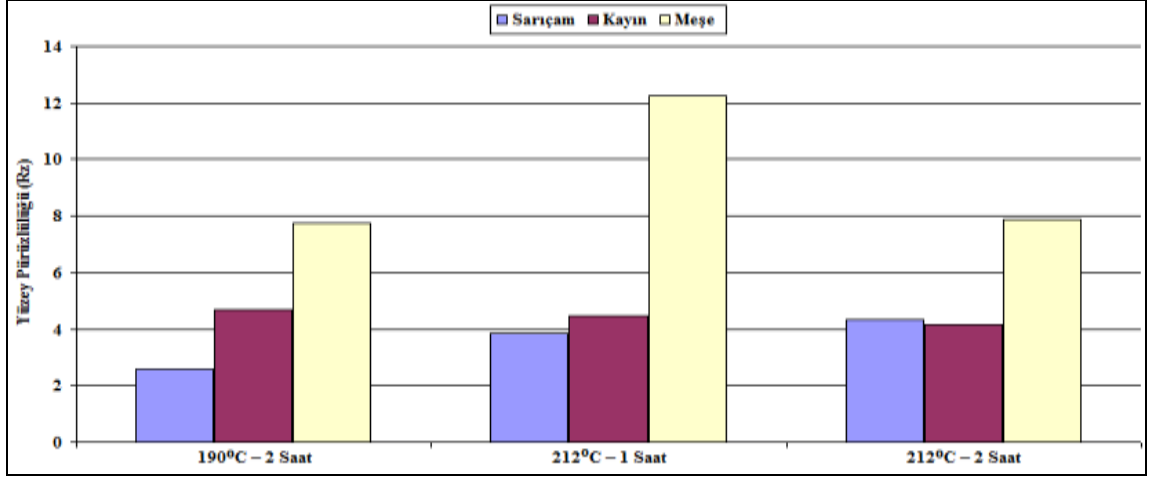
Çizelge 3.87'ye göre ağaç türü düzeyinde yüzey pürüzlülüğü (R_z) değeri en yüksek meşede, en düşük sarıçamda tespit edilmiştir. Isıl işlem düzeyinde, yüzey pürüzlülüğü (R_z) değeri en yüksek 212°C'de 1 saat ısıl işlem görmüş örneklerde, en düşük 190°C'de 2 saat ısıl işlem görmüş örneklerde elde edilmiştir. Vernik çeşidi faktörü düzeyinde yüzey pürüzlülüğü (R_z) değeri en yüksek tek bileşenli vernikte, en düşük çift bileşenli vernikte elde edilmiştir. Yüzey pürüzlülüğü (R_z) değeri en yüksek 144 ve 288 saatlik UV yaşlandırmaya maruz kalmış örneklerinde, en düşük kontrol örneklerinde tespit edilmiştir.

Ağaç türü - ısıl işlem etkileşimi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.88'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.71'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.88. Ağaç türü - ısıl işlem ikili etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_z) ölçümlerinin Duncan testi sonuçları (μm).

Faktör AB	190°C – 2 Saat		212°C – 1 Saat		212°C – 2 Saat	
	\bar{x}	HG	\bar{x}	HG	\bar{x}	HG
Sarıçam	2,58	G	3,83	F	4,33	DE
Kayın	4,70	C	4,46	CD	4,14	E
Meşe	7,75	B	12,23	A*	7,87	B
LSD \pm 0,2607						

\bar{x} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek yüzey pürüzlülüğü (R_z) değerini ifade etmektedir.
A: Ağaç türü, B: Isıl işlem



Şekil 3.71. Ağaç türü - ısıtma işlem etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_z) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.88'e göre ağaç türü - ısıtma işlem etkileşimi düzeyinde, yüzey pürüzlülüğü (R_z) değeri en yüksek 212°C'de 1 saat ısıtma işlem görmüş meşede, en düşük 190°C'de 2 saat ısıtma işlem görmüş sarıçamda elde edilmiştir.

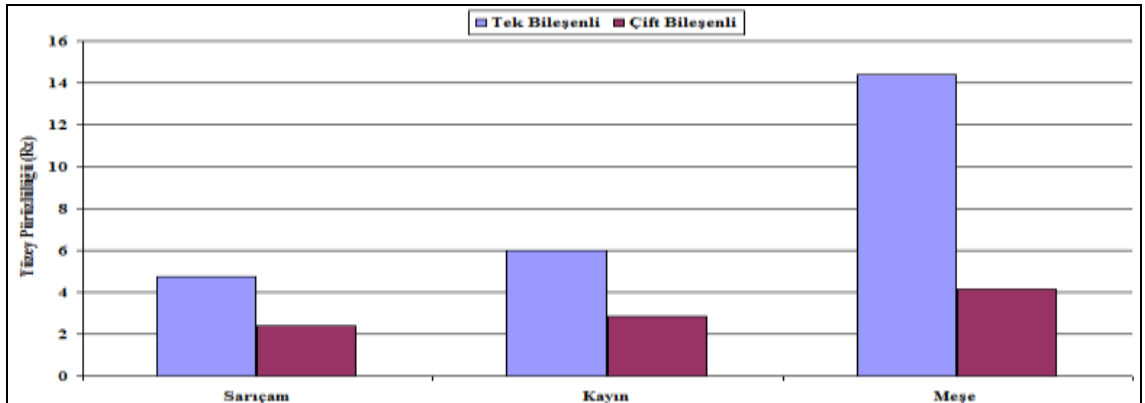
Ağaç türü - vernik çeşidi etkileşimi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.89'da verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.72'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.89. Ağaç türü - vernik çeşidi ikili etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_z) ölçümlerinin Duncan testi sonuçları (μm).

Faktör AC	Tek Bileşenli		Çift Bileşenli	
	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Sarıçam	4,75	C	2,42	F
Kayın	6,02	B	2,85	E
Meşe	14,40	A*	4,16	D
LSD \pm 0,2129				

\bar{X} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik grubu, *: En yüksek yüzey pürüzlülüğü (R_z) değerini ifade etmektedir.

A: Ağaç türü, C: Vernik çeşidi



Şekil 3.72. Ağaç türü - vernik çeşidi etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_z) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

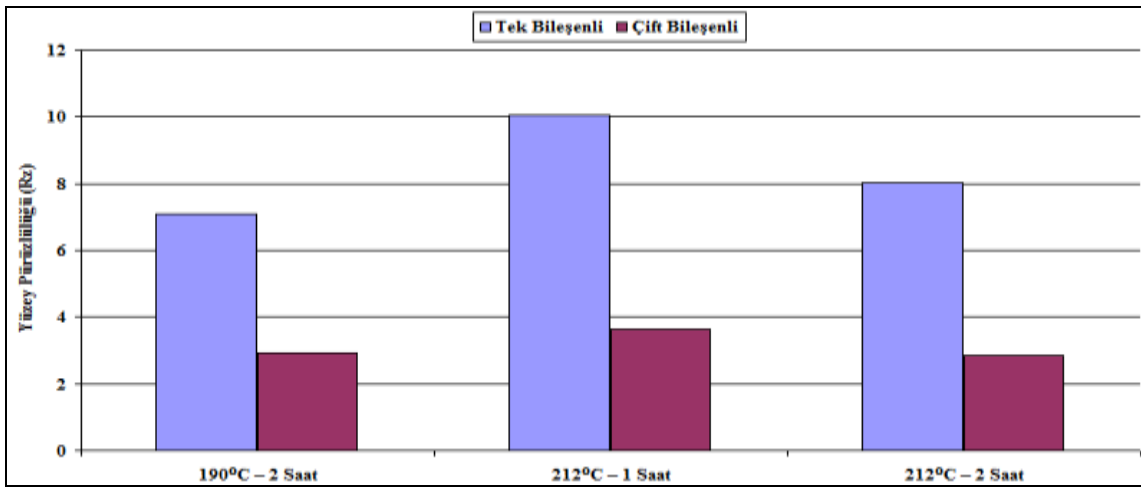
Çizelge 3.89'a göre ağaç türü - vernik çeşidi etkileşimi düzeyinde, yüzey pürüzlülüğü (R_z) değeri en yüksek tek bileşenli vernik ile verniklenmiş meşede, en düşük çift bileşenli vernik ile verniklenmiş sarıçamda tespit edilmiştir (μm).

Isıl işlem – vernik çeşidi etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.90'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.73'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.90. Isıl işlem - vernik çeşidi ikili etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_z) ölçümlerinin Duncan testi sonuçları (μm).

Faktör BC	Tek Bileşenli		Çift Bileşenli	
	\bar{x}	HG	\bar{x}	HG
190°C – 2 Saat	7,08	C	2,94	E
212°C – 1 Saat	10,05	A*	3,62	D
212°C – 2 Saat	8,04	B	2,86	E
LSD \pm 0,2129				

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek yüzey pürüzlülüğü (R_z) değerini ifade etmektedir.
B: Isıl işlem, C: Vernik çeşidi



Şekil 3.73. Isıl işlem – vernik çeşidi etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_z) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

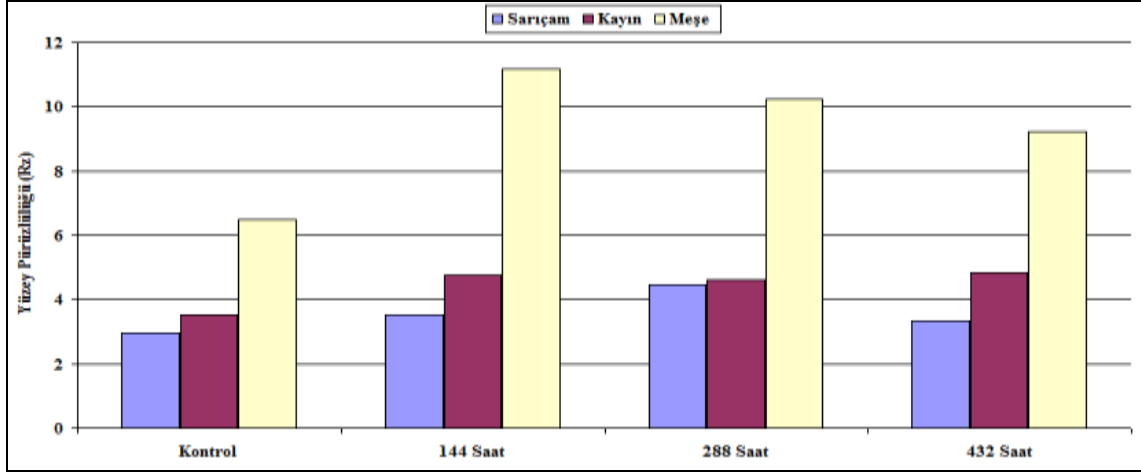
Çizelge 3.90'a göre ısıl işlem - vernik çeşidi etkileşimi düzeyinde yüzey pürüzlülüğü (R_z) değeri en yüksek 212°C'de 1 saat süre ile ısıl işlem görmüş ve tek bileşenli vernik ile verniklenmiş örneklerde, en düşük 190°C'de 2 saat ve 212°C'de 2 saat süre ile ısıl işlem görmüş ve çift bileşenli vernik ile verniklenmiş örneklerde elde edilmiştir.

Ağaç türü – yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.91'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.74'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.91. Ağaç türü - yaşlandırma periyodu ikili etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_z) ölçümlerinin Duncan testi sonuçları (μm).

Faktör AD	Yaşlandırma Periyodu							
	Kontrol		144 Saat		288 Saat		432 Saat	
	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Sarıçam	2,97	H	3,53	G	4,48	F	3,35	G
Kayın	3,53	G	4,75	EF	4,62	EF	4,83	E
Meşe	6,49	D	11,18	A*	10,23	B	9,23	C
LSD \pm 0,3010								

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek yüzey pürüzlülüğü (R_z) değerini ifade etmektedir.
A: Ağaç türü, D: Yaşlandırma periyodu



Şekil 3.74. Ağaç türü – yaşlandırma periyodu etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_z) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

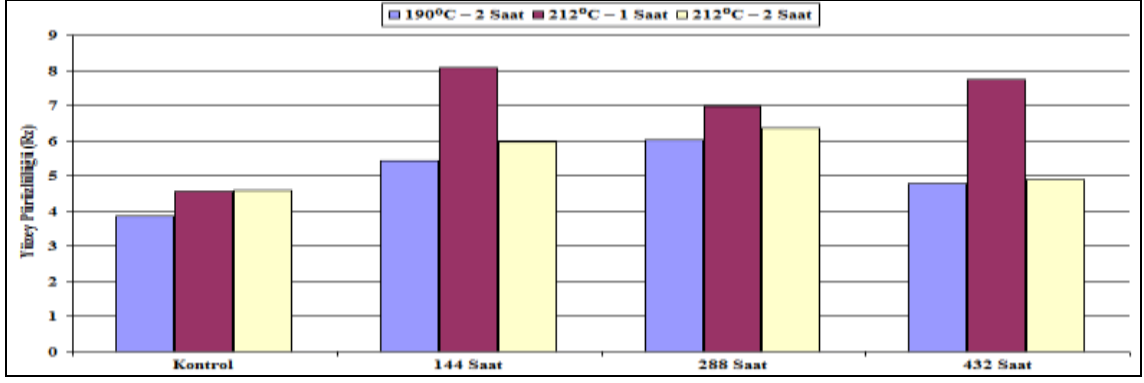
Çizelge 3.91'e göre ağaç türü - yaşlandırma periyoduna etkileşim düzeyinde, yüzey pürüzlülüğü (R_z) değeri en yüksek 144 saat UV yaşlandırma yapılan meşe örneklerinde, en düşük yüzey pürüzlülüğü (R_z) değeri sarıçam kontrol örneklerinde tespit edilmiştir.

Isıl işlem – yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.92'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.75'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.92. Isıl işlem - yaşlandırma periyodu ikili etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_z) ölçümlerinin Duncan testi sonuçları (μm).

Faktör BD	Yaşlandırma Periyodu							
	Kontrol		144 Saat		288 Saat		432 Saat	
	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
190°C – 2 Saat	3,85	I	5,43	F	6,01	E	4,77	GH
212°C – 1 Saat	4,56	H	8,08	A*	6,97	C	7,74	B
212°C – 2 Saat	4,59	GH	5,95	E	6,35	D	4,89	G
LSD \pm 0,3010								

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek yüzey pürüzlülüğü (R_z) değerini ifade etmektedir.
B: Isıl işlem, D: Yaşlandırma periyodu



Şekil 3.75. Isıl işlem – yaşlandırma periyodu etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_z) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

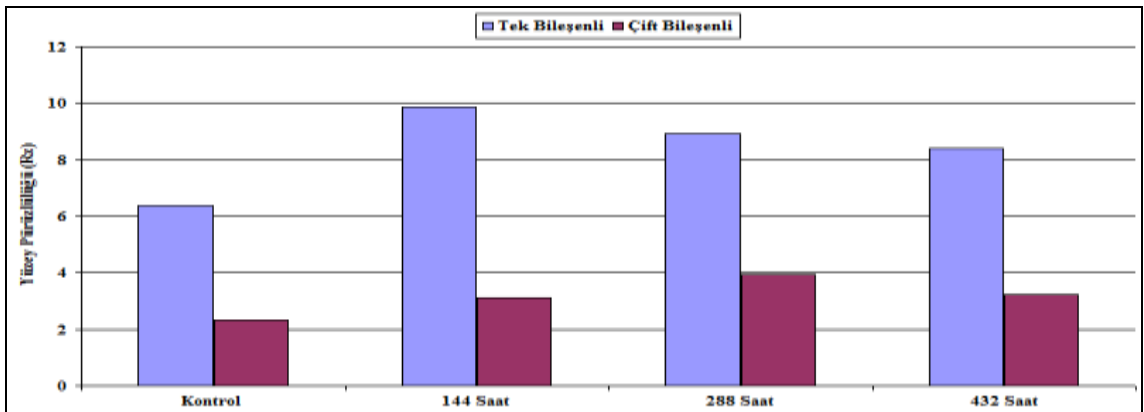
Çizelge 3.92'e göre ısıl işlem - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde, yüzey pürüzlülüğü (R_z) değeri en yüksek, 212°C'de 1 saat süre ile ısıl işlem görmüş ve 144 saat UV yaşlandırma yapılan örneklerde, en düşük 190°C'de 2 saat süre ile ısıl işlem görmüş ve kontrol örneklerinde tespit edilmiştir.

Vernik çeşidi – yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.93'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.76'da gösterilmiştir.

Çizelge 3.93. Vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu ikili etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_z) ölçümlerinin Duncan testi sonuçları (µm).

Faktör CD	Yaşlandırma Periyodu							
	Kontrol		144 Saat		288 Saat		432 Saat	
	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Tek Bileşenli	6,36	D	9,87	A*	8,94	B	8,39	C
Çift Bileşenli	2,31	G	3,10	F	3,95	E	3,21	F
LSD ± 0,2458								

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek yüzey pürüzlülüğü (R_z) değerini ifade etmektedir.
C: Vernik çeşidi, D: Yaşlandırma periyodu



Şekil 3.76. Vernik çeşidi – yaşlandırma periyodu etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_z) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.93'e göre vernik çeşidi – yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde, yüzey pürüzlülüğü (R_z) değeri en yüksek 144 saatlik UV yaşlandırma yapılan ve tek bileşenli vernik ile verniklenmiş örneklerde, en düşük çift bileşenli vernik ile verniklenmiş kontrol örneklerinde elde edilmiştir.

Ağaç türü - ısıtma işlem - vernik çeşidi etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi üçlü karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.94'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.77'de gösterilmiştir.

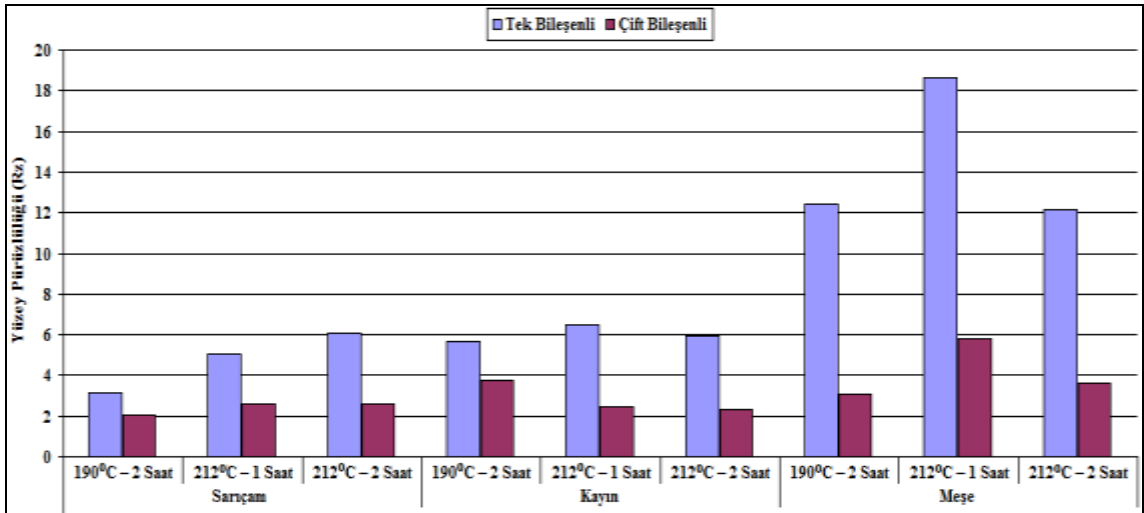
Çizelge 3.94. Ağaç türü - ısıtma işlem - vernik çeşidi üçlü etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_z) ölçümlerinin Duncan testi sonuçları (μm).

Faktör ABC**		Tek Bileşenli		Çift Bileşenli	
		\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Sarıçam	190°C – 2 Saat	3,15	H	2,02	J
	212°C – 1 Saat	5,04	F	2,62	I
	212°C – 2 Saat	6,05	D	2,61	I
Kayın	190°C – 2 Saat	5,65	E	3,75	G
	212°C – 1 Saat	6,48	C	2,43	I
	212°C – 2 Saat	5,92	DE	2,35	IJ
Meşe	190°C – 2 Saat	12,45	B	3,06	H
	212°C – 1 Saat	18,63	A*	5,82	DE
	212°C – 2 Saat	12,13	B	3,61	G

LSD \pm 0,3687

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek yüzey pürüzlülüğü (R_z) değerini ifade etmektedir.

** : A: Isıtma işlem B: Isıtma işlem, C: Vernik çeşidi



Şekil 3.77. Ağaç türü - ısıtma işlem - vernik çeşidi etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_z) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.94'e göre ağaç türü - ısıtma işlem - vernik çeşidi etkileşimi düzeyinde, yüzey pürüzlülüğü (R_z) değeri en yüksek 212°C'de 1 saat ısıtma işlem görmüş ve tek bileşenli vernik ile verniklenmiş meşede, en düşük 190°C'de 2 saat ısıtma işlem görmüş ve çift bileşenli vernik ile verniklenmiş sarıçamda tespit edilmiştir.

Ağaç türü - ısıt işlem - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi üçlü karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.95’de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.78’de gösterilmiştir.

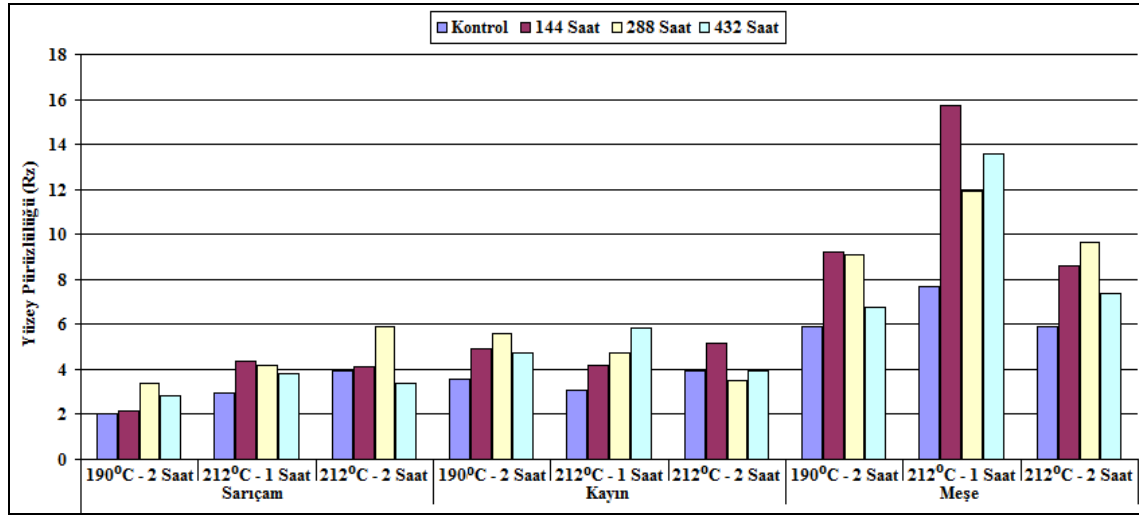
Çizelge 3.95. Ağaç türü - ısıt işlem - yaşlandırma periyodu üçlü etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_z) ölçümlerinin Duncan testi sonuçları (μm).

Faktör ABD**		Yaşlandırma Periyodu							
		Kontrol		144 Saat		288 Saat		432 Saat	
		\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Sarıçam	190°C - 2 Saat	2,03	V	2,13	V	3,35	RSTU	2,83	U
	212°C - 1 Saat	2,93	TU	4,37	LMN	4,20	MNO	3,81	OPQR
	212°C - 2 Saat	3,96	NOPQ	4,09	NOP	5,89	I	3,39	RST
Kayın	190°C - 2 Saat	3,59	PQRS	4,91	K	5,58	IJ	4,72	KLM
	212°C - 1 Saat	3,08	STU	4,17	NO	4,76	KL	5,81	I
	212°C - 2 Saat	3,93	NOPQ	5,17	JK	3,50	QRS	3,94	NOPO
Meşe	190°C - 2 Saat	5,92	I	9,24	DE	9,09	EF	6,76	H
	212°C - 1 Saat	7,65	G	15,71	A*	11,94	C	13,59	B
	212°C - 2 Saat	5,88	I	8,60	F	9,67	D	7,35	G

LSD \pm 0,5214

\bar{X} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik grubu, *: En yüksek yüzey pürüzlülüğü (R_z) değerini ifade etmektedir.

** : A: Ağaç türü, B: Isıt işlem, D: Yaşlandırma periyodu



Şekil 3.78. Ağaç türü - ısıt işlem - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_z) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

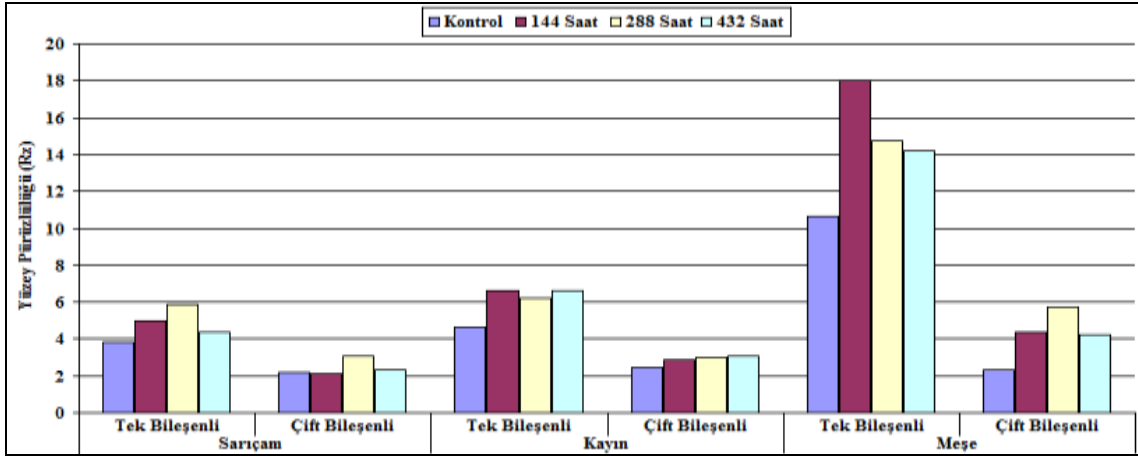
Çizelge 3.95’e göre ağaç türü - ısıt işlem - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde, yüzey pürüzlülüğü (R_z) değeri en yüksek, 212°C’de 1 saat süre ile ısıt işlem görmüş ve 144 saatlik UV yaşlandırma yapılan meşede örneklerde, en düşük 190°C’de 2 saat süre ile ısıt işlem görmüş sarıçamın kontrol ve 144 saatlik UV yaşlandırma yapılan örneklerinde elde edilmiştir.

Ağaç türü – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi üçlü karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.96’da verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.79’da gösterilmiştir.

Çizelge 3.96. Ağaç türü - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu üçlü etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_z) ölçümlerinin Duncan testi sonuçları (μm).

Faktör ACD**		Yaşlandırma Periyodu							
		Kontrol		144 Saat		288 Saat		432 Saat	
		\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Sarıçam	Tek Bileşenli	3,79	J	4,96	H	5,89	FG	4,35	I
	Çift Bileşenli	2,16	M	2,10	M	3,08	K	2,34	M
Kayın	Tek Bileşenli	4,62	HI	6,64	E	6,22	EF	6,60	E
	Çift Bileşenli	2,45	LM	2,87	KL	3,01	K	3,06	K
Meşe	Tek Bileşenli	10,66	D	18,03	A*	14,71	B	14,22	C
	Çift Bileşenli	2,32	M	4,34	I	5,76	G	4,24	I
LSD \pm 0,4257									

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek yüzey pürüzlülüğü (R_z) değerini ifade etmektedir.
 : **A: Ağaç türü, **C**: Vernik çeşidi, **D**: Yaşlandırma periyodu



Şekil 3.79. Ağaç türü – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_z) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.96'ya göre ağaç türü – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yüzey pürüzlülüğü (R_z) değeri en yüksek tek bileşenli vernik ile verniklenmiş meşenin 144 saatlik UV yaşlandırma yapılan örneklerinde, en düşük çift bileşenli vernik ile verniklenmiş sarıçamın; 144 saatlik UV yaşlandırma yapılan örneklerinde ve kontrol örneklerinde ayrıca 432 saatlik UV yaşlandırma örneklerinde ve çift bileşenli vernik ile verniklenmiş meşenin kontrol örneklerinde tespit edilmiştir.

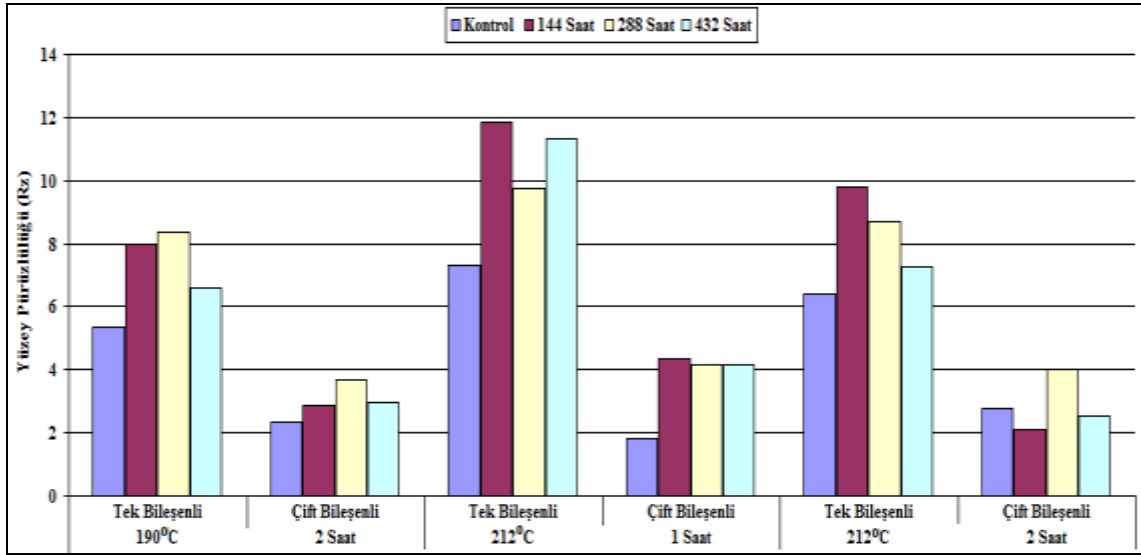
Isıl işlem – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi üçlü karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.97'da verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.80'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.97. Isıl işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu üçlü etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_z) ölçümlerinin Duncan testi sonuçları (μm).

Faktör BCD**		Yaşlandırma Periyodu							
		Kontrol		144 Saat		288 Saat		432 Saat	
		\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
190°C 2 Saat	Tek Bileşenli	5,37	H	8,00	E	8,36	DE	6,60	G
	Çift Bileşenli	2,32	L	2,85	K	3,66	J	2,94	K
212°C 1 Saat	Tek Bileşenli	7,29	F	11,84	A*	9,76	C	11,32	B
	Çift Bileşenli	1,82	M	4,33	I	4,18	I	4,16	I
212°C 2 Saat	Tek Bileşenli	6,41	G	9,79	C	8,70	D	7,25	F
	Çift Bileşenli	2,78	K	2,12	LM	4,01	IJ	2,53	KL
LSD \pm 0,4257									

\bar{X} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik grubu, *: En yüksek yüzey pürüzlülüğü (R_z) değerini ifade etmektedir.

**B: Isıl işlem, C: Vernik çeşidi, D: Yaşlandırma periyodu



Şekil 3.80. Isıl işlem – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_z) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.97'ye göre ısıl işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde, yüzey pürüzlülüğü (R_z) değeri en yüksek 212°C'de 1 saat süre ile ısıl işlem görmüş ve tek bileşenli vernik ile verniklenmiş ve 144 saatlik UV yaşlandırma yapılan örneklerde, en düşük 212°C'de 1 saat süre ile ısıl işlem görmüş ve çift bileşenli vernik ile verniklenmiş kontrol örneklerinde elde edilmiştir.

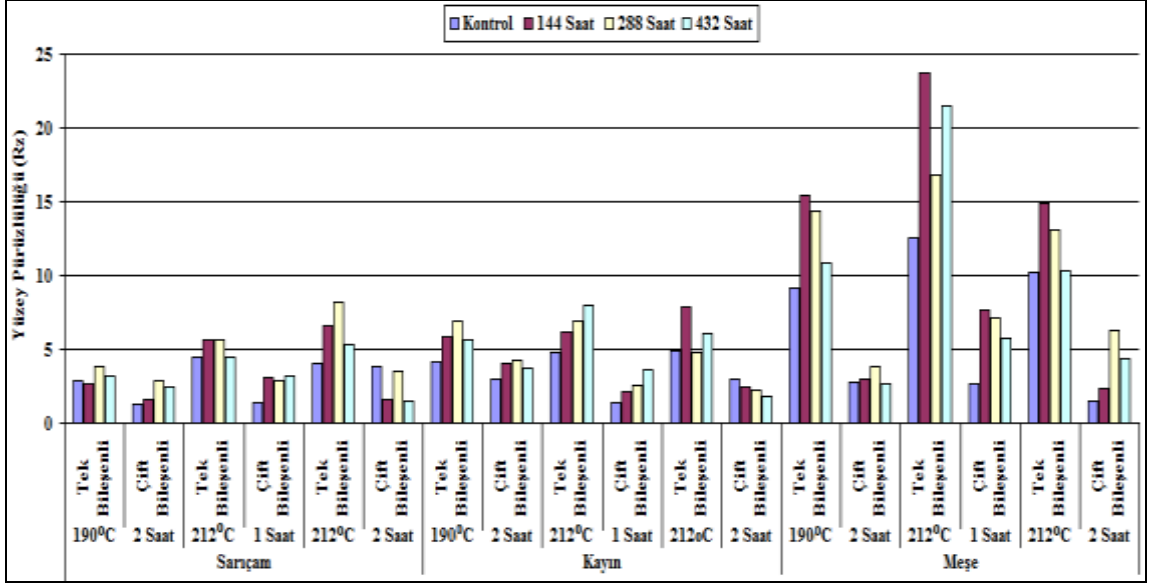
Tekli, ikili ve üçlü karşılaştırmaların sonuçlarını topluca görmek amacıyla, ağaç türü – ısıl işlem – vernik çeşidi - yaşlandırma periyoduna etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.98'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.81'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.98. Ağaç türü - ısıt işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu dörtlü etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_z) ölçümlerinin Duncan testi sonuçları (μm).

Ağaç Türü	Isıt İşlem	Vernik Çeşidi	Yaş. Per.	\bar{x}	HG	Ağaç Türü	Isıt İşlem	Vernik Çeşidi	Yaş. Per.	\bar{x}	HG
Meşe	212°C 1 saat	Tek bileşenli	144 saat	23,71	A	Kayın	190°C 2 saat	Tek bileşenli	Kontrol	4,16	RSTU
Meşe	212°C 1 saat	Tek bileşenli	432 saat	21,46	B	Sarıçam	212°C 2 saat	Tek bileşenli	Kontrol	4,09	STU
Meşe	212°C 1 saat	Tek bileşenli	288 saat	16,76	C	Kayın	190°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	4,00	TU
Meşe	190°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	15,47	D	Meşe	190°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	3,88	TUV
Meşe	212°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	14,90	DE	Sarıçam	212°C 2 saat	Çift bileşenli	Kontrol	3,84	TUVW
Meşe	190°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	14,31	E	Sarıçam	190°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	3,83	TUVW
Meşe	212°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	13,06	F	Kayın	190°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	3,76	TUVW
Meşe	212°C 1 saat	Tek bileşenli	Kontrol	12,60	F	Kayın	212°C 1 saat	Çift bileşenli	432 saat	3,63	UVWX
Meşe	190°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	10,90	G	Sarıçam	212°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	3,55	UVWXY
Meşe	212°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	10,31	G	Sarıçam	190°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	3,23	VWXYZ
Meşe	212°C 2 saat	Tek bileşenli	Kontrol	10,26	G	Sarıçam	212°C 1 saat	Çift bileşenli	432 saat	3,14	WXYZ[
Meşe	190°C 2 saat	Tek bileşenli	Kontrol	9,12	H	Sarıçam	212°C 1 saat	Çift bileşenli	144 saat	3,11	WXYZ[
Sarıçam	212°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	8,23	I	Kayın	190°C 2 saat	Çift bileşenli	Kontrol	3,02	XYZ[\
Kayın	212°C 1 saat	Tek bileşenli	432 saat	8,00	I	Meşe	190°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	3,00	XYZ[\
Kayın	212°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	7,91	I	Kayın	212°C 2 saat	Çift bileşenli	Kontrol	2,99	XYZ[\
Meşe	212°C 1 saat	Çift bileşenli	144 saat	7,71	IJ	Sarıçam	190°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	2,86	YZ[[]
Meşe	212°C 1 saat	Çift bileşenli	288 saat	7,13	JK	Sarıçam	190°C 2 saat	Tek bileşenli	Kontrol	2,83	YZ[[]
Kayın	190°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	6,93	KL	Sarıçam	212°C 1 saat	Çift bileşenli	288 saat	2,82	YZ[[]
Kayın	212°C 1 saat	Tek bileşenli	288 saat	6,92	KL	Meşe	190°C 2 saat	Çift bileşenli	Kontrol	2,73	Z[[]
Sarıçam	212°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	6,55	KLM	Sarıçam	190°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	2,71	Z[[]
Meşe	212°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	6,27	LMN	Meşe	212°C 1 saat	Çift bileşenli	Kontrol	2,71	Z[[]
Kayın	212°C 1 saat	Tek bileşenli	144 saat	6,18	MN	Meşe	190°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	2,62	Z[[]
Kayın	212°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	6,11	MN	Kayın	212°C 1 saat	Çift bileşenli	288 saat	2,60	Z[[]
Kayın	190°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	5,83	MNO	Sarıçam	190°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	2,44	[]^a
Meşe	212°C 1 saat	Çift bileşenli	432 saat	5,72	NO	Kayın	212°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	2,44	[]^a
Kayın	190°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	5,68	NO	Meşe	212°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	2,29]^_
Sarıçam	212°C 1 saat	Tek bileşenli	144 saat	5,62	NO	Kayın	212°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	2,20]^_`
Sarıçam	212°C 1 saat	Tek bileşenli	288 saat	5,59	NOP	Kayın	212°C 1 saat	Çift bileşenli	144 saat	2,16]^_`a
Sarıçam	212°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	5,34	OPQ	Kayın	212°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	1,78	^_`ab
Kayın	212°C 2 saat	Tek bileşenli	kontrol	4,88	PQR	Sarıçam	212°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	1,62	_`ab
Kayın	212°C 1 saat	Tek bileşenli	kontrol	4,82	QRS	Sarıçam	190°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	1,56	_`ab
Kayın	212°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	4,80	QRS	Meşe	212°C 2 saat	Çift bileşenli	Kontrol	1,51	`ab
Sarıçam	212°C 1 saat	Tek bileşenli	432 saat	4,49	RST	Sarıçam	212°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	1,44	ab
Sarıçam	212°C 1 saat	Tek bileşenli	kontrol	4,47	RST	Sarıçam	212°C 1 saat	Çift bileşenli	Kontrol	1,40	b
Meşe	212°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	4,39	RST	Kayın	212°C 1 saat	Çift bileşenli	Kontrol	1,34	b
Kayın	190°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	4,24	RSTU	Sarıçam	190°C 2 saat	Çift bileşenli	Kontrol	1,23	b

LSD \pm 0,7373

\bar{X} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik grubu



Şekil 3.81. Ağaç türü - ısıtım işlem – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_z) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.98'e göre ağaç türü - ısıtım işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde, yüzey pürüzlülüğü (R_z) değeri en yüksek, 212°C'de 1 saat süre ile ısıtım işlem görmüş ve tek bileşenli vernik ile verniklenmiş meşenin 144 saatlik UV yaşlandırma yapılan örneklerinde, en düşük 190°C'de 2 saat ve 212°C'de 1 saat süre ile ısıtım işlem görmüş ve çift bileşenli vernik ile verniklenmiş sarıçamın kontrol ve 212°C'de 1 saat süre ile ısıtım işlem görmüş ve çift bileşenli vernik ile verniklenmiş kayın kontrol örneklerinde elde edilmiştir.

3.4.3. Yüzey Pürüzlülüğü (R_{max})

Farklı sıcaklık ve sürelerde ısıtım işlem görmüş farklı ağaç malzemelerin, su bazlı tek ve çift bileşenli vernikler ile verniklendikten sonra yaşlandırma uygulamasına maruz bırakılan deney örneklerinde elde edilen ortalama yüzey pürüzlülüğü (R_{max}) değerleri Çizelge 3.99'da verilmiştir.

Çizelge 3.99. Yüzey pürüzlülüğü (R_{max}) ölçümlerinin aritmetik ortalama değerleri (μm).

Faktör ABCD*			Yaşlandırma Periyodu				
			Kontrol**	144 Saat	288 Saat	432 Saat	
Sarıçam	190°C 2 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	4,62	4,33	5,20	4,19
			X min	3,52	3,19	3,78	3,36
			X max	5,77	5,19	7,65	4,95
			S	0,68	0,64	1,15	0,55
		Çift Bileşenli	\bar{X}	1,83	2,38	5,48	4,28
			X min	1,31	2,00	4,19	3,53
	X max		2,92	2,72	6,28	4,91	
	S		0,49	0,25	0,83	0,46	
	212°C 1 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	6,14	7,51	7,48	6,56
			X min	5,14	6,23	5,21	5,22
			X max	6,94	9,18	10,00	9,94
			S	0,53	1,02	1,61	1,40
Çift Bileşenli		\bar{X}	2,13	4,32	4,40	5,25	
		X min	1,58	3,31	3,52	3,97	
	X max	2,81	4,83	5,71	8,22		
	S	0,43	0,49	0,71	1,34		
212°C 2 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	6,14	9,11	11,67	7,86	
		X min	5,32	8,06	9,99	6,39	
		X max	6,68	10,57	12,75	9,61	
		S	0,40	0,84	0,93	1,14	
	Çift Bileşenli	\bar{X}	6,39	3,00	6,10	2,47	
		X min	5,33	2,24	4,43	2,01	
X max		8,60	3,96	8,00	2,92		
S		1,02	0,58	1,26	0,32		
Kayın	190°C 2 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	5,91	7,99	9,53	7,92
			X min	4,92	6,38	7,81	6,18
			X max	7,85	9,48	11,53	9,82
			S	1,12	1,12	1,20	1,33
		Çift Bileşenli	\bar{X}	4,16	5,67	6,99	4,93
			X min	2,49	3,56	5,86	3,37
	X max		5,28	8,43	8,47	8,30	
	S		0,99	1,46	0,97	1,60	
	212°C 1 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	7,90	8,06	9,06	12,01
			X min	5,33	7,15	7,35	9,18
			X max	10,70	9,42	10,69	14,68
			S	1,76	0,80	1,10	2,09
Çift Bileşenli		\bar{X}	1,86	3,65	4,53	6,20	
		X min	1,20	2,32	3,33	4,77	
	X max	2,61	5,82	5,64	9,43		
	S	0,49	1,24	0,60	1,40		
212°C 2 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	6,69	9,70	6,57	8,48	
		X min	4,78	7,32	4,31	6,14	
		X max	8,46	11,81	9,26	12,76	
		S	1,53	1,35	1,62	2,13	
	Çift Bileşenli	\bar{X}	4,78	4,58	3,36	3,54	
		X min	3,39	3,44	2,23	2,34	
X max		7,42	5,51	4,88	4,51		
S		1,26	0,74	0,89	0,64		
Meşe	190°C 2 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	12,41	26,75	22,40	20,18
			X min	10,03	24,60	20,07	17,20
			X max	15,33	29,41	25,64	23,90
			S	1,37	1,52	1,71	2,21
		Çift Bileşenli	\bar{X}	4,19	4,76	6,25	3,39
			X min	3,04	3,62	5,51	2,53
	X max		5,03	6,15	6,96	4,92	
	S		0,59	0,72	0,54	0,75	
	212°C 1 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	37,79	48,14	26,60	38,31
			X min	33,38	41,64	22,64	35,18
			X max	43,28	56,13	31,87	40,93
			S	2,84	4,71	2,69	1,59
Çift Bileşenli		\bar{X}	5,14	11,72	10,14	10,93	
		X min	4,28	10,23	9,47	9,04	
	X max	6,55	13,21	10,89	12,94		
	S	0,86	0,99	0,58	1,43		
212°C 2 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	10,93	18,87	21,43	17,94	
		X min	9,72	18,12	20,00	16,56	
		X max	12,40	20,99	23,22	19,55	
		S	0,59	0,88	1,38	0,96	
	Çift Bileşenli	\bar{X}	2,05	4,05	11,38	9,31	
		X min	1,28	3,23	10,03	8,30	
X max		2,95	5,38	13,78	10,80		
S		0,50	0,71	1,43	0,82		

*: A: Ağaç türü, B: Isıl işlem, C: Vernik çeşidi, D: Yaşlandırma periyodu

** : Kontrol örneklerine herhangi bir yaşlandırma işlemi uygulanmamıştır.

Yüzey pürüzlülüğü (R_{max}) değerleri, ağaç türü, ısıtma işlemi, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyoduna göre farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla Çoklu Varyans analizi (ANOVA) yapılmış ve sonuçları Çizelge 3.100'de verilmiştir.

Çizelge 3.100. Ağaç türü, ısıtma işlemi, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyodunun yüzey pürüzlülüğü (R_{max}) ölçümlerine ilişkin varyans analizi sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	P, $\alpha=0,05$
Ağaç Türü (A)	2	17867,533	8933,766	5168,4551	0,0000*
Isıtma işlemi (B)	2	2341,601	1170,801	677,3437	0,0000
Etkileşim (AB)	4	4136,502	1034,125	598,2730	0,0000
Vernik Çeşidi (C)	1	12991,828	12991,828	7516,1671	0,0000
Etkileşim (AC)	2	9885,774	4942,887	2859,6102	0,0000
Etkileşim (BC)	2	1182,314	591,157	342,0023	0,0000
Etkileşim (ABC)	4	1657,320	414,330	239,7024	0,0000
Yaşlandırma Periyodu (D)	3	661,943	220,648	127,6515	0,0000
Etkileşim (AD)	6	522,510	87,085	50,3813	0,0000
Etkileşim (BD)	6	698,824	116,471	67,3819	0,0000
Etkileşim (ABD)	12	1191,351	99,279	57,4361	0,0000
Etkileşim (CD)	3	354,037	118,012	68,2737	0,0000
Etkileşim (ACD)	6	502,873	83,812	48,4879	0,0000
Etkileşim (BCD)	6	282,185	47,031	27,2087	0,0000
Etkileşim (ABCD)	12	988,566	82,380	47,6596	0,0000
Hata	648	1120,080	1,729		
Toplam	719	56385,241			

*: Anlamlı ($\alpha = 0,05$ 'e göre)

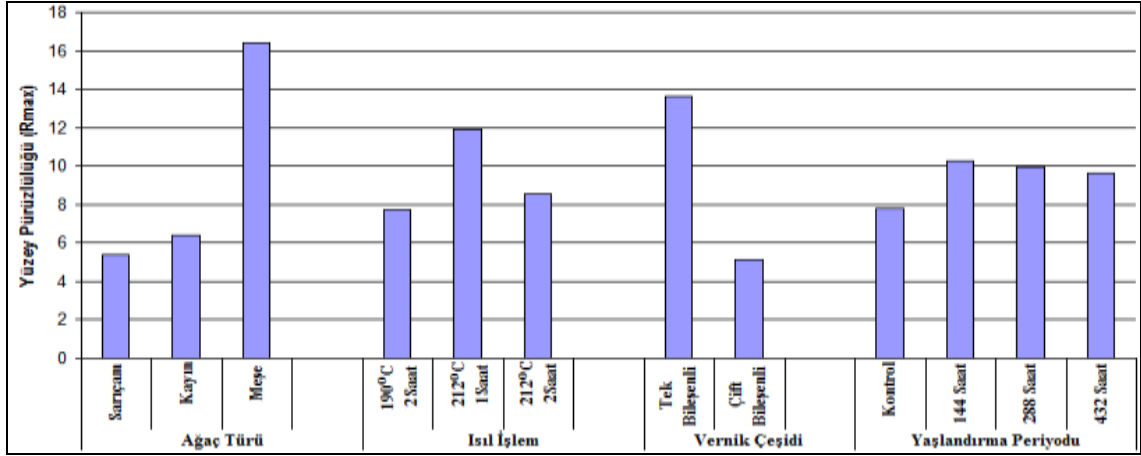
Varyans analiz sonucuna göre ağaç türü, ısıtma işlemi, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyodu faktörleri ve bu faktörlerin karşılıklı etkileşimleri anlamlı çıkmıştır ($\alpha=0,05$).

Daha sonra LSD kritik değeri kullanılarak ağaç türü, ısıtma işlemi, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyodu düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.101'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.82'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.101. Ağaç türü, ısıtma işlemi, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyodu değişkenlerinde yüzey pürüzlülüğü (R_{max}) ölçümlerine ait Duncan testi sonuçları (μm).

Faktör	\bar{X}	HG	
Ağaç Türü	Sarıçam	5,37	C
	Kayın	6,42	B
	Meşe	16,42	A*
Isıtma İşlemi	190°C – 2 Saat	7,74	C
	212°C – 1 Saat	11,91	A*
	212°C – 2 Saat	8,56	B
Vernik Çeşidi	Tek Bileşenli	13,65	A*
	Çift Bileşenli	5,16	B
Yaşlandırma Periyodu	Kontrol	7,78	C
	144 Saat	10,25	A*
	288 Saat	9,92	B
	432 Saat	9,65	B

\bar{X} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik grubu, *: En yüksek yüzey pürüzlülüğü (R_{max}) değerini ifade etmektedir.



Şekil 3.82. Ağaç türü, ısıl işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyoduna ait yüzeY pürüzlülüğü (R_{max}) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

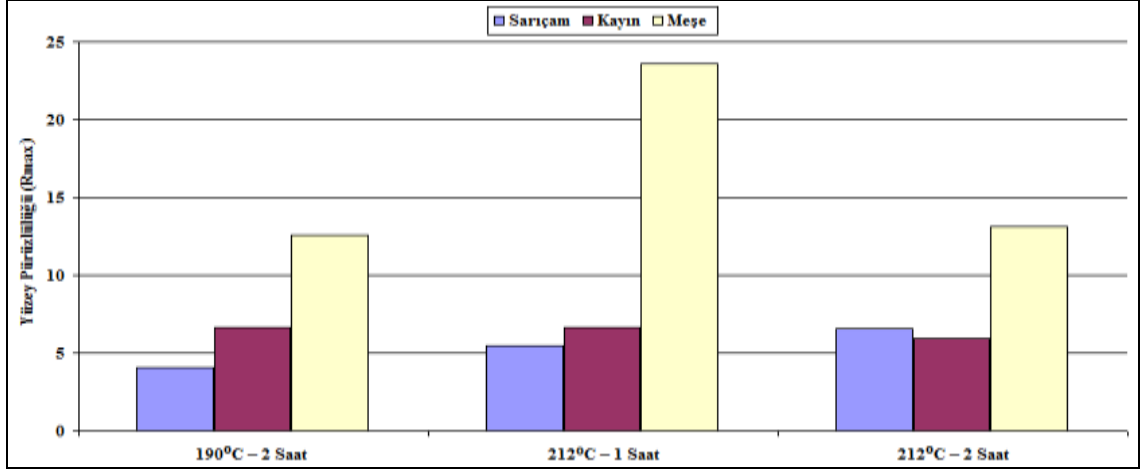
Çizelge 3.101'e göre ağaç türü düzeyinde yüzeY pürüzlülüğü (R_{max}) değeri en yüksek meşede, en düşük sarıçamda tespit edilmiştir. Isıl işlem düzeyinde, yüzeY pürüzlülüğü (R_{max}) değeri en yüksek 212°C'de 1 saat ısıl işlem görmüş örneklerde, en düşük 190°C'de 2 saat ısıl işlem görmüş örneklerinde elde edilmiştir. Vernik çeşidi faktörü düzeyinde yüzeY pürüzlülüğü (R_{max}) değeri en yüksek tek bileşenli vernikte, en düşük çift bileşenli vernikte elde edilmiştir. YüzeY pürüzlülüğü (R_{max}) değeri en yüksek 144 saatlik UV yaşlandırmaya maruz kalmış örneklerinde, en düşük kontrol örneklerinde tespit edilmiştir.

Ağaç türü - ısıl işlem etkileşimi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.102'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.83'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.102. Ağaç türü - ısıl işlem ikili etkileşimine ait yüzeY pürüzlülüğü (R_{max}) ölçümlerinin Duncan testi sonuçları (µm).

Faktör AB	190°C – 2 Saat		212°C – 1 Saat		212°C – 2 Saat	
	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Sarıçam	4,04	G	5,47	F	6,59	D
Kayın	6,64	D	6,66	D	5,96	E
Meşe	12,54	C	23,60	A*	13,13	B
LSD ± 0,4083						

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek yüzeY pürüzlülüğü (R_{max}) değerini ifade etmektedir.
A: Ağaç türü, B: Isıl işlem



Şekil 3.83. Ağaç türü - ısıl işlem etkileşimine ait yüzeY pürüzlülüğü (R_{max}) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.102'e göre ağaç türü - ısıl işlem etkileşimi düzeyinde, yüzeY pürüzlülüğü (R_{max}) değeri en yüksek 212°C'de 1 saat ısıl işlem görmüş meşede, en düşük 190°C'de 2 saat ısıl işlem görmüş sarıçamda elde edilmiştir.

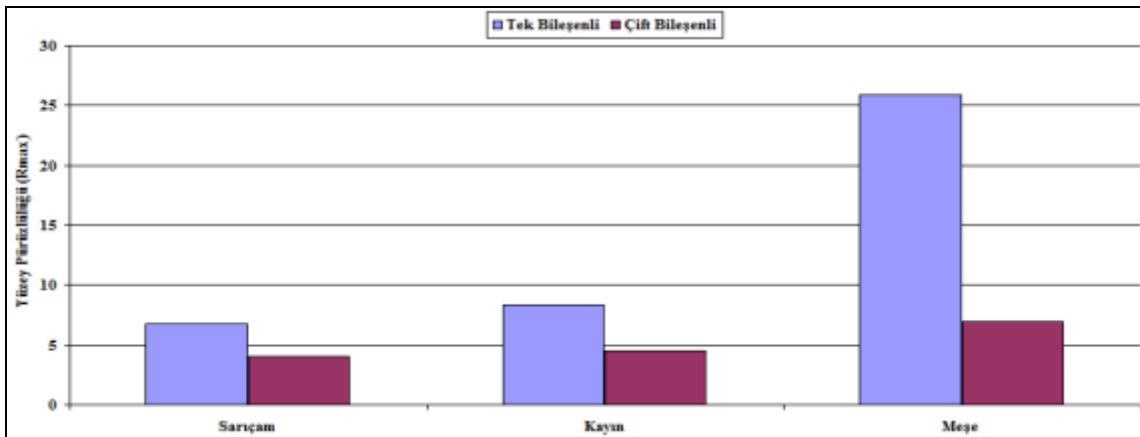
Ağaç türü - vernik çeşidi etkileşimi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.103'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.84'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.103. Ağaç türü - vernik çeşidi ikili etkileşimine ait yüzeY pürüzlülüğü (R_{max}) ölçümlerinin Duncan testi sonuçları (μm).

Faktör AC	Tek Bileşenli		Çift Bileşenli	
	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Sarıçam	6,73	C	4,00	E
Kayın	8,32	B	4,52	D
Meşe	25,90	A*	6,94	C

LSD \pm 0,3333

X : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik grubu, *: En yüksek yüzeY pürüzlülüğü (R_{max}) değerini ifade etmektedir.
A: Ağaç türü, C: Vernik çeşidi



Şekil 3.84. Ağaç türü - vernik çeşidi etkileşimine ait yüzeY pürüzlülüğü (R_{max}) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.103'e göre ağaç türü - vernik çeşidi etkileşimi düzeyinde, yüzey pürüzlülüğü (R_{max}) değeri en yüksek tek bileşenli vernik ile verniklenmiş meşede, en düşük çift bileşenli vernik ile verniklenmiş sarıçamda tespit edilmiştir.

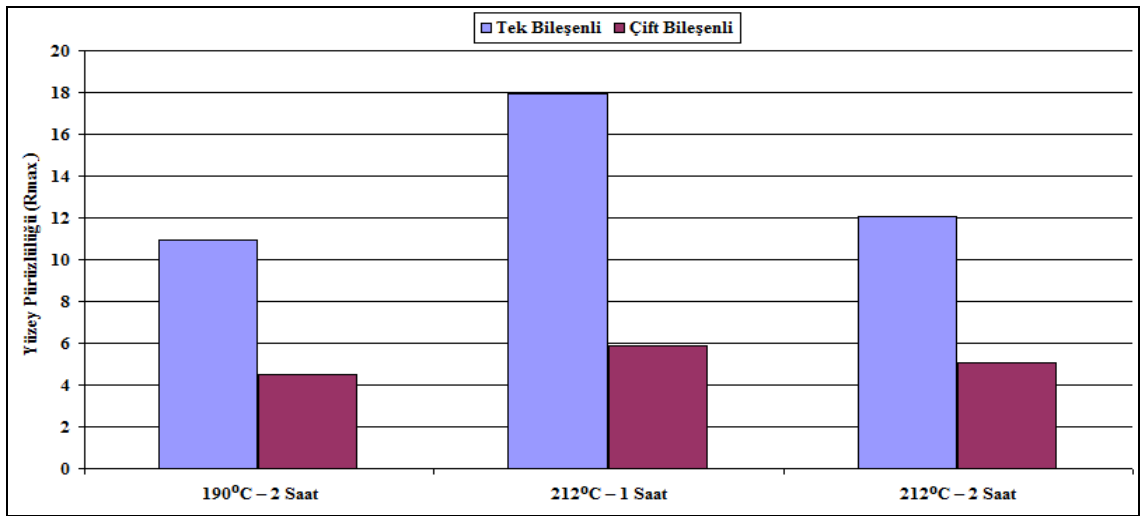
Isıl işlem – vernik çeşidi etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.104'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.85'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.104. Isıl işlem - vernik çeşidi ikili etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_{max}) ölçümlerinin Duncan testi sonuçları (μm).

Faktör BC	Tek Bileşenli		Çift Bileşenli	
	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
190°C – 2 Saat	10,95	C	4,53	F
212°C – 1 Saat	17,96	A*	5,86	D
212°C – 2 Saat	12,04	B	5,08	E

LSD \pm 0,3333

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek yüzey pürüzlülüğü (R_{max}) değerini ifade etmektedir.
B: Isıl işlem, C: Vernik çeşidi



Şekil 3.85. Isıl işlem – vernik çeşidi etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_{max}) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

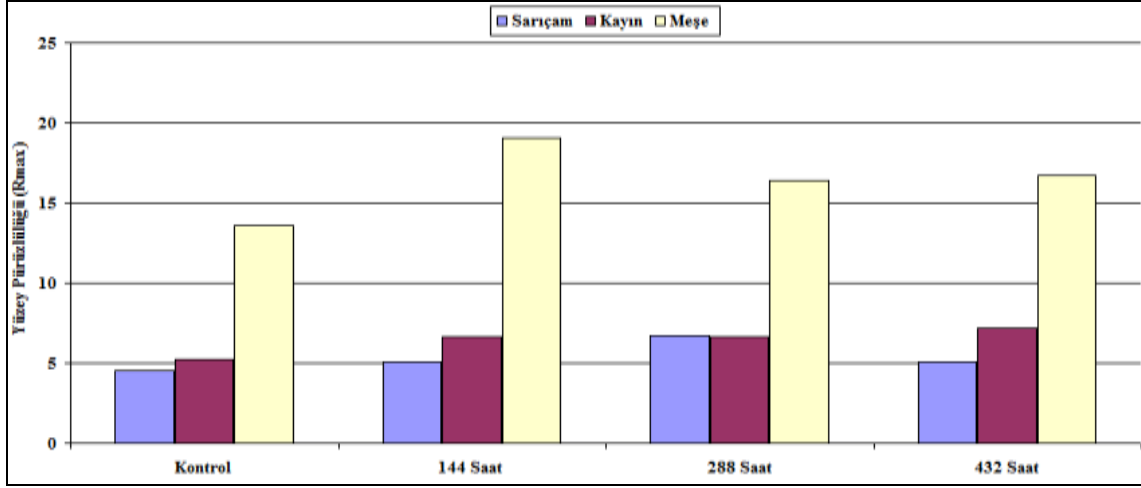
Çizelge 3.104'e göre ısıl işlem - vernik çeşidi etkileşimi düzeyinde yüzey pürüzlülüğü (R_{max}) değeri en yüksek 212°C'de 1 saat süre ile ısıl işlem görmüş ve tek bileşenli vernik ile verniklenmiş örneklerde, en düşük 190°C'de 2 saat süre ile ısıl işlem görmüş ve çift bileşenli vernik ile verniklenmiş örneklerde elde edilmiştir.

Ağaç türü – yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.105'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.86'da gösterilmiştir.

Çizelge 3.105. Ağaç türü - yaşlandırma periyodu ikili etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_{max}) ölçümlerinin Duncan testi sonuçları (μm).

Faktör AD	Yaşlandırma Periyodu							
	Kontrol		144 Saat		288 Saat		432 Saat	
	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Sarıçam	4,54	G	5,11	F	6,72	DE	5,10	F
Kayın	5,22	F	6,61	E	6,67	E	7,18	D
Meşe	13,59	C	19,05	A*	16,37	B	16,68	B
LSD \pm 0,4714								

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek yüzey pürüzlülüğü (R_{max}) değerini ifade etmektedir.
A: Ağaç türü, D: Yaşlandırma periyodu



Şekil 3.86. Ağaç türü – yaşlandırma periyodu etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_{max}) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

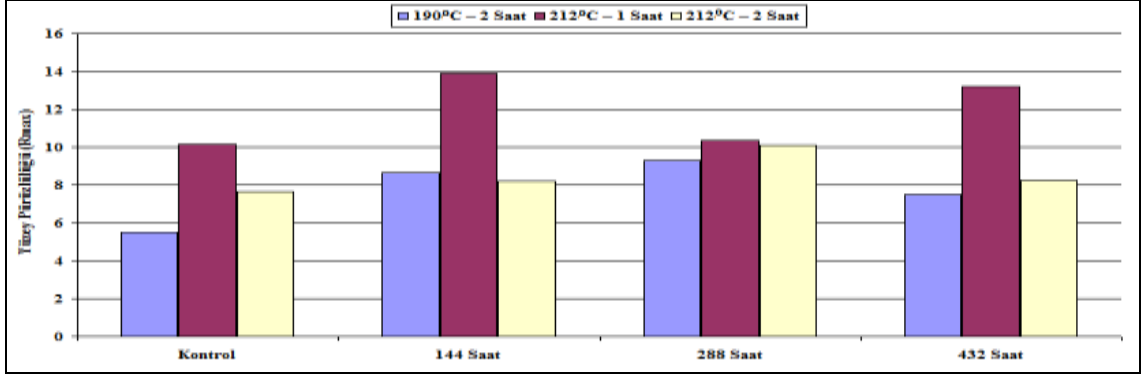
Çizelge 3.105'e göre ağaç türü - yaşlandırma periyoduna etkileşim düzeyinde, yüzey pürüzlülüğü (R_{max}) değeri en yüksek meşenin 144 saatlik UV yaşlandırma yapılan örneklerinde, en düşük yüzey pürüzlülüğü (R_{max}) değeri sarıçamın kontrol örneklerinde tespit edilmiştir.

Isıl işlem – yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.106'da verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.87'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.106. Isıl işlem - yaşlandırma periyodu ikili etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_{max}) ölçümlerinin Duncan testi sonuçları (μm).

Faktör BD	Yaşlandırma Periyodu							
	Kontrol		144 Saat		288 Saat		432 Saat	
	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
190°C – 2 Saat	5,52	G	8,65	E	9,31	D	7,48	F
212°C – 1 Saat	10,16	C	13,90	A*	10,37	C	13,21	B
212°C – 2 Saat	7,67	F	8,22	E	10,08	C	8,27	E
LSD \pm 0,4714								

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek yüzey pürüzlülüğü (R_{max}) değerini ifade etmektedir.
B: Isıl işlem, D: Yaşlandırma periyodu



Şekil 3.87. Isıl işlem – yaşlandırma periyodu etkileşimine ait yüzeY pürüzlülüğü (R_{max}) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

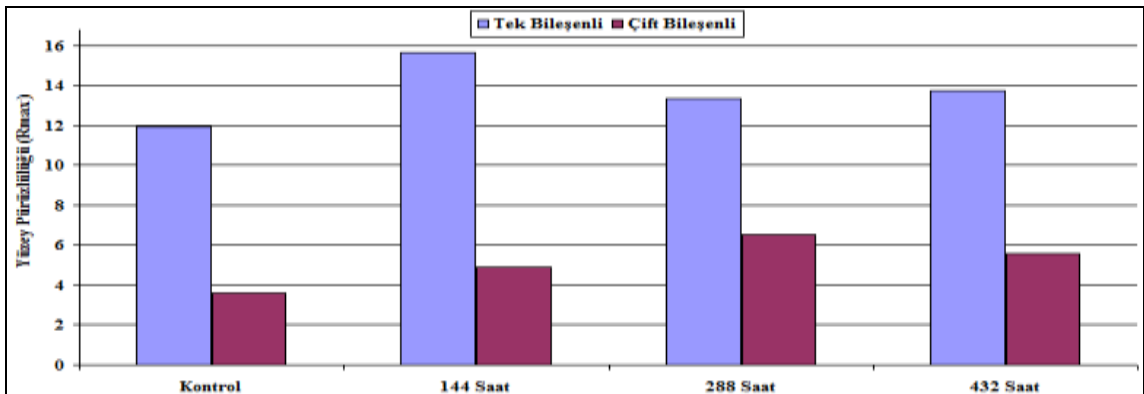
Çizelge 3.106'ya göre ısıl işlem - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde, yüzeY pürüzlülüğü (R_{max}) değeri en yüksek, 212°C'de 1 saat süre ile ısıl işlem görmüş ve 144 saatlik UV yaşlandırma yapılan örneklerinde, en düşük 190°C'de 2 saat süre ile ısıl işlem görmüş kontrol örneklerinde tespit edilmiştir.

Vernik çeşidi – yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.107'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.88'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.107. Vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu ikili etkileşimine ait yüzeY pürüzlülüğü (R_{max}) ölçümlerinin Duncan testi sonuçları (µm).

Faktör CD	Yaşlandırma Periyodu							
	Kontrol		144 Saat		288 Saat		432 Saat	
	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Tek Bileşenli	11,95	D	15,61	A*	13,32	C	13,72	B
Çift Bileşenli	3,61	H	4,90	G	6,52	E	5,59	F
LSD ± 0,3849								

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek yüzeY pürüzlülüğü (R_{max}) değerini ifade etmektedir.
C: Vernik çeşidi, D: Yaşlandırma periyodu



Şekil 3.88. Vernik çeşidi – yaşlandırma periyodu etkileşimine ait yüzeY pürüzlülüğü (R_{max}) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.107'e göre vernik çeşidi – yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde, yüzey pürüzlülüğü (R_{max}) değeri en yüksek 144 saat UV yaşlandırma yapılan ve tek bileşenli vernik ile verniklenmiş örneklerde, en düşük çift bileşenli vernik ile verniklenmiş kontrol örneklerinde elde edilmiştir.

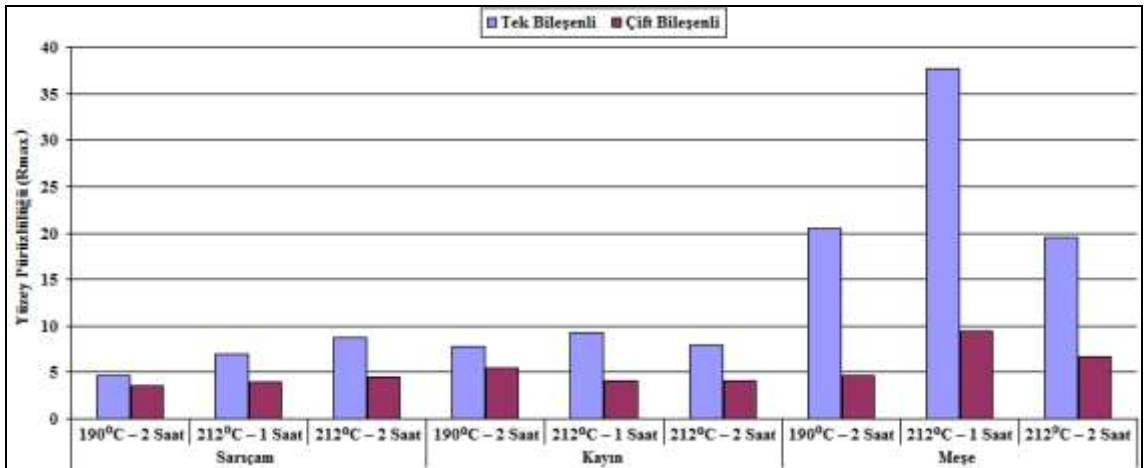
Ağaç türü - ısıt işlem - vernik çeşidi etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi üçlü karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.108'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.89'da gösterilmiştir.

Çizelge 3.108. Ağaç türü - ısıt işlem - vernik çeşidi üçlü etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_{max}) ölçümlerinin Duncan testi sonuçları (μm).

Faktör ABC**		Tek Bileşenli		Çift Bileşenli	
		\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Sarıçam	190°C – 2 Saat	4,58	IJ	3,49	K
	212°C – 1 Saat	6,92	G	4,02	JK
	212°C – 2 Saat	8,70	E	4,49	IJ
Kayın	190°C – 2 Saat	7,84	F	5,49	H
	212°C – 1 Saat	9,26	DE	4,06	JK
	212°C – 2 Saat	7,86	F	4,06	JK
Meşe	190°C – 2 Saat	20,44	B	4,65	I
	212°C – 1 Saat	37,71	A*	9,48	D
	212°C – 2 Saat	19,56	C	6,70	G

LSD \pm 0,5774

\bar{X} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik grubu, *: En yüksek yüzey pürüzlülüğü (R_{max}) değerini ifade etmektedir.
 **: A: Isıt işlem B: Isıt işlem, C: Vernik çeşidi



Şekil 3.89. Ağaç türü - ısıt işlem - vernik çeşidi etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_{max}) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.108'e göre ağaç türü - ısıt işlem - vernik çeşidi etkileşimi düzeyinde, yüzey pürüzlülüğü (R_{max}) değeri en yüksek 212°C'de 1 saat ısıt işlem görmüş ve tek bileşenli vernik ile verniklenmiş meşede, en düşük 190°C'de 2 saat ısıt işlem görmüş ve çift bileşenli vernik ile verniklenmiş sarıçamda tespit edilmiştir.

Ağaç türü - ısıl işlem - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi üçlü karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.109’da verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.90’da gösterilmiştir.

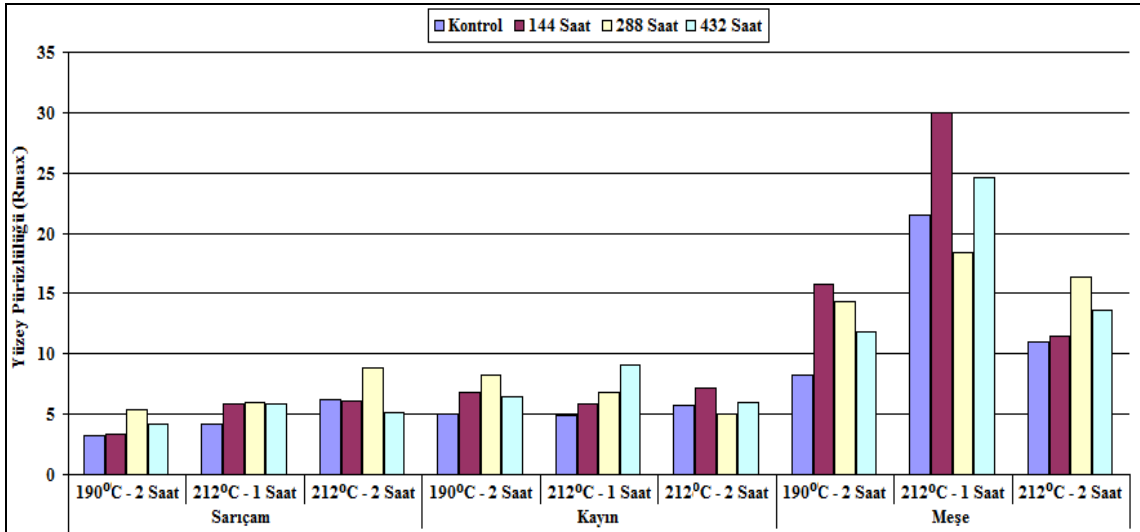
Çizelge 3.109. Ağaç türü - ısıl işlem - yaşlandırma periyodu üçlü etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_{max}) ölçümlerinin Duncan testi sonuçları (μm).

Faktör ABD**		Yaşlandırma Periyodu							
		Kontrol		144 Saat		288 Saat		432 Saat	
		\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Sarıçam	190°C - 2 Saat	3,23	U	3,35	TU	5,34	NOPQ	4,23	RS
	212°C - 1 Saat	4,13	ST	5,91	MNO	5,94	MNO	5,90	MNO
	212°C - 2 Saat	6,27	KLM	6,05	KLMN	8,89	HI	5,16	OPQ
Kayın	190°C - 2 Saat	5,03	PQR	6,83	JK	8,26	I	6,43	JKLM
	212°C - 1 Saat	4,88	QRS	5,86	MNO	6,80	JKL	9,10	H
	212°C - 2 Saat	5,73	MNOP	7,14	J	4,96	PQR	6,01	LMN
Meşe	190°C - 2 Saat	8,30	HI	15,76	E	14,33	F	11,79	G
	212°C - 1 Saat	21,46	C	29,93	A*	18,37	D	24,62	B
	212°C - 2 Saat	11,02	G	11,46	G	16,40	E	13,63	F

LSD \pm 0,8165

\bar{X} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik grubu, *: En yüksek yüzey pürüzlülüğü (R_{max}) değerini ifade etmektedir.

**A: Ağaç türü, B: Isıl işlem, D: Yaşlandırma periyodu



Şekil 3.90. Ağaç türü - ısıl işlem - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_{max}) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

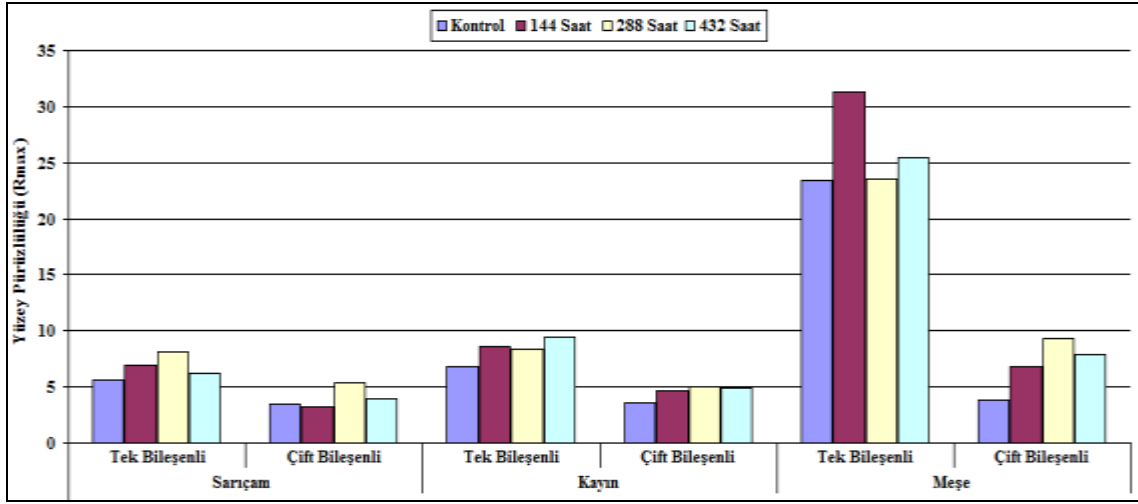
Çizelge 3.109’a göre ağaç türü - ısıl işlem - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde, yüzey pürüzlülüğü (R_{max}) değeri en yüksek, 212°C’de 1 saat süre ile ısıl işlem görmüş meşenin 144 saatlik UV yaşlandırma yapılan örneklerinde, en düşük 190°C’de 2 saat süre ile ısıl işlem görmüş sarıçam kontrol örneklerinde elde edilmiştir.

Ağaç türü – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi üçlü karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.110’da verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.91’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.110. Ağaç türü - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu üçlü etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_{max}) ölçümlerinin Duncan testi sonuçları (μm).

Faktör ACD**		Yaşlandırma Periyodu							
		Kontrol		144 Saat		288 Saat		432 Saat	
		\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Sarıçam	Tek Bileşenli	5,63	IJ	6,98	G	8,12	EF	6,20	HI
	Çift Bileşenli	3,45	NO	3,23	O	5,33	JK	4,00	MN
Kayın	Tek Bileşenli	6,83	GH	8,59	E	8,38	EF	9,47	D
	Çift Bileşenli	3,60	NO	4,64	LM	4,96	KL	4,89	KL
Meşe	Tek Bileşenli	23,39	C	31,25	A*	23,48	C	25,48	B
	Çift Bileşenli	3,79	NO	6,84	GH	9,26	D	7,88	F
LSD \pm 0,6667									

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek yüzey pürüzlülüğü (R_{max}) değerini ifade etmektedir.
 : **A: Ağaç türü, **C**: Vernik çeşidi, **D**: Yaşlandırma periyodu



Şekil 3.91. Ağaç türü – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_{max}) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

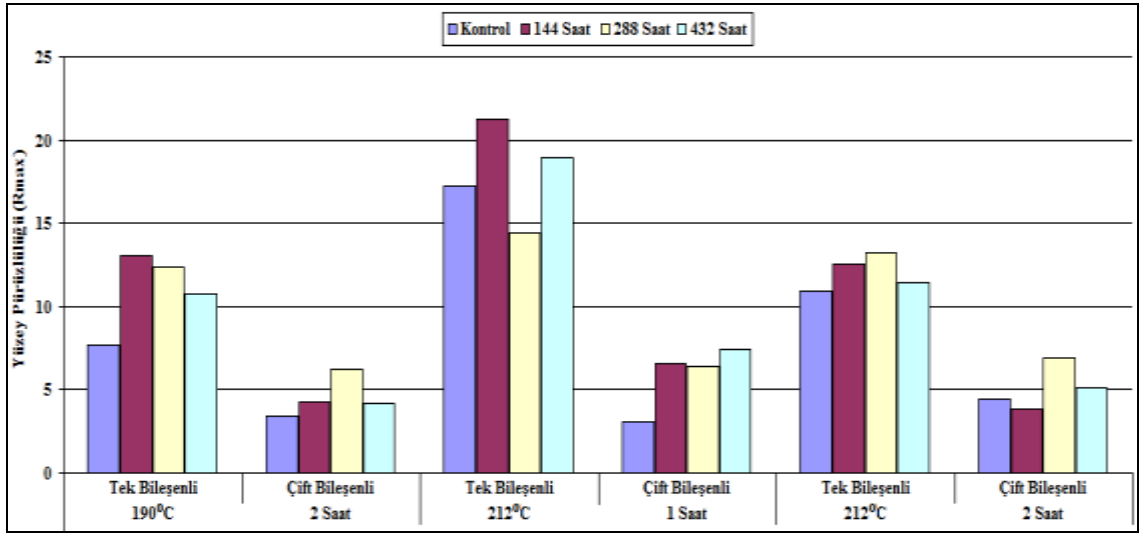
Çizelge 3.110'a göre ağaç türü – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde, yüzey pürüzlülüğü (R_{max}) değeri en yüksek tek bileşenli vernik ile verniklenmiş meşenin 144 saatlik UV yaşlandırma örneklerinde, en düşük çift bileşenli vernik ile verniklenmiş sarıçamın 144 saatlik UV yaşlandırma yapılan örneklerinde tespit edilmiştir.

Isıl işlem – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi üçlü karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.111'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.92'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.111. Isıl işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu üçlü etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_{max}) ölçümlerinin Duncan testi sonuçları (μm).

Faktör BCD**		Yaşlandırma Periyodu							
		Kontrol		144 Saat		288 Saat		432 Saat	
		\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
190°C 2 Saat	Tek Bileşenli	7,65	H	13,02	EF	12,37	F	10,77	G
	Çift Bileşenli	3,39	NO	4,27	M	6,24	K	4,20	M
212°C 1 Saat	Tek Bileşenli	17,27	C	21,24	A*	14,38	D	18,96	B
	Çift Bileşenli	3,04	O	6,56	JK	6,36	JK	7,46	HI
212°C 2 Saat	Tek Bileşenli	10,94	G	12,56	EF	13,22	E	11,43	G
	Çift Bileşenli	4,41	M	3,88	MN	6,95	IJ	5,11	L
LSD \pm 0,6667									

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek yüzey pürüzlülüğü (R_{max}) değerini ifade etmektedir.
******: B: Isıl işlem, C: Vernik çeşidi, D: Yaşlandırma periyodu



Şekil 3.92. Isıl işlem – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_{max}) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.111'e göre ısıl işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde, yüzey pürüzlülüğü (R_{max}) değeri en yüksek 212°C'de 1 saat süre ile ısıl işlem görmüş ve tek bileşenli vernik ile verniklenmiş ve 144 saatlik UV yaşlandırma yapılan örneklerde, en düşük 212°C'de 1 saat süre ile ısıl işlem görmüş ve çift bileşenli vernik ile verniklenmiş kontrol örneklerinde elde edilmiştir.

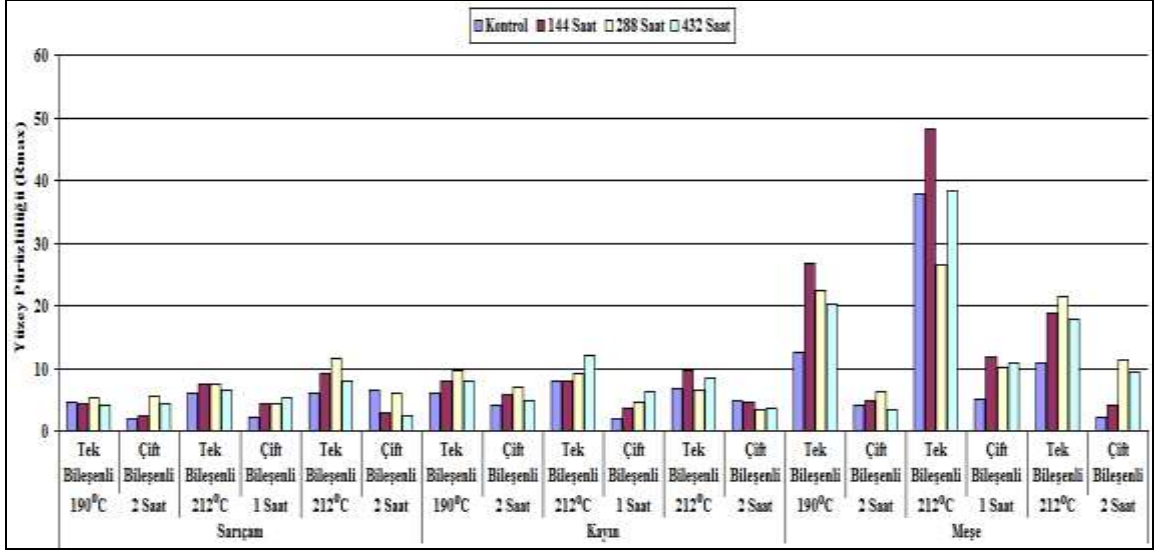
Tekli, ikili ve üçlü karşılaştırmaların sonuçlarını topluca görmek amacıyla, ağaç türü – Isıl işlem – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.112'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.93'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.112. Ağaç türü - ısıtma işlemi - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu dörtlü etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_{max}) ölçümlerinin Duncan testi sonuçları (μm).

Ağaç Türü	Isıtma İşlemi	Vernik Çeşidi	Yaş. Per.	\bar{x}	HG	Ağaç Türü	Isıtma İşlemi	Vernik Çeşidi	Yaş. Per.	\bar{x}	HG
Meşe	212°C 1 saat	Tek bileşenli	144 saat	48,14	A	Meşe	190°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	6,25	RSTUV
Meşe	212°C 1 saat	Tek bileşenli	432 saat	38,31	B	Kayın	212°C 1 saat	Çift bileşenli	432 saat	6,20	RSTUV
Meşe	212°C 1 saat	Tek bileşenli	Kontrol	37,79	B	Sarıçam	212°C 1 saat	Tek bileşenli	Kontrol	6,14	RSTUV
Meşe	190°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	26,75	C	Sarıçam	212°C 2 saat	Tek bileşenli	Kontrol	6,14	RSTUV
Meşe	212°C 1 saat	Tek bileşenli	288 saat	26,60	C	Sarıçam	212°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	6,10	RSTUV
Meşe	190°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	22,40	D	Kayın	190°C 2 saat	Tek bileşenli	Kontrol	5,91	RSTUVW
Meşe	212°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	21,43	D	Kayın	190°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	5,67	STUVWX
Meşe	190°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	20,18	E	Sarıçam	190°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	5,48	TUVWXY
Meşe	212°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	18,87	FG	Sarıçam	212°C 1 saat	Çift bileşenli	432 saat	5,25	UVWXYZ
Meşe	212°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	17,94	G	Sarıçam	190°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	5,20	VWXYZ[
Meşe	190°C 2 saat	Tek bileşenli	Kontrol	12,41	H	Meşe	212°C 1 saat	Çift bileşenli	Kontrol	5,14	VWXYZ[
Kayın	212°C 1 saat	Tek bileşenli	432 saat	12,01	HI	Kayın	190°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	4,93	WXYZ[
Meşe	212°C 1 saat	Çift bileşenli	144 saat	11,72	HI	Kayın	212°C 2 saat	Çift bileşenli	Kontrol	4,78	WXYZ[\
Sarıçam	212°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	11,67	HI	Meşe	190°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	4,76	WXYZ[\
Meşe	212°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	11,38	HI	Sarıçam	190°C 2 saat	Tek bileşenli	Kontrol	4,62	XYZ[\]
Meşe	212°C 2 saat	Tek bileşenli	Kontrol	10,93	IJ	Kayın	212°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	4,58	XYZ[\]
Meşe	212°C 1 saat	Çift bileşenli	432 saat	10,93	IJ	Kayın	212°C 1 saat	Çift bileşenli	288 saat	4,53	XYZ[\^
Meşe	212°C 1 saat	Çift bileşenli	288 saat	10,14	JK	Sarıçam	212°C 1 saat	Çift bileşenli	288 saat	4,40	YZ[\]^_
Kayın	212°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	9,70	K	Sarıçam	190°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	4,33	YZ[\]^_
Kayın	190°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	9,53	KL	Sarıçam	212°C 1 saat	Çift bileşenli	144 saat	4,32	Z[\]^_
Meşe	212°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	9,31	KL	Sarıçam	190°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	4,28	Z[\]^_
Sarıçam	212°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	9,11	KLM	Sarıçam	190°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	4,19	Z[\]^_
Kayın	212°C 1 saat	Tek bileşenli	288 saat	9,06	KLMN	Meşe	190°C 2 saat	Çift bileşenli	Kontrol	4,19	Z[\]^_
Kayın	212°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	8,48	LMNO	Kayın	190°C 2 saat	Çift bileşenli	Kontrol	4,16	Z[\]^_
Kayın	212°C 1 saat	Tek bileşenli	144 saat	8,06	MNOP	Meşe	212°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	4,05	[\]^_`
Kayın	190°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	7,99	MNOP	Kayın	212°C 1 saat	Çift bileşenli	144 saat	3,65	[\]^_`
Kayın	190°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	7,92	NOP	Kayın	212°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	3,54	[\]^_`a
Kayın	212°C 1 saat	Tek bileşenli	Kontrol	7,90	OP	Meşe	190°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	3,39	^_`ab
Sarıçam	212°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	7,86	OP	Kayın	212°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	3,36	_`ab
Sarıçam	212°C 1 saat	Tek bileşenli	144 saat	7,51	OPQ	Sarıçam	212°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	3,00	`abc
Sarıçam	212°C 1 saat	Tek bileşenli	288 saat	7,48	OPQ	Sarıçam	212°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	2,47	abcd
Kayın	190°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	6,99	PQR	Sarıçam	190°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	2,38	bcd
Kayın	212°C 2 saat	Tek bileşenli	Kontrol	6,69	QRS	Sarıçam	212°C 1 saat	Çift bileşenli	Kontrol	2,13	cd
Kayın	212°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	6,57	QRST	Meşe	212°C 2 saat	Çift bileşenli	Kontrol	2,05	cd
Sarıçam	212°C 1 saat	Tek bileşenli	432 saat	6,56	QRST	Kayın	212°C 1 saat	Çift bileşenli	Kontrol	1,86	cd
Sarıçam	212°C 2 saat	Çift bileşenli	Kontrol	6,39	QRST U	Sarıçam	190°C 2 saat	Çift bileşenli	Kontrol	1,83	d

LSD \pm 1,155

\bar{X} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik grubu



Şekil 3.93. Ağaç türü - ısııl işlem – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait yüzey pürüzlülüğü (R_{max}) değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.112'e göre ağaç türü - ısııl işlem – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde, yüzey pürüzlülüğü (R_{max}) değeri en yüksek, 212°C'de 1 saat süre ile ısııl işlem görmüş ve tek bileşenli vernik ile verniklenmiş meşenin 144 saatlik UV yaşlandırma yapılan örneklerinde, en düşük 212°C'de 1 saat süre ile ısııl işlem görmüş ve çift bileşenli vernik ile verniklenmiş kayının kontrol örneklerinde ve 190°C'de 2 saat süre ile ısııl işlem görmüş ve çift bileşenli vernik ile verniklenmiş sarıçamın kontrol örneklerinde elde edilmiştir.

3.5. YÜZEYE YAPIŞMA DİRENCİNE İLİŞKİN BULGULAR VE TARTIŞMA

Farklı sıcaklık ve sürelerde ısııl işlem görmüş farklı ağaç malzemelerin, su bazlı tek ve çift bileşenli vernikler ile verniklendikten sonra yaşlandırma uygulamasına maruz bırakılan deney örneklerinde elde edilen ortalama yüzeye yapışma direnci değerleri Çizelge 3.113'de verilmiştir.

Çizelge 3.113. Yüzeye yapışma direnci değerlerinin aritmetik ortalama değerleri (MPa).

Faktör ABCD*			Yaşlandırma Periyodu				
			Kontrol**	144 Saat	288 Saat	432 Saat	
Sarıçam	190°C 2 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	1,222	1,677	1,035	1,979
			X min	1,153	1,478	0,955	1,745
			X max	1,293	1,860	1,175	2,220
			S	0,055	0,137	0,095	0,216
		Çift Bileşenli	\bar{X}	1,161	0,873	1,208	1,604
			X min	0,994	0,812	0,939	1,417
	X max		1,315	0,930	1,436	1,892	
	S		0,141	0,052	0,213	0,191	
	212°C 1 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	1,178	1,700	2,146	1,479
			X min	1,080	1,611	1,787	1,344
			X max	1,280	1,818	2,500	1,589
			S	0,082	0,092	0,307	0,093
Çift Bileşenli		\bar{X}	1,094	1,461	1,064	0,761	
		X min	1,041	1,296	0,949	0,659	
	X max	1,236	1,532	1,169	0,866		
	S	0,081	0,094	0,086	0,095		
212°C 2 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	0,960	1,253	0,879	0,953	
		X min	0,812	1,038	0,790	0,857	
		X max	1,080	1,513	0,933	1,041	
		S	0,108	0,222	0,055	0,078	
	Çift Bileşenli	\bar{X}	0,980	1,099	1,448	1,102	
		X min	0,854	1,019	1,376	0,955	
X max		1,083	1,223	1,535	1,226		
S		0,110	0,081	0,073	0,122		
Kayın	190°C 2 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	2,437	2,450	2,852	2,164
			X min	2,150	2,204	2,535	2,022
			X max	2,863	3,016	3,608	2,411
			S	0,319	0,330	0,444	0,167
		Çift Bileşenli	\bar{X}	2,208	2,624	1,950	1,509
			X min	1,987	2,236	1,783	1,427
	X max		2,484	2,911	2,197	1,624	
	S		0,194	0,243	0,157	0,073	
	212°C 1 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	1,821	2,715	1,709	2,249
			X min	1,675	2,229	1,449	2,025
			X max	2,016	3,672	2,131	2,436
			S	0,148	0,583	0,292	0,201
Çift Bileşenli		\bar{X}	2,601	2,199	1,662	1,690	
		X min	2,347	1,981	1,449	1,503	
	X max	3,019	2,519	1,815	1,850		
	S	0,254	0,214	0,171	0,124		
212°C 2 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	1,941	2,531	1,692	1,782	
		X min	1,634	2,032	1,471	1,557	
		X max	2,194	2,987	1,873	1,885	
		S	0,265	0,407	0,167	0,130	
	Çift Bileşenli	\bar{X}	1,752	1,960	2,316	2,655	
		X min	1,513	1,694	2,000	2,255	
X max		1,997	2,226	2,965	3,363		
S		0,178	0,223	0,376	0,447		
Meşe	190°C 2 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	1,674	1,688	1,371	0,961
			X min	1,624	1,513	1,086	0,771
			X max	1,799	1,873	1,561	1,140
			S	0,072	0,148	0,222	0,157
		Çift Bileşenli	\bar{X}	1,825	2,052	1,739	1,614
			X min	1,637	1,860	1,650	1,455
	X max		1,968	2,484	1,850	1,796	
	S		0,150	0,267	0,081	0,136	
	212°C 1 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	1,148	1,457	1,852	1,529
			X min	1,051	1,239	1,621	1,389
			X max	1,274	1,548	2,073	1,666
			S	0,106	0,127	0,208	0,100
Çift Bileşenli		\bar{X}	1,722	1,940	1,589	1,323	
		X min	1,627	1,761	1,510	0,640	
	X max	1,997	2,201	1,688	1,599		
	S	0,157	0,194	0,084	0,387		
212°C 2 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	1,273	1,767	2,124	1,559	
		X min	1,010	1,561	1,997	1,481	
		X max	1,576	2,013	2,210	1,675	
		S	0,240	0,162	0,083	0,100	
	Çift Bileşenli	\bar{X}	1,504	1,500	1,815	1,780	
		X min	1,436	1,392	1,710	1,666	
X max		1,567	1,545	2,003	1,885		
S		0,054	0,063	0,114	0,099		

*: A: Ağaç türü, B: Isıl işlem, C: Vernik çeşidi, D: Yaşlandırma periyodu

** : Kontrol örneklerine herhangi bir yaşlandırma işlemi uygulanmamıştır.

Yüzeye yapışma direnci değerleri, ağaç türü, ısıl işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyoduna göre farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla Çoklu Varyans analizi (ANOVA) yapılmış ve sonuçları Çizelge 3.114’de verilmiştir.

Çizelge 3.114. Ağaç türü, ısıl işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyodunun yüzeye yapışma direnci değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	P, $\alpha=0,05$
Ağaç Türü (A)	2	47,189	23,595	566,6743	0,0000*
Isıl işlem (B)	2	1,131	0,566	13,5837	0,0000
Etkileşim (AB)	4	1,953	0,488	11,7287	0,0000
Vernik Çeşidi (C)	1	0,242	0,242	5,8086	0,0166
Etkileşim (AC)	2	2,266	1,133	27,2156	0,0000
Etkileşim (BC)	2	1,055	0,528	12,6695	0,0000
Etkileşim (ABC)	4	3,906	0,977	23,4534	0,0000
Yaşlandırma Periyodu (D)	3	3,466	1,155	27,7470	0,0000
Etkileşim (AD)	6	2,626	0,438	10,5113	0,0000
Etkileşim (BD)	6	2,142	0,357	8,5725	0,0000
Etkileşim (ABD)	12	8,544	0,712	17,0996	0,0000
Etkileşim (CD)	3	1,154	0,385	9,2364	0,0000
Etkileşim (ACD)	6	0,763	0,127	3,0554	0,0000
Etkileşim (BCD)	6	5,554	0,926	22,2330	0,0065
Etkileşim (ABCD)	12	6,655	0,555	13,3195	0,0000
Hata	288	11,992	0,042		
Toplam	359	100,639			

*: Anlamli ($\alpha = 0,05$ 'e göre)

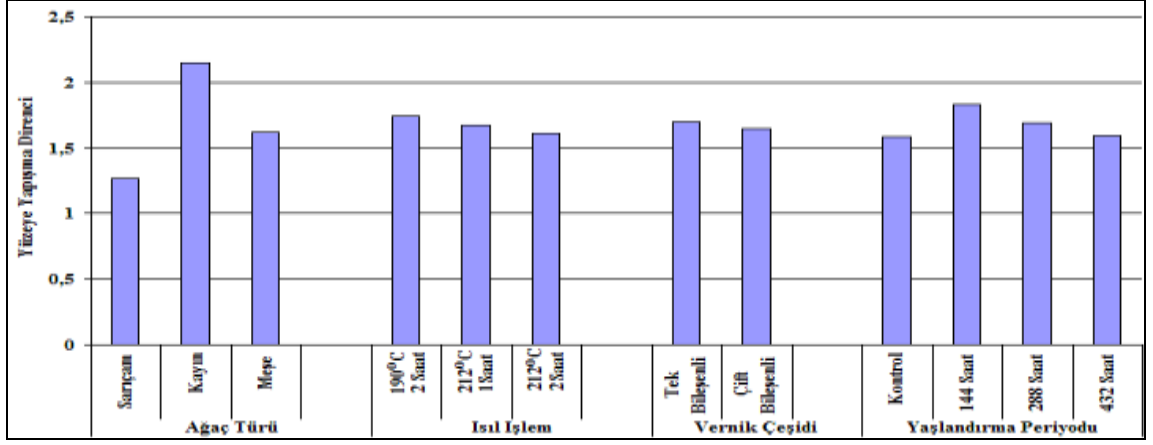
Varyans analiz sonucuna göre; ağaç türü, ısıl işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyodu faktörleri ve bu faktörlerin karşılıklı etkileşimleri anlamlı çıkmıştır ($\alpha=0,05$).

Daha sonra LSD kritik değeri kullanılarak ağaç türü, ısıl işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyodu düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.115’de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.94’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.115. Ağaç türü, ısıl işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyodu değişkenlerinde yüzeye yapışma direnci değerlerine ait Duncan testi sonuçları (MPa).

Faktör		\bar{X}	HG	
Ağaç Türü	Sarıçam	1,264	C	LSD \pm 0,05207
	Kayın	2,145	A*	
	Meşe	1,616	B	
Isıl İşlem	190°C – 2 Saat	1,745	A*	LSD \pm 0,05207
	212°C – 1 Saat	1,670	B	
	212°C – 2 Saat	1,608	C	
Vernik Çeşidi	Tek Bileşenli	1,701	A*	LSD \pm 0,04252
	Çift Bileşenli	1,649	B	
Yaşlandırma Periyodu	Kontrol	1,583	C	LSD \pm 0,06013
	144 Saat	1,828	A*	
	288 Saat	1,692	B	
	432 Saat	1,595	C	

\bar{X} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik grubu, *: En yüksek yüzeye yapışma direnci değerini ifade etmektedir.



Şekil 3.94. Ağaç türü, ısıl işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyoduna ait yüze yapışma direnci değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

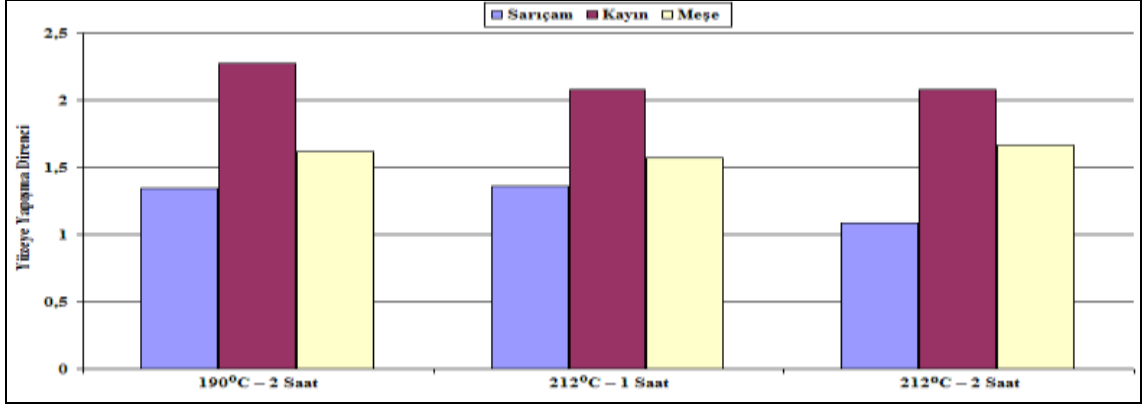
Çizelge 3.115'e göre ağaç türü düzeyinde yüze yapışma direnci değeri en yüksek kayında, en düşük sarıçamda tespit edilmiştir. Isıl işlem düzeyinde, yüze yapışma direnci değeri en yüksek 190°C'de 2 saat ısıl işlem görmüş örneklerde, en düşük 212°C'de 2 saat ısıl işlem görmüş örneklerde elde edilmiştir. Vernik çeşidi faktörü düzeyinde yüze yapışma direnci değeri en yüksek tek bileşenli vernikte, en düşük çift bileşenli vernikte elde edilmiştir. Yüze yapışma direnci değeri en yüksek 144 saatlik UV yaşlandırmaya maruz kalmış örneklerinde, en düşük 432 saatlik UV yaşlandırmaya maruz kalmış örneklerinde ve kontrol örneklerinde tespit edilmiştir.

Ağaç türü - ısıl işlem etkileşimi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.116'da verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.95'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.116. Ağaç türü - ısıl işlem ikili etkileşimine ait yüze yapışma direnci değerlerinin Duncan testi sonuçları (MPa).

Faktör AB	190°C – 2 Saat		212°C – 1 Saat		212°C – 2 Saat	
	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Sarıçam	1,345	E	1,360	E	1,085	F
Kayın	2,274	A*	2,081	B	2,079	B
Meşe	1,617	CD	1,570	D	1,661	C
LSD ± 0,09020						

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek yüze yapışma direnci değerini ifade etmektedir.
A: Ağaç türü, B: Isıl işlem



Şekil 3.95. Ağaç türü - ısıl işlem etkileşimine ait yüze yapışma direnci değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.116'ya göre ağaç türü - ısıl işlem etkileşimi düzeyinde, yüze yapışma direnci değeri en yüksek 190°C'de 2 saat ısıl işlem görmüş kayında, en düşük 212°C'de 2 saat ısıl işlem görmüş sarıçamda elde edilmiştir.

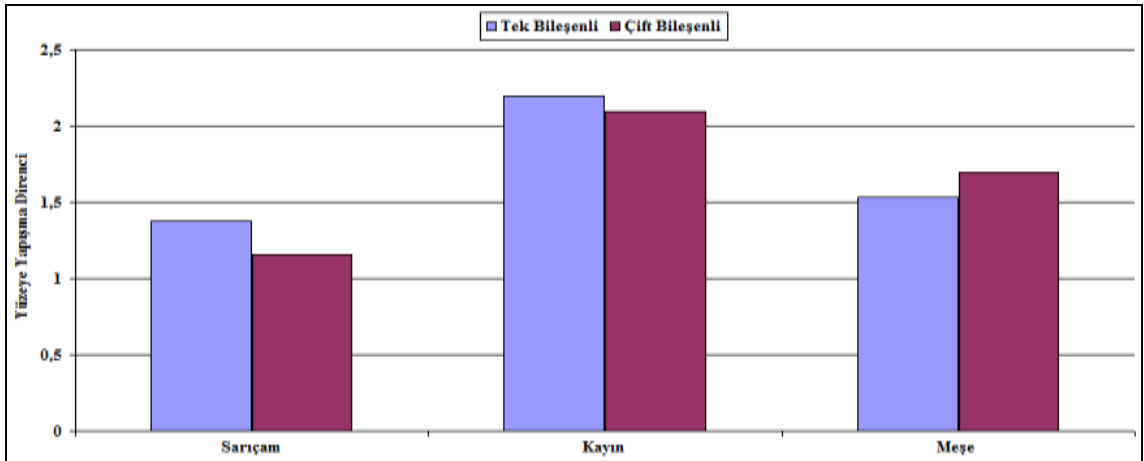
Ağaç türü - vernik çeşidi etkileşimi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.117'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.96'da gösterilmiştir.

Çizelge 3.117. Ağaç türü - vernik çeşidi ikili etkileşimine ait yüze yapışma direnci değerlerinin Duncan testi sonuçları (MPa).

Faktör AC	Tek Bileşenli		Çift Bileşenli	
	\bar{x}	HG	\bar{x}	HG
Sarıçam	1,372	E	1,155	F
Kayın	2,195	A*	2,094	B
Meşe	1,535	D	1,697	C

LSD \pm 0,07364

\bar{x} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik grubu, *: En yüksek yüze yapışma direnci değerini ifade etmektedir. A: Ağaç türü, C: Vernik çeşidi



Şekil 3.96. Ağaç türü - vernik çeşidi etkileşimine ait yüze yapışma direnci değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.117'ye göre ağaç türü - vernik çeşidi etkileşimi düzeyinde, yüzeye yapışma direnci değeri en yüksek tek bileşenli vernik ile verniklenmiş kayında, en düşük çift bileşenli vernik ile verniklenmiş sarıçamda tespit edilmiştir.

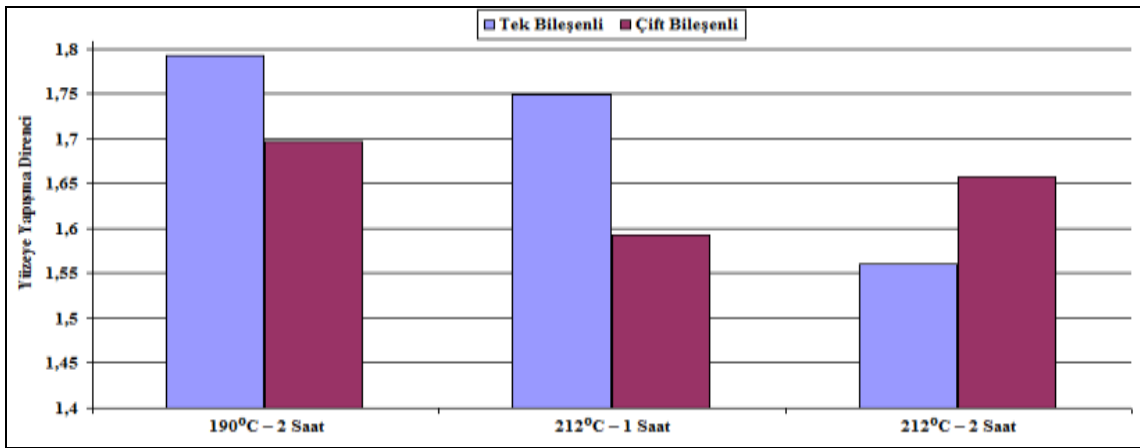
Isıl işlem – vernik çeşidi etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.118'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.97'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.118. Isıl işlem - vernik çeşidi ikili etkileşimine ait yüzeye yapışma direnci değerlerinin Duncan testi sonuçları (MPa).

Faktör BC	Tek Bileşenli		Çift Bileşenli	
	\bar{x}	HG	\bar{x}	HG
190°C – 2 Saat	1,793	A*	1,697	BC
212°C – 1 Saat	1,749	AB	1,592	DE
212°C – 2 Saat	1,560	E	1,657	CD

LSD ± 0,07364

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek yüzeye yapışma direnci değerini ifade etmektedir.
B: Isıl işlem, C: Vernik çeşidi



Şekil 3.97. Isıl işlem – vernik çeşidi etkileşimine ait yüzeye yapışma direnci değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

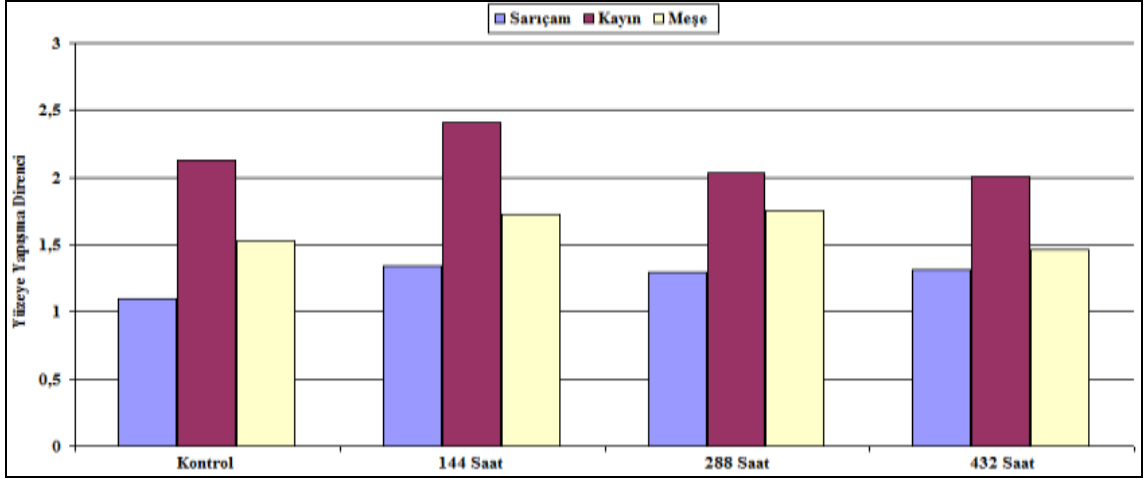
Çizelge 3.118'e göre ısıl işlem - vernik çeşidi etkileşimi düzeyinde yüzeye yapışma direnci değeri en yüksek 190°C'de 2 saat süre ile ısıl işlem görmüş ve tek bileşenli vernik ile verniklenmiş örneklerde, en düşük 212°C'de 2 saat süre ile ısıl işlem görmüş ve tek bileşenli vernik ile verniklenmiş örneklerde elde edilmiştir.

Ağaç türü – yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.119'da verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.98'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.119. Ağaç türü - yaşlandırma periyodu ikili etkileşimine ait yüzeye yapışma direnci değerlerinin Duncan testi sonuçları (MPa).

Faktör AD	Yaşlandırma Periyodu							
	Kontrol		144 Saat		288 Saat		432 Saat	
	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Sarıçam	1,099	G	1,344	F	1,297	F	1,315	F
Kayın	2,127	B	2,413	A*	2,030	BC	2,008	C
Meşe	1,524	E	1,728	D	1,749	D	1,463	E
LSD \pm 0,1041								

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek yüzeye yapışma direnci değerini ifade etmektedir.
A: Ağaç türü, D: Yaşlandırma periyodu



Şekil 3.98. Ağaç türü – yaşlandırma periyodu etkileşimine ait yüzeye yapışma direnci değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

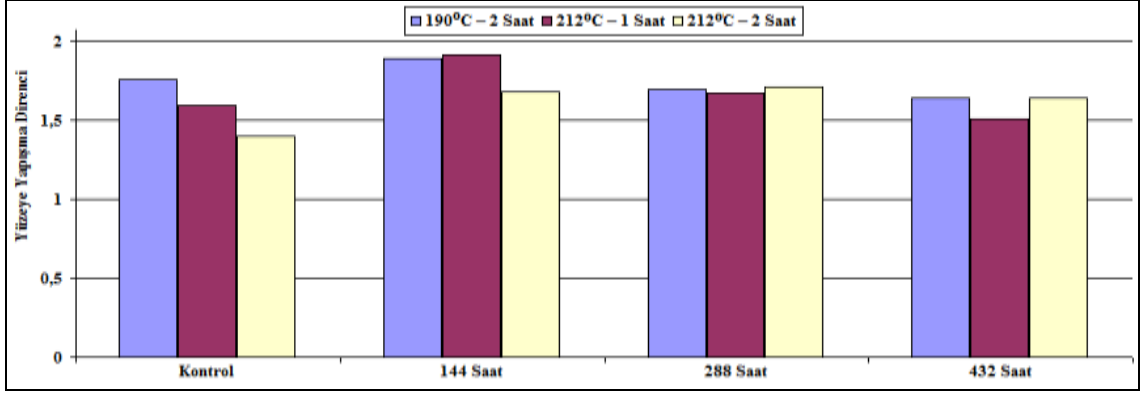
Çizelge 3.119'a göre ağaç türü - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde, yüzeye yapışma direnci değeri en yüksek kayında 144 saatlik UV yaşlandırma yapılan örneklerinde, en düşük yapışma direnci değeri sarıçamda kontrol örneklerde tespit edilmiştir.

Isıl işlem - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.120'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.99'da gösterilmiştir.

Çizelge 3.120. Isıl işlem - yaşlandırma periyodu ikili etkileşimine ait yüzeye yapışma direnci değerlerinin Duncan testi sonuçları (MPa).

Faktör BD	Yaşlandırma Periyodu							
	Kontrol		144 Saat		288 Saat		432 Saat	
	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
190°C – 2 Saat	1,755	B	1,894	A	1,692	BCD	1,640	CD
212°C – 1 Saat	1,594	DE	1,912	A*	1,670	BCD	1,505	EF
212°C – 2 Saat	1,402	F	1,679	BCD	1,712	BC	1,640	CD
LSD \pm 0,1041								

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek yüzeye yapışma direnci değerini ifade etmektedir.
B: Isıl işlem, D: Yaşlandırma periyodu



Şekil 3.99. Isıl işlem – yaşlandırma periyodu etkileşimine ait yüzeye yapışma direnci değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

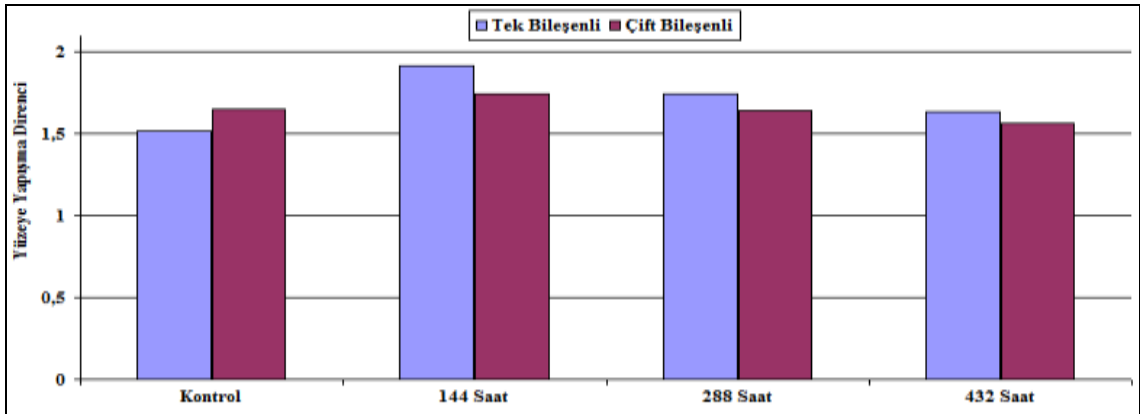
Çizelge 3.120'ye göre ısıl işlem - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde, yüzeye yapışma direnci değeri en yüksek, 212°C'de 1 saat ve 190°C'de 2 saat süre ile ısıl işlem görmüş 288 saatlik UV yaşlandırma yapılan örneklerde, en düşük 212°C'de 2 saat süre ile ısıl işlem görmüş ve kontrol örneklerinde tespit edilmiştir.

Vernik çeşidi – yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.121'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.100'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.121. Vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu ikili etkileşimine ait yüzeye yapışma direnci değerlerinin Duncan testi sonuçları (MPa).

Faktör CD	Yaşlandırma Periyodu							
	Kontrol		144 Saat		288 Saat		432 Saat	
	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Tek Bileşenli	1,517	E	1,915	A*	1,740	B	1,630	CD
Çift Bileşenli	1,650	C	1,741	B	1,643	CD	1,561	DE
LSD \pm 0,08504								

\bar{X} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik grubu, *: En yüksek yüzeye yapışma direnci değerini ifade etmektedir.
C: Vernik çeşidi, D: Yaşlandırma periyodu



Şekil 3.100. Vernik çeşidi – yaşlandırma periyodu etkileşimine ait yüzeye yapışma direnci değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.121'e göre vernik çeşidi – yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde, yüzeye yapışma direnci değeri en yüksek tek bileşenli vernik ile verniklenmiş ve 144 saatlik UV yaşlandırma yaşlandırma örneklerde, en düşük tek bileşenli vernik ile verniklenmiş kontrol örneklerinde elde edilmiştir.

Ağaç türü - ısıt işlem - vernik çeşidi etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi üçlü karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.122'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.101'de gösterilmiştir.

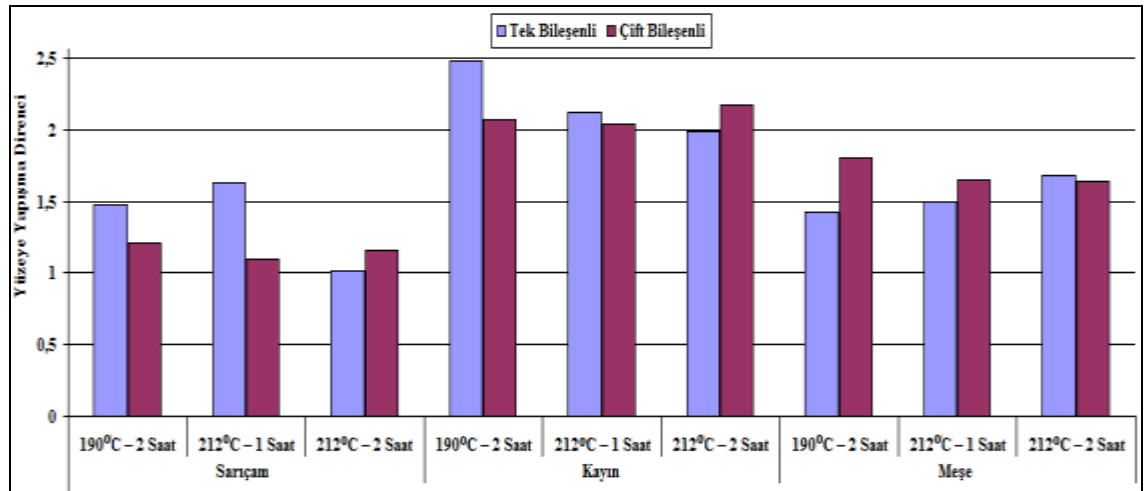
Çizelge 3.122. Ağaç türü - ısıt işlem - vernik çeşidi üçlü etkileşimine ait yüzeye yapışma direnci değerlerinin Duncan testi sonuçları (MPa).

Faktör ABC**		Tek Bileşenli		Çift Bileşenli	
		\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Sarıçam	190°C – 2 Saat	1,478	G	1,211	H
	212°C – 1 Saat	1,626	F	1,095	HI
	212°C – 2 Saat	1,011	I	1,159	H
Kayın	190°C – 2 Saat	2,476	A*	2,073	BCD
	212°C – 1 Saat	2,124	BC	2,038	CD
	212°C – 2 Saat	1,986	D	2,171	B
Meşe	190°C – 2 Saat	1,426	G	1,807	E
	212°C – 1 Saat	1,497	G	1,644	F
	212°C – 2 Saat	1,681	EF	1,641	F

LSD \pm 0,1276

\bar{X} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik grubu, *: En yüksek yüzeye yapışma değerini ifade etmektedir.

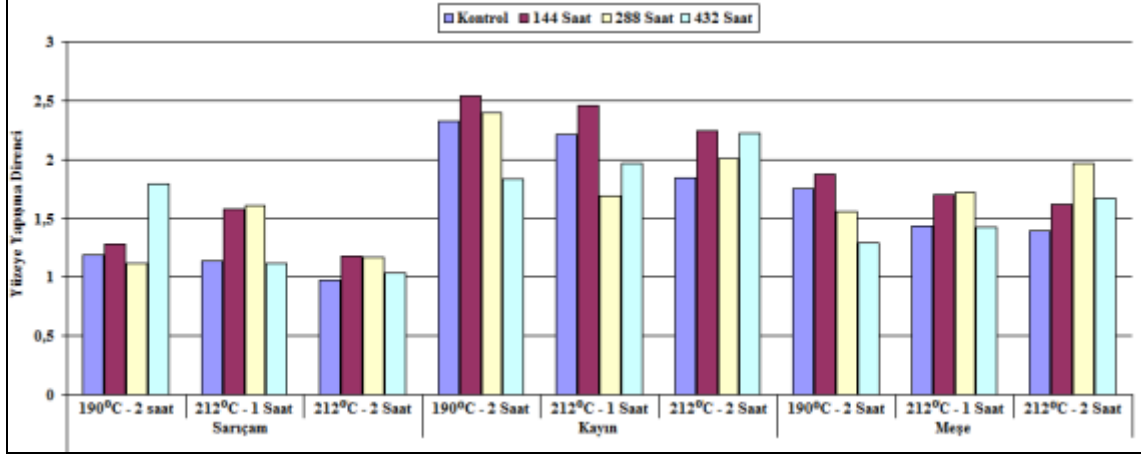
**A: Isıt işlem, B: Isıt işlem, C: Vernik çeşidi



Şekil 3.101. Ağaç türü - ısıt işlem - vernik çeşidi etkileşimine ait yüzeye yapışma direnci değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.122'e göre ağaç türü - ısıt işlem - vernik çeşidine etkileşimi düzeyinde, yüzeye yapışma direnci değeri en yüksek 190°C'de 2 saat ısıt işlem görmüş ve tek bileşenli vernik ile verniklenmiş kayında, en düşük 212°C'de 2 saat ısıt işlem görmüş ve tek bileşenli vernik ile verniklenmiş sarıçamda tespit edilmiştir.

Ağaç türü - ısıl işlem - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi üçlü karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.123’de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.102’de gösterilmiştir.



Şekil 3.102. Ağaç türü - ısıl işlem - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait yüzeye yapışma direnci değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.123. Ağaç türü - ısıl işlem - yaşlandırma periyodu üçlü etkileşimine ait yüzeye yapışma direnci değerlerinin Duncan testi sonuçları (MPa).

Faktör ABD**		Yaşlandırma Periyodu							
		Kontrol		144 Saat		288 Saat		432 Saat	
		\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Sarıçam	190°C - 2 saat	1,192	OP	1,275	NO	1,121	OPQ	1,792	FGHI
	212°C - 1 Saat	1,136	OPQ	1,580	JKL	1,605	JKL	1,120	OPQ
	212°C - 2 Saat	0,970	Q	1,176	OP	1,164	OP	1,032	PQ
Kayın	190°C - 2 Saat	2,322	BCD	2,537	A*	2,401	ABC	1,836	EFGH
	212°C - 1 Saat	2,211	D	2,457	AB	1,686	HIJK	1,970	EF
	212°C - 2 Saat	1,846	EFGH	2,246	CD	2,004	E	2,219	D
Meşe	190°C - 2 Saat	1,750	GHIJ	1,870	EFG	1,555	KLM	1,293	NO
	212°C - 1 Saat	1,435	LMN	1,699	GHIJK	1,721	GHIJK	1,426	LMN
	212°C - 2 Saat	1,389	MN	1,615	IJK	1,970	EF	1,669	HIJK
LSD \pm 0,1804									

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek yüzeye yapışma direnci değerini ifade etmektedir.

****A**: Ağaç türü, **B**: Isıl işlem, **D**: Yaşlandırma periyodu

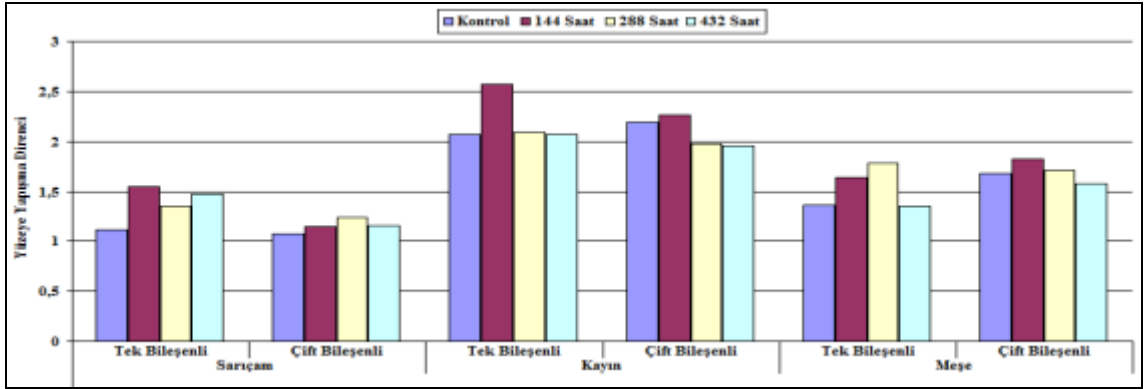
Çizelge 3.123’e göre ağaç türü - ısıl işlem - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde, yüzeye yapışma direnci değeri en yüksek, 190°C’de 2 saat süre ile ısıl işlem görmüş ve 144 saatlik UV yaşlandırma yapılan kayın örneklerde, en düşük 212°C’de 2 saat süre ile ısıl işlem görmüş sarıçam kontrol örneklerinde elde edilmiştir.

Ağaç türü – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi üçlü karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.124’de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.103’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.124. Ağaç türü - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu üçlü etkileşimine ait yüzeye yapışma direnci değerlerinin Duncan testi sonuçları (MPa).

Faktör ACD**		Yaşlandırma Periyodu							
		Kontrol		144 Saat		288 Saat		432 Saat	
		\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Sarıçam	Tek Bileşenli	1,120	MN	1,543	IJ	1,353	KL	1,471	JK
	Çift Bileşenli	1,078	N	1,144	MN	1,240	LM	1,158	MN
Kayın	Tek Bileşenli	2,066	CD	2,565	A*	2,084	CD	2,065	CD
	Çift Bileşenli	2,187	BC	2,261	B	1,976	D	1,952	DE
Meşe	Tek Bileşenli	1,365	KL	1,637	GHI	1,783	FG	1,354	KL
	Çift Bileşenli	1,684	FGHI	1,819	EF	1,714	FGH	1,572	HIJ
LSD \pm 0,1473									

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek yüzeye yapışma direnci değerini ifade etmektedir.
 **: A: Ağaç türü, C: Vernik çeşidi, D: Yaşlandırma periyodu



Şekil 3.103. Ağaç türü – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait yüzeye yapışma direnci değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

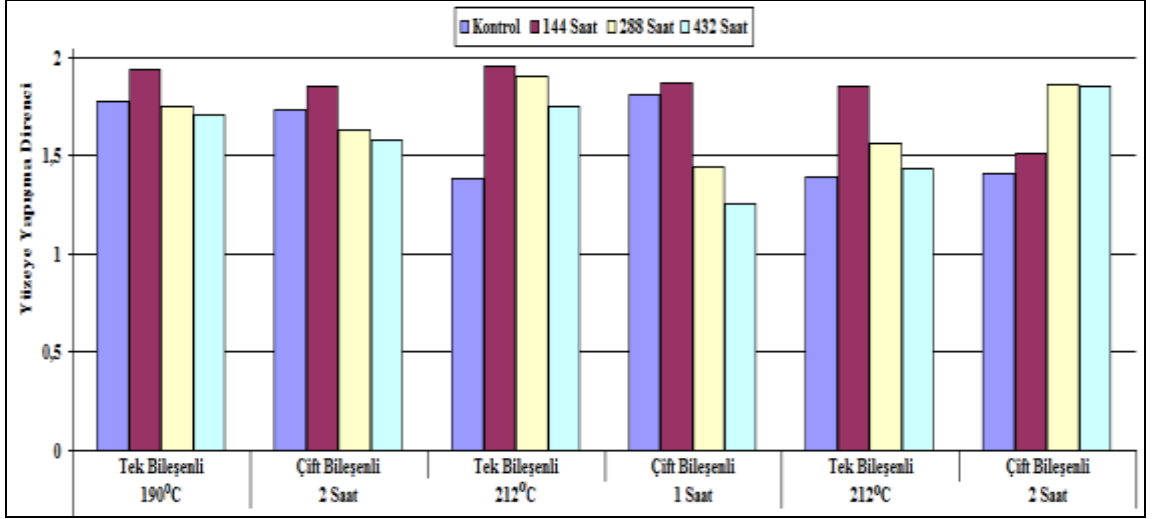
Çizelge 3.124'e göre ağaç türü – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde, yüzeye yapışma direnci değeri en yüksek tek bileşenli vernik ile verniklenmiş kayının 144 saatlik UV yaşlandırma yapılan örneklerde, en düşük çift bileşenli vernik ile verniklenmiş sarıçamın kontrol örneklerinde tespit edilmiştir.

Isıl işlem – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi üçlü karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.125'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.104'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.125. Isıl işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu üçlü etkileşimine ait yüzeye yapışma direnci değerlerinin Duncan testi sonuçları (MPa).

Faktör BCD**		Yaşlandırma Periyodu							
		Kontrol		144 Saat		288 Saat		432 Saat	
		\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
190°C 2 Saat	Tek Bileşenli	1,778	CDEF	1,938	AB	1,753	DEF	1,705	EFG
	Çift Bileşenli	1,732	DEF	1,849	ABCDE	1,632	FGH	1,576	GHI
212°C 1 Saat	Tek Bileşenli	1,382	JK	1,957	A*	1,902	ABC	1,753	DEF
	Çift Bileşenli	1,806	BCDE	1,867	ABCD	1,438	IJ	1,258	K
212°C 2 Saat	Tek Bileşenli	1,391	JK	1,850	ABCDE	1,565	GHI	1,432	IJ
	Çift Bileşenli	1,412	J	1,507	HIJ	1,860	ABCD	1,848	ABCDE
LSD \pm 0,1473									

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek yüzeye yapışma direnci değerini ifade etmektedir.
 **: B: Isıl işlem, C: Vernik çeşidi, D: Yaşlandırma periyodu



Şekil 3.104. Isıl işlem – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait yüzeye yapışma direnci değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.125'e göre ısıl işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyoduna etkileşimi düzeyinde, yüzeye yapışma direnci değeri en yüksek 212°C'de 1 saat süre ile ısıl işlem görmüş ve tek bileşenli vernik ile verniklenmiş ve 144 saatlik UV yaşlandırma yapılan örneklerde, en düşük 212°C'de 1 saat süre ile ısıl işlem görmüş ve çift bileşenli vernik ile verniklenmiş ve 432 saatlik UV yaşlandırma yapılan örneklerde elde edilmiştir.

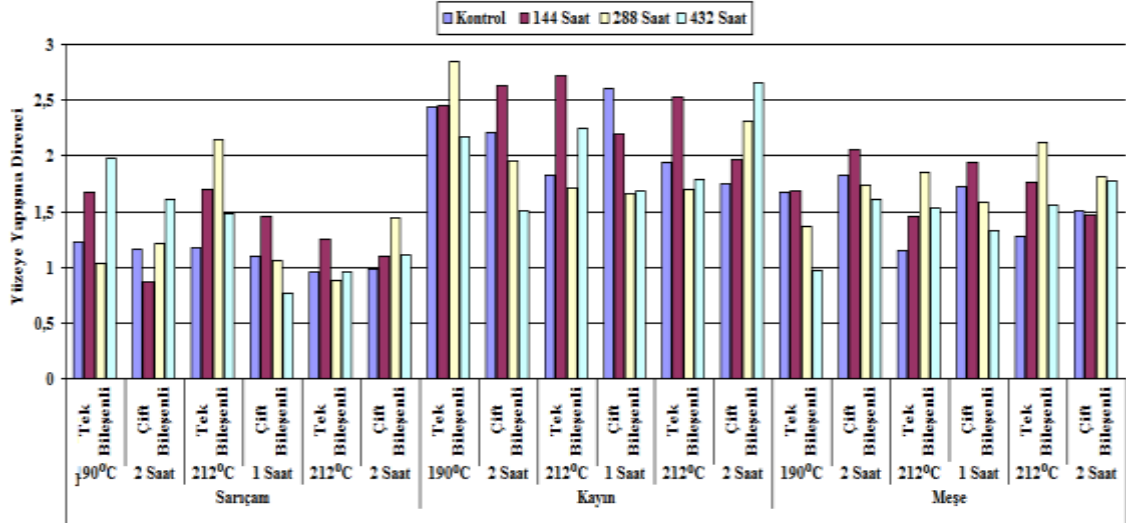
Tekli, ikili ve üçlü karşılaştırmaların sonuçlarını topluca görmek amacıyla, ağaç türü – ısıl işlem – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.128'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.105'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.126. Ağaç türü - ısıt işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu dörtlü etkileşimine ait yüzeye yapışma direnci değerlerinin Duncan testi sonuçları (MPa).

Ağaç Türü	Isıt İşlem	Vernik Çeşidi	Yaş. Per.	\bar{x}	HG	Ağaç Türü	Isıt İşlem	Vernik Çeşidi	Yaş. Per.	\bar{x}	HG
Kayın	190°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	2,852	A	Sarıçam	190°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	1,677	PQRSTUV
Kayın	212°C 1 saat	Tek bileşenli	144 saat	2,715	AB	Meşe	190°C 2 saat	Tek bileşenli	Kontrol	1,674	PQRSTUV
Kayın	212°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	2,655	ABC	Kayın	212°C 1 saat	Çift bileşenli	288 saat	1,662	PQRSTUV
Kayın	190°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	2,624	ABC	Meşe	190°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	1,614	PQRSTUVW
Kayın	212°C 1 saat	Çift bileşenli	Kontrol	2,601	ABC	Sarıçam	190°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	1,604	PQRSTUVW
Kayın	212°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	2,531	BCD	Meşe	212°C 1 saat	Çift bileşenli	288 saat	1,589	QRSTUVW
Kayın	190°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	2,450	CDE	Meşe	212°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	1,559	RSTUVWX
Kayın	190°C 2 saat	Tek bileşenli	Kontrol	2,437	CDE	Meşe	212°C 1 saat	Tek bileşenli	432 saat	1,529	RSTUVWX
Kayın	212°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	2,316	DEF	Kayın	190°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	1,509	STUVWXY
Kayın	212°C 1 saat	Tek bileşenli	432 saat	2,249	EFG	Meşe	212°C 2 saat	Çift bileşenli	Kontrol	1,504	STUVWXYZ
Kayın	190°C 2 saat	Çift bileşenli	Kontrol	2,208	EFGH	Sarıçam	212°C 1 saat	Tek bileşenli	432 saat	1,479	TUVWXYZ
Kayın	212°C 1 saat	Çift bileşenli	144 saat	2,199	EFGHI	Meşe	212°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	1,464	UVWXYZ[
Kayın	190°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	2,164	FGHIJ	Sarıçam	212°C 1 saat	Çift bileşenli	144 saat	1,461	UVWXYZ\
Sarıçam	212°C 1 saat	Tek bileşenli	288 saat	2,146	FGHIJ	Meşe	212°C 1 saat	Tek bileşenli	144 saat	1,457	UVWXYZ\
Meşe	212°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	2,124	FGHIJ	Sarıçam	212°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	1,448	VWXYZ\
Meşe	190°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	2,052	GHIJK	Meşe	190°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	1,371	WXYZ\]
Sarıçam	190°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	1,979	HIJKL	Meşe	212°C 1 saat	Çift bileşenli	432 saat	1,323	XYZ\]^
Kayın	212°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	1,960	HIJKLM	Meşe	212°C 2 saat	Tek bileşenli	Kontrol	1,273	YZ\]^_
Kayın	190°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	1,950	IJKLMN	Sarıçam	212°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	1,253	Z\]^_
Kayın	212°C 2 saat	Tek bileşenli	Kontrol	1,941	JKLMNO	Sarıçam	190°C 2 saat	Tek bileşenli	Kontrol	1,222	[\]^_`
Meşe	212°C 1 saat	Çift bileşenli	144 saat	1,940	JKLMNO	Sarıçam	190°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	1,208	\]^_`a
Meşe	212°C 1 saat	Tek bileşenli	288 saat	1,852	KLMNOP	Sarıçam	212°C 1 saat	Tek bileşenli	Kontrol	1,178]^_`a
Meşe	190°C 2 saat	Çift bileşenli	Kontrol	1,825	KLMNOPQ	Sarıçam	190°C 2 saat	Çift bileşenli	Kontrol	1,161]^_`a
Kayın	212°C 1 saat	Tek bileşenli	Kontrol	1,821	KLMNOPQ	Meşe	212°C 1 saat	Tek bileşenli	Kontrol	1,148]^_`a
Meşe	212°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	1,815	KLMNOPQ	Sarıçam	212°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	1,110	^_`ab
Kayın	212°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	1,782	LMNOPQR	Sarıçam	212°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	1,099	^_`ab
Meşe	212°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	1,780	LMNOPQR	Sarıçam	212°C 1 saat	Çift bileşenli	Kontrol	1,094	^_`ab
Meşe	212°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	1,767	LMNOPQR	Sarıçam	212°C 1 saat	Çift bileşenli	288 saat	1,064	_`ab
Kayın	212°C 2 saat	Çift bileşenli	Kontrol	1,752	LMNOPQRS	Sarıçam	190°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	1,035	_`ab
Meşe	190°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	1,739	LMNOPQRS	Sarıçam	212°C 2 saat	Çift bileşenli	Kontrol	0,980	`abc
Meşe	212°C 1 saat	Çift bileşenli	Kontrol	1,722	MNOPQRST	Meşe	190°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	0,973	`abc
Kayın	212°C 1 saat	Tek bileşenli	288 saat	1,709	MNOPQRSTU	Sarıçam	212°C 2 saat	Tek bileşenli	Kontrol	0,960	abc
Sarıçam	212°C 1 saat	Tek bileşenli	144 saat	1,700	NOPQRSTUV	Sarıçam	212°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	0,953	abc
Kayın	212°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	1,692	OPQRSTUV	Sarıçam	212°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	0,879	bc
Kayın	212°C 1 saat	Çift bileşenli	432 saat	1,690	OPQRSTUV	Sarıçam	190°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	0,873	bc
Meşe	190°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	1,688	OPQRSTUV	Sarıçam	212°C 1 saat	Çift bileşenli	432 saat	0,761	c

LSD ± 0,2551

\bar{X} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik grubu



Şekil 3.105. Ağaç türü - ısıl işlem – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait yüzeye yapışma direnci değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.126'ya göre ağaç türü - ısıl işlem – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde, yüzeye yapışma direnci değeri en yüksek, 190°C'de 2 saat süre ile ısıl işlem görmüş ve tek bileşenli vernik ile verniklenmiş kayının 288 saatlik UV yaşlandırma yapılan örneklerde, en düşük 212°C'de 1 saat süre ile ısıl işlem görmüş ve çift bileşenli vernik ile verniklenmiş sarıçamın 432 saatlik UV yaşlandırma yapılan örneklerinde elde edilmiştir.

3.6. SALINIMSAL SERTLİK DEĞERİNE İLİŞKİN BULGULAR VE TARTIŞMA

Farklı sıcaklık ve sürelerde ısıl işlem görmüş farklı ağaç malzemelerin, su bazlı tek ve çift bileşenli vernikler ile verniklendikten sonra yaşlandırma uygulamasına maruz bırakılan deney örneklerinde elde edilen ortalama salınımsal sertlik değerleri Çizelge 3.127'de verilmiştir.

Çizelge 3.127. Salımsal sertlik değerlerinin aritmetik ortalama değerleri.

Faktör ABCD*			Yaşlandırma Periyodu				
			Kontrol**	144 Saat	288 Saat	432 Saat	
Sarıçam	190°C 2 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	19,30	41,20	38,00	46,00
			X min	18,00	40,00	35,00	44,00
			X max	20,00	44,00	39,00	48,00
			S	0,67	1,32	1,63	1,25
		Çift Bileşenli	\bar{X}	52,60	107,40	90,20	102,90
			X min	50,00	103,00	85,00	100,00
			X max	55,00	111,00	97,00	110,00
			S	1,58	2,88	3,82	3,18
	212°C 1 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	21,30	43,10	37,40	46,30
			X min	20,00	40,00	34,00	45,00
			X max	22,00	47,00	40,00	47,00
			S	0,82	2,02	2,12	0,82
		Çift Bileşenli	\bar{X}	58,70	98,50	79,50	102,90
			X min	53,00	95,00	78,00	95,00
			X max	69,00	103,00	82,00	111,00
			S	4,72	2,27	1,35	6,08
	212°C 2 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	20,40	43,50	35,90	42,60
			X min	19,00	41,00	32,00	42,00
			X max	21,00	45,00	39,00	45,00
			S	0,84	1,18	2,23	0,97
		Çift Bileşenli	\bar{X}	54,00	84,10	71,60	94,10
			X min	48,00	78,00	66,00	82,00
			X max	58,00	88,00	77,00	102,00
			S	3,20	3,31	3,72	6,33
Kayın	190°C 2 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	20,90	41,50	45,40	49,10
			X min	19,00	40,00	44,00	48,00
			X max	23,00	43,00	47,00	52,00
			S	1,29	1,27	0,97	1,45
		Çift Bileşenli	\bar{X}	72,50	98,20	104,50	110,80
			X min	70,00	93,00	103,00	107,00
			X max	75,00	102,00	106,00	116,00
			S	1,78	2,78	0,84	3,46
	212°C 1 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	21,10	44,80	39,70	51,00
			X min	18,00	44,00	36,00	49,00
			X max	25,00	46,00	43,00	53,00
			S	1,97	0,92	2,21	1,56
		Çift Bileşenli	\bar{X}	74,10	108,20	86,20	110,30
			X min	70,00	106,00	83,00	104,00
			X max	81,00	111,00	89,00	116,00
			S	3,00	1,87	2,20	4,37
	212°C 2 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	26,90	45,30	42,20	50,10
			X min	26,00	42,00	40,00	48,00
			X max	29,00	47,00	44,00	52,00
			S	1,10	1,42	1,23	1,20
		Çift Bileşenli	\bar{X}	84,30	104,90	101,70	110,80
			X min	79,00	104,00	99,00	103,00
			X max	88,00	107,00	104,00	117,00
			S	3,06	1,29	1,42	4,10
Meşe	190°C 2 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	20,10	43,80	39,50	50,10
			X min	19,00	42,00	38,00	47,00
			X max	22,00	46,00	40,00	53,00
			S	0,88	1,55	0,71	2,08
		Çift Bileşenli	\bar{X}	82,00	121,50	117,60	117,30
			X min	76,00	117,00	115,00	109,00
			X max	86,00	126,00	121,00	125,00
			S	3,83	3,24	1,96	4,42
	212°C 1 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	20,00	41,50	44,80	45,50
			X min	18,00	40,00	44,00	43,00
			X max	21,00	43,00	46,00	48,00
			S	1,05	1,18	0,79	1,72
		Çift Bileşenli	\bar{X}	71,90	127,70	113,30	126,90
			X min	61,00	121,00	111,00	119,00
			X max	79,00	132,00	115,00	136,00
			S	6,97	3,23	1,42	6,05
	212°C 2 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	27,90	37,80	41,20	45,70
			X min	27,00	36,00	40,00	44,00
			X max	29,00	40,00	43,00	47,00
			S	0,74	1,40	1,03	0,82
		Çift Bileşenli	\bar{X}	81,60	108,10	75,20	105,10
			X min	78,00	103,00	71,00	98,00
			X max	86,00	115,00	79,00	111,00
			S	2,55	4,18	2,74	4,36

*: A: Ağaç türü, B: Isıl işlem, C: Vernik çeşidi, D: Yaşlandırma periyodu

** : Kontrol örneklerine herhangi bir yaşlandırma işlemi uygulanmamıştır.

Salınımsal sertlik değerleri, ağaç türü, ısıtma işlemi, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyoduna göre farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla Çoklu Varyans analizi (ANOVA) yapılmış ve sonuçları Çizelge 3.128’de verilmiştir.

Çizelge 3.128. Ağaç türü, ısıtma işlemi, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyodunun salınımsal sertlik değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	P, $\alpha=0.05$
Ağaç Türü (A)	2	17301,211	8650,606	1174,1182	0,0000*
Isıtma işlemi (B)	2	2243,353	1121,676	152,2414	0,0000
Etkileşim (AB)	4	4245,639	1061,410	144,0616	0,0000
Vernik Çeşidi (C)	1	578170,012	578170,012	78473,1098	0,0000
Etkileşim (AC)	2	10950,233	5475,117	743,1195	0,0000
Etkileşim (BC)	2	2659,008	1329,504	180,4492	0,0000
Etkileşim (ABC)	4	2888,783	722,196	98,0213	0,0000
Yaşlandırma Periyodu (D)	3	111164,849	37054,950	5029,3461	0,0000
Etkileşim (AD)	6	1387,122	231,187	31,3783	0,0000
Etkileşim (BD)	6	4967,914	827,986	112,3798	0,0000
Etkileşim (ABD)	12	3735,828	311,319	42,2543	0,0000
Etkileşim (CD)	3	7416,782	2472,261	335,5518	0,0000
Etkileşim (ACD)	6	1642,256	273,709	37,1497	0,0000
Etkileşim (BCD)	6	2111,081	351,847	47,7550	0,0000
Etkileşim (ABCD)	12	3134,794	261,233	35,4563	0,0000
Hata	648	4774,300	7,368		
Toplam	719	758793,165			

*: Anlamli ($\alpha = 0,05$ 'e göre)

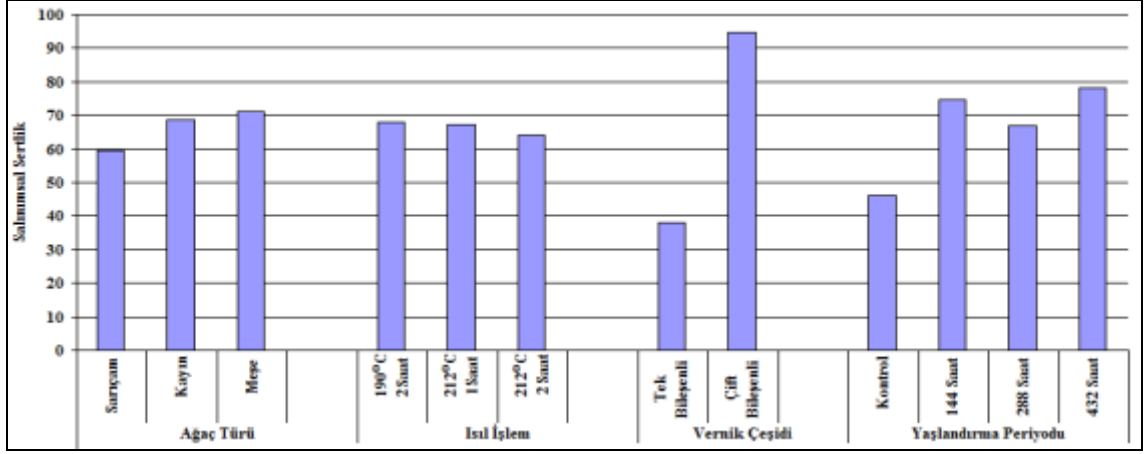
Varyans analiz sonucuna göre ağaç türü, ısıtma işlemi, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyodu faktörleri ve bu faktörlerin karşılıklı etkileşimleri anlamlı çıkmıştır ($\alpha=0,05$).

Daha sonra LSD kritik değeri kullanılarak ağaç türü, ısıtma işlemi, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyodu düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.129’de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.106’da gösterilmiştir.

Çizelge 3.129. Ağaç türü, ısıtma işlemi, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyodu değişkenlerinde salınımsal sertlik değerlerine ait Duncan testi sonuçları.

Faktör		\bar{X}	HG	
Ağaç Türü	Sarıçam	59,65	C	LSD \pm 0,4866
	Kayın	68,52	B	
	Meşe	71,09	A*	
Isıtma İşlemi	190°C – 2 Saat	68,02	A*	LSD \pm 0,4866
	212°C – 1 Saat	67,28	B	
	212°C – 2 Saat	63,96	C	
Vernik Çeşidi	Tek Bileşenli	38,08	B	LSD \pm 0,3973
	Çift Bileşenli	94,76	A*	
Yaşlandırma Periyodu	Kontrol	46,09	D	LSD \pm 0,5618
	144 Saat	74,51	B	
	288 Saat	66,88	C	
	432 Saat	78,19	A*	

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



Şekil 3.106. Ağaç türü, ısıl işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyoduna ait salımsal sertlik değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

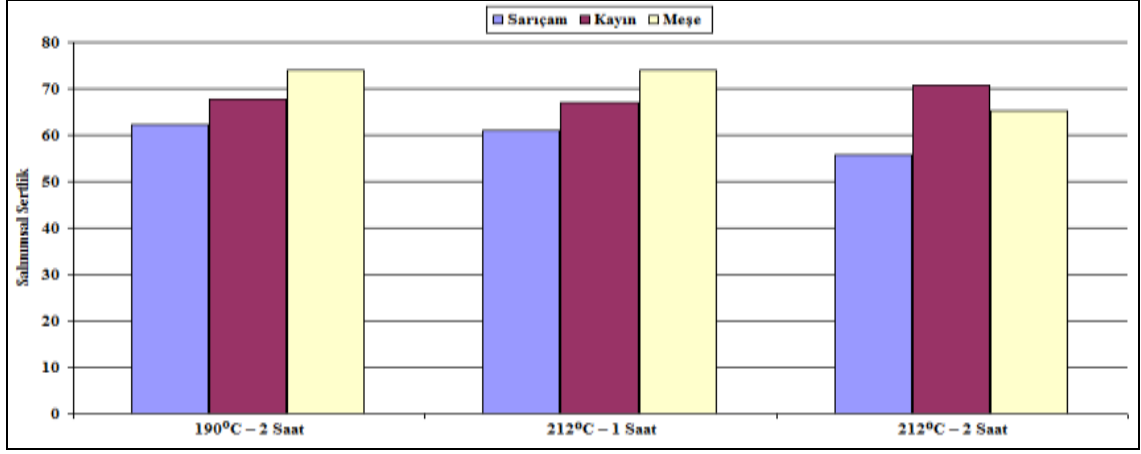
Çizelge 3.129'a göre ağaç türü düzeyinde salımsal sertlik değeri en yüksek meşede, en düşük sarıçamda tespit edilmiştir. Isıl işlem düzeyinde, salımsal sertlik değeri en yüksek 190°C'de 2 saat ısıl işlem görmüş örneklerde, en düşük 212°C'de 2 saat ısıl işlem görmüş örneklerde elde edilmiştir. Vernik çeşidi faktörü düzeyinde salımsal sertlik değeri en yüksek çift bileşenli vernikte, en düşük tek bileşenli vernikte elde edilmiştir. Salımsal sertlik değeri en yüksek 432 saatlik UV yaşlandırmaya maruz kalmış örneklerinde, en düşük kontrol örneklerinde tespit edilmiştir.

Ağaç türü - ısıl işlem etkileşimi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.130'da verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.107'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.130. Ağaç türü - ısıl işlem ikili etkileşimine ait salımsal sertlik değerlerinin Duncan testi sonuçları.

Faktör AB	190°C – 2 Saat		212°C – 1 Saat		212°C – 2 Saat	
	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Sarıçam	62,20	F	60,96	G	55,78	H
Kayın	67,86	C	66,93	D	70,78	B
Meşe	73,99	A*	73,95	A	65,32	E
LSD \pm 0,8428						

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek salımsal sertlik değerini ifade etmektedir.
A: Ağaç türü, B: Isıl işlem



Şekil 3.107. Ağaç türü - ısıtım etkileşimine ait salınımnal sertlik değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.130'a göre ağaç türü - ısıtım etkileşimi düzeyinde, salınımnal sertlik değeri en yüksek 190°C'de 2 saat ve 212°C'de 1 saat ısıtım görmüş meşede, en düşük 212°C'de 2 saat ısıtım görmüş sarıçamda elde edilmiştir.

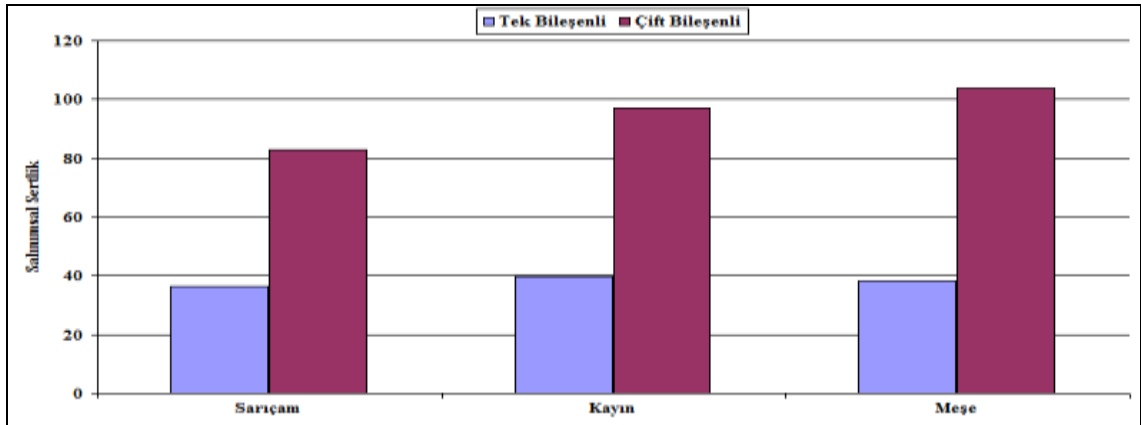
Ağaç türü - vernik çeşidi etkileşimi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.131'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.108'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.131. Ağaç türü - vernik çeşidi ikili etkileşimine ait salınımnal sertlik değerlerinin Duncan testi sonuçları.

Faktör AC	Tek Bileşenli		Çift Bileşenli	
	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Sarıçam	36,25	F	83,04	C
Kayın	39,83	D	97,21	B
Meşe	38,16	E	104,00	A*

LSD \pm 0,6881

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek salınımnal sertlik değerini ifade etmektedir.
A: Ağaç türü, C: Vernik çeşidi



Şekil 3.108. Ağaç türü - vernik çeşidi etkileşimine ait salınımnal sertlik değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

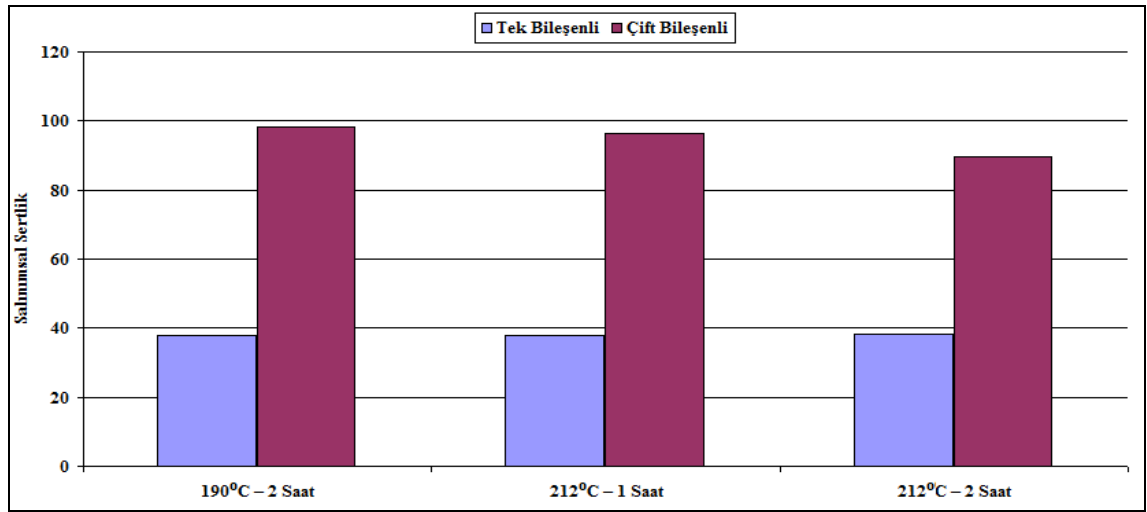
Çizelge 3.131'e göre ağaç türü - vernik çeşidi etkileşimi düzeyinde, salınımsal sertlik değeri en yüksek çift bileşenli vernik ile verniklenmiş meşede, en düşük tek bileşenli vernik ile verniklenmiş sarıçamda tespit edilmiştir.

Isıl işlem – vernik çeşidi etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.132'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.109'da gösterilmiştir.

Çizelge 3.132. Isıl işlem - vernik çeşidi ikili etkileşimine ait salınımsal sertlik değerlerinin Duncan testi sonuçları.

Faktör BC	Tek Bileşenli		Çift Bileşenli	
	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
190°C – 2 Saat	37,91	D	98,13	A*
212°C – 1 Saat	38,04	D	96,52	B
212°C – 2 Saat	38,29	D	89,63	C
LSD + 0,6881				

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek salınımsal sertlik değerini ifade etmektedir.
B: Isıl işlem, C: Vernik çeşidi



Şekil 3.109. Isıl işlem – vernik çeşidi etkileşimine ait salınımsal sertlik değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

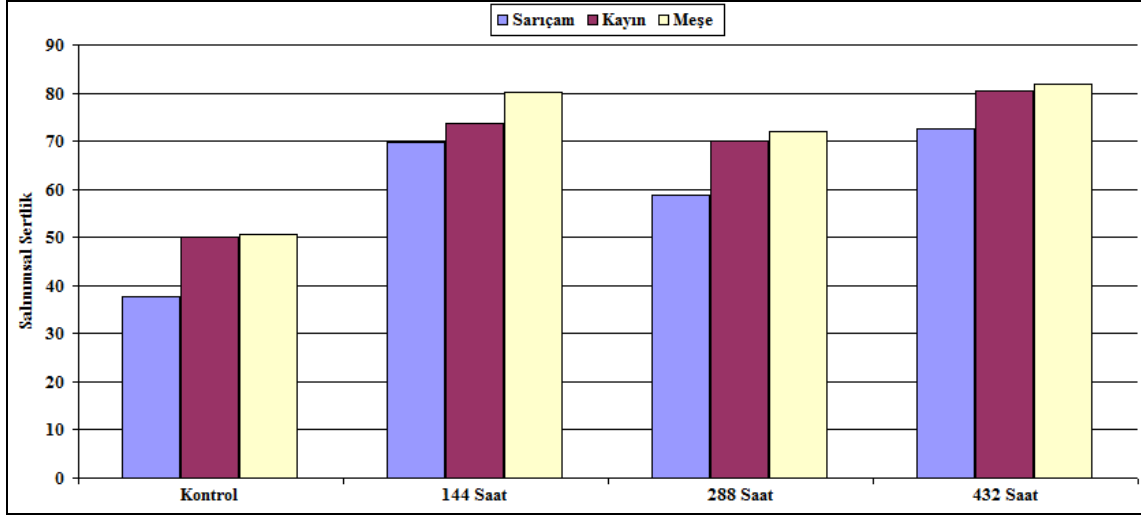
Çizelge 3.132'e göre ısıl işlem - vernik çeşidi etkileşimi düzeyinde salınımsal sertlik değeri en yüksek 190°C'de 2 saat süre ile ısıl işlem görmüş ve çift bileşenli vernik ile verniklenmiş örneklerde, en düşük 190°C'de 2 saat, 212°C'de 1 saat, 212°C'de 2 saat süre ile ısıl işlem görmüş ve tek bileşenli vernik ile verniklenmiş örneklerde elde edilmiştir.

Ağaç türü – yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.133'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.110'da gösterilmiştir.

Çizelge 3.133. Ağaç türü - yaşlandırma periyodu ikili etkileşimine ait salınımsal sertlik değerlerinin Duncan testi sonuçları.

Faktör AD	Yaşlandırma Periyodu							
	Kontrol		144 Saat		288 Saat		432 Saat	
	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Sarıçam	37,72	H	69,63	E	58,77	F	72,47	D
Kayın	49,97	G	73,82	C	69,95	E	80,35	B
Meşe	50,58	G	80,07	B	71,93	D	81,77	A*
LSD \pm 0,9731								

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek salınımsal sertlik değerini ifade etmektedir.
A: Ağaç türü, D: Yaşlandırma periyodu



Şekil 3.110. Ağaç türü – yaşlandırma periyodu etkileşimine ait salınımsal sertlik değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

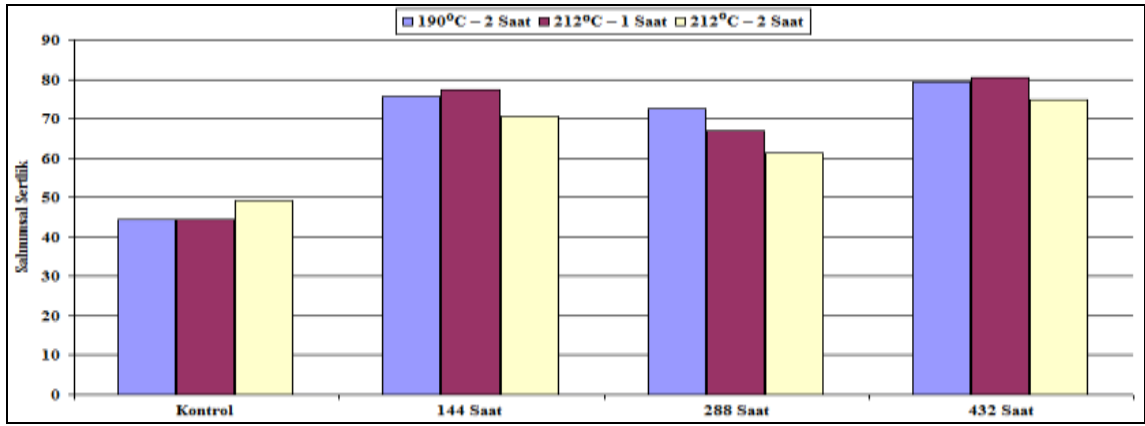
Çizelge 3.133'e göre ağaç türü - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde, salınımsal sertlik değeri en yüksek meşede 432 saatlik UV yaşlandırma yapılan örneklerde, en düşük salınımsal sertlik değeri sarıçam kontrol örneklerinde tespit edilmiştir.

Isıl işlem - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.134'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.111'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.134. Isıl işlem - yaşlandırma periyodu ikili etkileşimine ait salınımsal sertlik değerlerinin Duncan testi sonuçları.

Faktör BD	Yaşlandırma Periyodu							
	Kontrol		144 Saat		288 Saat		432 Saat	
	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
190°C – 2 Saat	44,57	J	75,60	D	72,53	E	79,37	B
212°C – 1 Saat	44,52	J	77,30	C	66,82	G	80,48	A*
212°C – 2 Saat	49,18	I	70,62	F	61,30	H	74,73	D
LSD \pm 0,9731								

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek salınımsal sertlik değerini ifade etmektedir.
B: Isıl işlem, D: Yaşlandırma periyodu



Şekil 3.111. Isıl işlem – yaşlandırma periyodu etkileşimine ait salinimnal sertlik değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

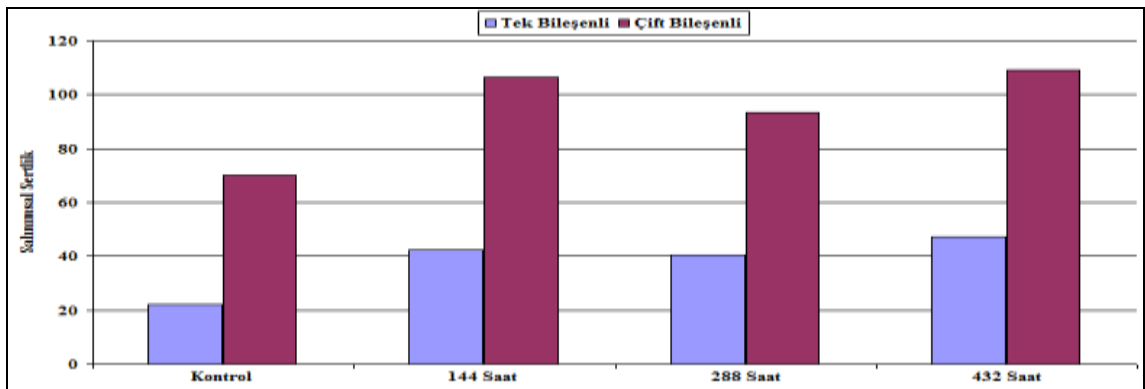
Çizelge 3.134'e göre ısıl işlem - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde, salinimnal sertlik değeri en yüksek, 212°C'de 1 saat süre ile ısıl işlem görmüş ve 432 saatlik UV yaşlandırma yapılan örneklerde, en düşük 212°C'de 1 saat ve 190°C'de 2 saat süre ile ısıl işlem görmüş kontrol örneklerinde tespit edilmiştir.

Vernik çeşidi – yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.135'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.112'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.135. Vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu ikili etkileşimine ait salinimnal sertlik değerlerinin Duncan testi sonuçları.

Faktör CD	Yaşlandırma Periyodu							
	Kontrol		144 Saat		288 Saat		432 Saat	
	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Tek Bileşenli	21,99	H	42,50	F	40,46	G	47,38	E
Çift Bileşenli	70,19	D	106,50	B	93,31	C	109,00	A*
LSD \pm 0,7946								

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek salinimnal sertlik değerini ifade etmektedir.
C: Vernik çeşidi, D: Yaşlandırma periyodu



Şekil 3.112. Vernik çeşidi – yaşlandırma periyodu etkileşimine ait salinimnal sertlik değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.135'e göre vernik çeşidi – yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde, salınımsal sertlik değeri en yüksek 432 saatlik UV yaşlandırma yapılan ve çift bileşenli vernik ile verniklenmiş örneklerde, en düşük tek bileşenli vernik ile verniklenmiş kontrol örneklerinde elde edilmiştir.

Ağaç türü - ısıtma işlem - vernik çeşidi etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi üçlü karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.136'da verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.113'de gösterilmiştir.

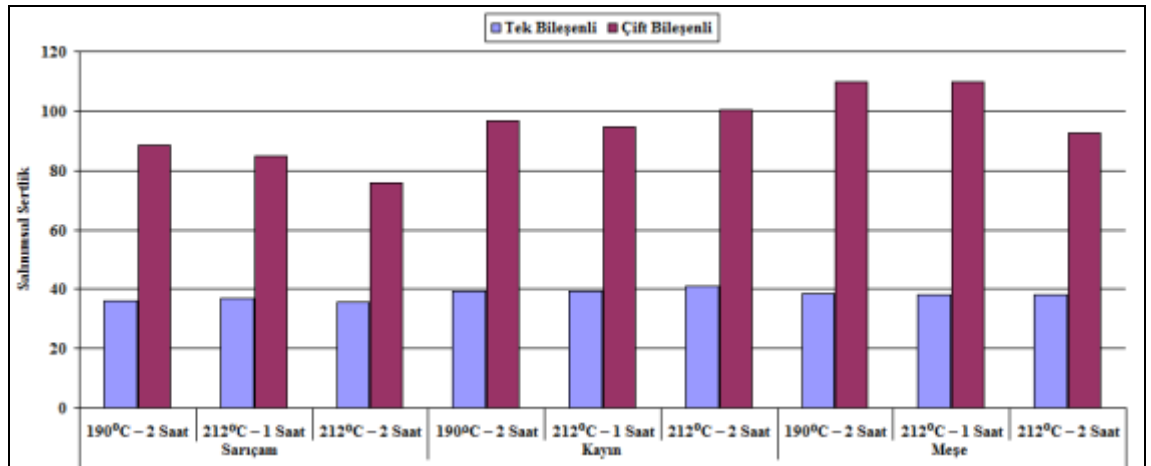
Çizelge 3.136. Ağaç türü - ısıtma işlem - vernik çeşidi üçlü etkileşimine ait salınımsal sertlik değerlerinin Duncan testi sonuçları.

Faktör ABC**		Tek Bileşenli		Çift Bileşenli	
		\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Sarıçam	190°C – 2 Saat	36,13	MN	88,28	F
	212°C – 1 Saat	37,03	LM	84,90	G
	212°C – 2 Saat	35,60	N	75,95	H
Kayın	190°C – 2 Saat	39,22	J	96,50	C
	212°C – 1 Saat	39,15	J	94,70	D
	212°C – 2 Saat	41,13	I	100,40	B
Meşe	190°C – 2 Saat	38,38	JK	109,60	A
	212°C – 1 Saat	37,95	KL	109,90	A*
	212°C – 2 Saat	38,15	JKL	92,50	E

LSD ± 1,192

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

** A: Isıtma işlem B: Isıtma işlem, C: Vernik çeşidi



Şekil 3.113. Ağaç türü - ısıtma işlem - vernik çeşidi etkileşimine ait salınımsal sertlik değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.136'ya göre ağaç türü - ısıtma işlem - vernik çeşidine etkileşimi düzeyinde, salınımsal sertlik değeri en yüksek 212°C'de 1 saat ve 190°C'de 2 saat ısıtma işlem görmüş ve çift bileşenli vernik ile verniklenmiş meşede, en düşük 212°C'de 2 saat ısıtma işlem görmüş ve tek bileşenli vernik ile verniklenmiş sarıçamda tespit edilmiştir.

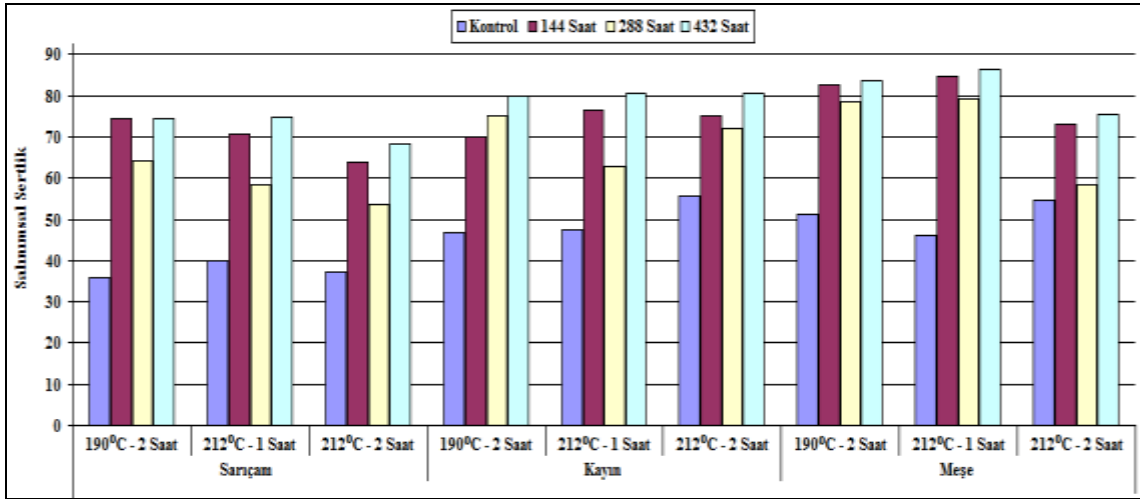
Ağaç türü - ısıl işlem - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi üçlü karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.137’de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.114’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.137. Ağaç türü - ısıl işlem - yaşlandırma periyodu üçlü etkileşimine ait salınımsal sertlik değerlerinin Duncan testi sonuçları.

Faktör ABD**		Yaşlandırma Periyodu							
		Kontrol		144 Saat		288 Saat		432 Saat	
		\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Sarıçam	190°C - 2 Saat	35,95	T	74,30	GH	64,10	M	74,45	GH
	212°C - 1 Saat	40,00	S	70,80	JK	58,45	N	74,60	GH
	212°C - 2 Saat	37,20	T	63,80	M	53,75	P	68,35	L
Kayın	190°C - 2 Saat	46,70	R	69,85	KL	74,95	FG	79,95	DE
	212°C - 1 Saat	47,60	R	76,50	F	62,95	M	80,65	D
	212°C - 2 Saat	55,60	O	75,10	FG	71,95	IJ	80,45	D
Meşe	190°C - 2 Saat	51,05	Q	82,65	C	78,55	E	83,70	BC
	212°C - 1 Saat	45,95	R	84,60	AB	79,05	DE	86,20	A*
	212°C - 2 Saat	54,75	OP	72,95	HI	58,20	N	75,40	FG
LSD \pm 1,686									

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

** : **A**: Ağaç türü, **B**: Isıl işlem, **D**: Yaşlandırma periyodu



Şekil 3.114. Ağaç türü - ısıl işlem - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait salınımsal sertlik değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.137’ye göre ağaç türü - ısıl işlem - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde, salınımsal sertlik değeri en yüksek, 212°C’de 1 saat süre ile ısıl işlem görmüş meşenin 432 saatlik UV yaşlandırma yapılan örneklerde, en düşük 190°C’de 2 saat ve 212°C’de 1 saat süre ile ısıl işlem görmüş sarıçamın kontrol örneklerinde elde edilmiştir.

Ağaç türü – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi üçlü karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.138’de verilmiş, buna ait grafik Şekil

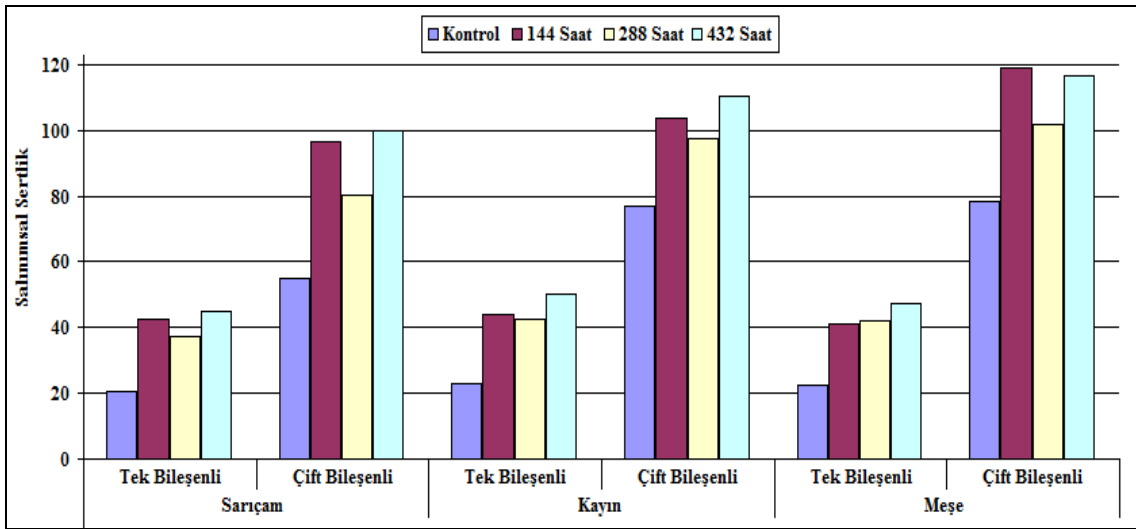
3.115’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.138. Ağaç türü - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu üçlü etkileşimine ait salınımsal sertlik değerlerinin Duncan testi sonuçları.

Faktör ACD**		Yaşlandırma Periyodu							
		Kontrol		144 Saat		288 Saat		432 Saat	
		\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Sarıçam	Tek Bileşenli	20,33	T	42,60	OP	37,10	R	44,97	N
	Çift Bileşenli	55,10	K	96,67	G	80,43	H	99,97	F
Kayın	Tek Bileşenli	22,97	S	43,87	NO	42,43	P	50,07	L
	Çift Bileşenli	76,97	J	103,80	D	97,47	G	110,60	C
Meşe	Tek Bileşenli	22,67	S	41,03	Q	41,83	PQ	47,10	M
	Çift Bileşenli	78,50	I	119,10	A*	102,0	E	116,40	B
LSD \pm 1,376									

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

** : A: Ağaç türü, C: Vernik çeşidi, D: Yaşlandırma periyodu



Şekil 3.115. Ağaç türü – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait salınımsal sertlik değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.138’e göre salınımsal sertlik değeri en yüksek çift bileşenli vernik ile verniklenmiş meşede 144 saatlik UV yaşlandırma yapılan örneklerde, en düşük tek bileşenli vernik ile verniklenmiş sarıçamın kontrol örneklerinde tespit edilmiştir.

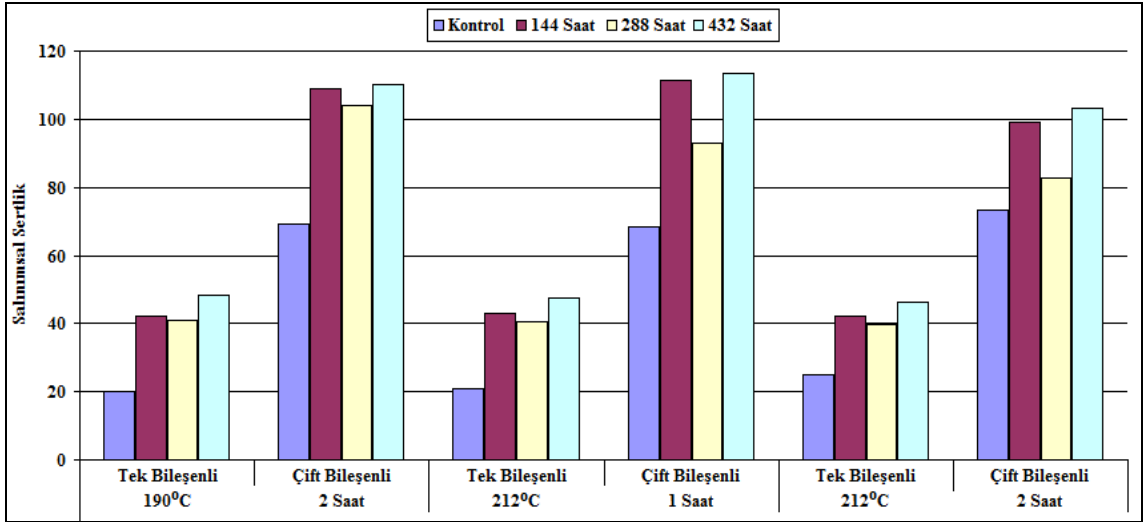
Isıl işlem – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi üçlü karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.139’da verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.116’da gösterilmiştir.

Çizelge 3.139. Isıl işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu üçlü etkileşimine ait salınımsal sertlik değerlerinin Duncan testi sonuçları.

Faktör BCD**		Yaşlandırma Periyodu							
		Kontrol		144 Saat		288 Saat		432 Saat	
		\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
190°C	Tek Bileşenli	20,10	P	42,17	LM	40,97	MN	48,40	J
	Çift Bileşenli	69,03	I	109,00	C	104,10	D	110,30	BC
212°C	Tek Bileşenli	20,80	P	43,13	L	40,63	N	47,60	J
	Çift Bileşenli	68,23	I	111,50	B	93,00	F	113,40	A*
212°C	Tek Bileşenli	25,07	O	42,20	LM	39,77	N	46,13	K
	Çift Bileşenli	73,30	H	99,03	E	82,83	G	103,30	D

LSD \pm 1,376

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek salınımsal sertlik değerini ifade etmektedir.
 : **B: Isıl işlem, **C**: Vernik çeşidi, **D**: Yaşlandırma periyodu



Şekil 3.116. Isıl işlem – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait salınımsal sertlik değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.139'a göre ısıl işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde, salınımsal sertlik değeri en yüksek 212°C'de 1 saat süre ile ısıl işlem görmüş ve çift bileşenli vernik ile verniklenmiş 432 saatlik UV yaşlandırma yapılan örneklerde, en düşük 190°C'de 2 saat ve 212°C'de 1 saat süre ile ısıl işlem görmüş ve tek bileşenli vernik ile verniklenmiş kontrol örneklerinde elde edilmiştir.

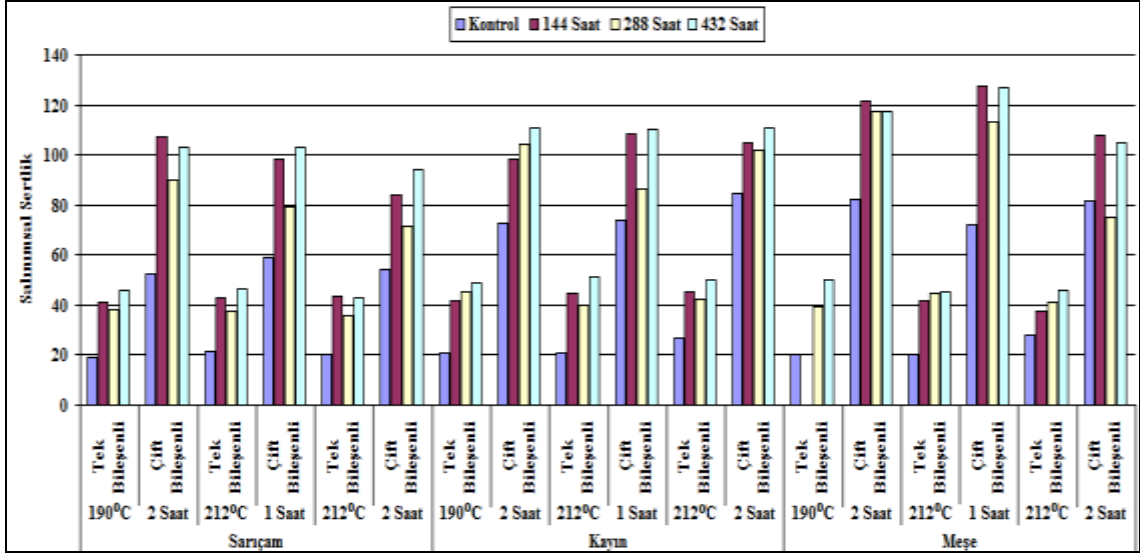
Tekli, ikili ve üçlü karşılaştırmaların sonuçlarını topluca görmek amacıyla, ağaç türü – ısıl işlem – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.140'da verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.117'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.140. Ağaç türü - ısı işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu dörtlü etkileşimine ait salınımsal sertlik değerlerinin Duncan testi sonuçları.

Ağaç Türü	Isıl İşlem	Vernik Çeşidi	Yaş. Per.	\bar{x}	HG	Ağaç Türü	Isıl İşlem	Vernik Çeşidi	Yaş. Per.	\bar{x}	HG
Meşe	212°C 1 saat	Çift bileşenli	144 saat	127,70	A	Kayın	212°C 1 saat	Tek bileşenli	432 saat	51,00	WX
Meşe	212°C 1 saat	Çift bileşenli	432 saat	126,90	A	Kayın	212°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	50,10	X
Meşe	190°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	121,50	B	Meşe	190°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	50,10	X
Meşe	190°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	117,60	C	Kayın	190°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	49,10	X
Meşe	190°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	117,30	C	Sarıçam	212°C 1 saat	Tek bileşenli	432 saat	46,30	Y
Meşe	212°C 1 saat	Çift bileşenli	288 saat	113,30	D	Sarıçam	190°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	46,00	YZ
Kayın	190°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	110,80	E	Meşe	212°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	45,70	YZI
Kayın	212°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	110,80	E	Meşe	212°C 1 saat	Tek bileşenli	432 saat	45,50	YZI
Kayın	212°C 1 saat	Çift bileşenli	432 saat	110,30	EF	Kayın	190°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	45,40	YZI\
Kayın	212°C 1 saat	Çift bileşenli	144 saat	108,20	FG	Kayın	212°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	45,30	YZI\
Meşe	212°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	108,10	FG	Kayın	212°C 1 saat	Tek bileşenli	144 saat	44,80	YZI\]
Sarıçam	190°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	107,40	GH	Meşe	212°C 1 saat	Tek bileşenli	288 saat	44,80	YZI\]
Meşe	212°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	105,10	HI	Meşe	190°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	43,80	ZI\^
Kayın	212°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	104,90	I	Sarıçam	212°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	43,50	I\I\^_
Kayın	190°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	104,50	I	Sarıçam	212°C 1 saat	Tek bileşenli	144 saat	43,10	I\I\^_
Sarıçam	190°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	102,90	IJ	Sarıçam	212°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	42,60	I\I\^_
Sarıçam	212°C 1 saat	Çift bileşenli	432 saat	102,90	IJ	Kayın	212°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	42,20	I\I\^_
Kayın	212°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	101,70	J	Kayın	190°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	41,50	I\I\^_
Sarıçam	212°C 1 saat	Çift bileşenli	144 saat	98,50	K	Meşe	212°C 1 saat	Tek bileşenli	144 saat	41,50	I\I\^_
Kayın	190°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	98,20	K	Sarıçam	190°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	41,20	I\I\^_
Sarıçam	212°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	94,10	L	Meşe	212°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	41,20	I\I\^_
Sarıçam	190°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	90,20	M	Kayın	212°C 1 saat	Tek bileşenli	288 saat	39,70	I\I\^_
Kayın	212°C 1 saat	Çift bileşenli	288 saat	86,20	N	Meşe	190°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	39,50	I\I\^_
Kayın	212°C 2 saat	Çift bileşenli	Kontrol	84,30	NO	Sarıçam	190°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	38,00	ab
Sarıçam	212°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	84,10	NO	Meşe	212°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	37,80	ab
Meşe	190°C 2 saat	Çift bileşenli	Kontrol	82,00	OP	Sarıçam	212°C 1 saat	Tek bileşenli	288 saat	37,40	ab
Meşe	212°C 2 saat	Çift bileşenli	Kontrol	81,60	PQ	Sarıçam	212°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	35,90	b
Sarıçam	212°C 1 saat	Çift bileşenli	288 saat	79,50	Q	Meşe	212°C 2 saat	Tek bileşenli	Kontrol	27,90	c
Meşe	212°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	75,20	R	Kayın	212°C 2 saat	Tek bileşenli	Kontrol	26,90	c
Kayın	212°C 1 saat	Çift bileşenli	Kontrol	74,10	RS	Sarıçam	212°C 1 saat	Tek bileşenli	Kontrol	21,30	d
Kayın	190°C 2 saat	Çift bileşenli	Kontrol	72,50	ST	Kayın	212°C 1 saat	Tek bileşenli	Kontrol	21,10	d
Meşe	212°C 1 saat	Çift bileşenli	Kontrol	71,90	ST	Kayın	190°C 2 saat	Tek bileşenli	Kontrol	20,90	d
Sarıçam	212°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	71,60	T	Sarıçam	212°C 2 saat	Tek bileşenli	Kontrol	20,40	d
Sarıçam	212°C 1 saat	Çift bileşenli	Kontrol	58,70	U	Meşe	190°C 2 saat	Tek bileşenli	Kontrol	20,10	d
Sarıçam	212°C 2 saat	Çift bileşenli	Kontrol	54,00	V	Meşe	212°C 1 saat	Tek bileşenli	Kontrol	20,00	d
Sarıçam	190°C 2 saat	Çift bileşenli	Kontrol	52,60	VW	Sarıçam	190°C 2 saat	Tek bileşenli	Kontrol	19,30	d

LSD ± 2,384

\bar{X} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik grubu



Şekil 3.117. Ağaç türü - ısıtma işlemi - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait salınımsal sertlik değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.140'a göre ağaç türü - ısıtma işlemi - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde salınımsal sertlik değeri en yüksek, 212°C'de 1 saat süre ile ısıtma işlemi görmüş ve çift bileşenli vernik ile verniklenmiş meşenin 144 saatlik UV yaşlandırma yaşlandırma örneklerinde, en düşük 190°C'de 2 saat süre ile ısıtma işlemi görmüş ve tek bileşenli vernik ile verniklenmiş sarıçamın kontrol örneklerinde elde edilmiştir.

3.7. ÇİZİLME DİRENCİNE İLİŞKİN BULGULAR VE TARTIŞMA

Farklı sıcaklık ve sürelerde ısıtma işlemi görmüş farklı ağaç malzemelerin, su bazlı tek ve çift bileşenli vernikler ile verniklendikten sonra yaşlandırma uygulamasına maruz bırakılan deney örneklerinde elde edilen ortalama çizilme direnci değerleri Çizelge 3.141'de verilmiştir.

Çizelge 3.141. Çizilme direnci ölçümlerinin aritmetik ortalama değerleri (N).

Faktör ABCD*			Yaşlandırma Periyodu				
			Kontrol**	144 Saat	288 Saat	432 Saat	
Sarıçam	190°C 2 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	1,40	1,80	1,67	1,93
			X min	1,30	1,70	1,60	1,90
			X max	1,50	1,90	1,70	2,00
			S	0,10	0,10	0,06	0,06
		Çift Bileşenli	\bar{X}	1,50	1,97	1,67	1,80
			X min	1,40	1,90	1,60	1,70
	X max		1,60	2,00	1,70	1,90	
	S		0,10	0,06	0,06	0,10	
	212°C 1 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	1,33	1,73	1,60	1,93
			X min	1,30	1,70	1,60	1,90
			X max	1,40	1,80	1,60	2,00
			S	0,06	0,06	0,00	0,06
Çift Bileşenli		\bar{X}	1,43	1,70	1,63	1,87	
		X min	1,40	1,60	1,60	1,70	
	X max	1,50	1,80	1,70	2,00		
	S	0,06	0,10	0,06	0,15		
212°C 2 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	1,30	1,77	1,57	1,90	
		X min	1,20	1,70	1,50	1,80	
		X max	1,40	1,80	1,60	2,00	
		S	0,10	0,06	0,06	0,10	
	Çift Bileşenli	\bar{X}	1,40	1,73	1,53	1,77	
		X min	1,30	1,50	1,50	1,70	
X max		1,50	1,90	1,60	1,80		
S		0,10	0,21	0,06	0,06		
Kayın	190°C 2 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	2,37	2,60	3,27	3,70
			X min	2,30	2,50	3,20	3,60
			X max	2,40	2,70	3,30	3,80
			S	0,06	0,10	0,06	0,10
		Çift Bileşenli	\bar{X}	2,40	2,60	3,27	3,73
			X min	2,30	2,50	3,20	3,60
	X max		2,50	2,70	3,30	3,80	
	S		0,10	0,10	0,06	0,12	
	212°C 1 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	2,20	3,27	2,53	3,70
			X min	2,10	3,20	2,40	3,60
			X max	2,30	3,40	2,70	3,80
			S	0,10	0,12	0,15	0,10
Çift Bileşenli		\bar{X}	2,23	3,27	2,63	3,73	
		X min	2,20	3,20	2,50	3,70	
	X max	2,30	3,40	2,70	3,80		
	S	0,06	0,12	0,12	0,06		
212°C 2 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	2,17	3,27	2,37	3,60	
		X min	2,10	3,10	2,30	3,50	
		X max	2,30	3,40	2,40	3,70	
		S	0,12	0,15	0,06	0,10	
	Çift Bileşenli	\bar{X}	2,17	3,27	2,47	3,63	
		X min	2,10	2,10	2,40	3,50	
X max		2,20	2,20	2,50	3,80		
S		0,06	0,06	0,06	0,15		
Meşe	190°C 2 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	2,40	3,27	2,63	3,73
			X min	2,30	3,20	2,60	3,70
			X max	2,50	3,30	2,70	3,80
			S	0,10	0,06	0,06	0,06
		Çift Bileşenli	\bar{X}	2,47	3,73	3,30	2,77
			X min	2,40	3,60	3,20	2,70
	X max		2,50	3,80	3,40	2,80	
	S		0,06	0,12	0,10	0,06	
	212°C 1 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	2,30	2,57	3,27	3,70
			X min	2,20	2,40	3,20	3,60
			X max	2,40	2,70	3,40	3,80
			S	0,10	0,15	0,12	0,10
Çift Bileşenli		\bar{X}	2,23	3,50	2,70	3,20	
		X min	2,10	3,40	2,60	3,10	
	X max	2,40	3,60	2,80	3,30		
	S	0,15	0,10	0,10	0,10		
212°C 2 saat	Tek Bileşenli	\bar{X}	2,20	2,43	3,20	3,37	
		X min	2,10	2,40	3,10	3,20	
		X max	2,30	2,50	3,30	3,50	
		S	0,10	0,06	0,10	0,15	
	Çift Bileşenli	\bar{X}	2,23	3,10	2,80	3,10	
		X min	2,10	3,00	2,70	3,00	
X max		2,30	3,20	2,90	3,20		
S		0,12	0,10	0,10	0,10		

*: A: Ağaç türü, B: Isıl işlem, C: Vernik çeşidi, D: Yaşlandırma periyodu

** : Kontrol örneklerine herhangi bir yaşlandırma işlemi uygulanmamıştır.

Çizilme direnci değerleri, ağaç türü, ısıl işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyoduna göre farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla Çoklu Varyans analizi (ANOVA) yapılmış ve sonuçları Çizelge 3.142’de verilmiştir.

Çizelge 3.142. Ağaç türü, ısıl işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyodunun çizilme direnci ölçümlerine ilişkin varyans analizi sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	P, $\alpha=0,05$
Ağaç Türü (A)	2	76,849	38,424	3971,1429	0,0000*
Isıl işlem (B)	2	0,811	0,406	41,9330	0,0000
Etkileşim (AB)	4	0,128	0,032	3,2990	0,0128
Vernik Çeşidi (C)	1	0,009	0,009	0,9378	ns**
Etkileşim (AC)	2	0,008	0,004	0,4354	ns
Etkileşim (BC)	2	0,011	0,006	0,5933	ns
Etkileşim (ABC)	4	0,031	0,008	0,8014	ns
Yaşlandırma Periyodu (D)	3	26,558	8,853	914,9217	0,0000
Etkileşim (AD)	6	5,107	0,851	87,9601	0,0000
Etkileşim (BD)	6	0,666	0,111	11,4769	0,0000
Etkileşim (ABD)	12	4,979	0,415	42,8812	0,0000
Etkileşim (CD)	3	1,468	0,489	50,5837	0,0000
Etkileşim (ACD)	6	2,389	0,398	41,1435	0,0000
Etkileşim (BCD)	6	0,534	0,089	9,2057	0,0000
Etkileşim (ABCD)	12	1,425	0,119	12,2751	0,0000
Hata	144	1,393	0,010		
Toplam	215	122,368			

*: Anlamli ($\alpha = 0,05$ 'e göre), ns**: Önemsiz

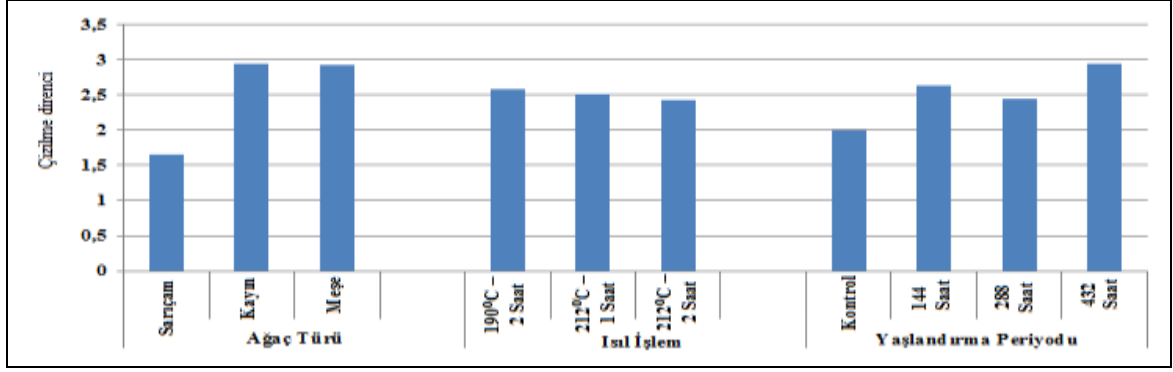
Varyans analiz sonucuna göre, vernik çeşidi faktörü, ağaç türü - vernik çeşidi etkileşimi, ısıl işlem - vernik çeşidi etkileşim ve ağaç türü - ısıl işlem - vernik çeşidi etkileşimi önemsiz, ağaç türü, ısıl işlem, yaşlandırma periyodu faktörleri ve bu faktörlerin karşılıklı etkileşimleri anlamlı çıkmıştır ($\alpha=0,05$).

Daha sonra LSD kritik değeri kullanılarak ağaç türü, ısıl işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyodu düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.143’de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.118’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.143. Ağaç türü, ısıl işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyodu değişkenlerinde çizilme direncine ait Duncan testi sonuçları.

Faktör	\bar{x}	HG	
Ağaç Türü	Sarıçam	1,66	B
	Kayın	2,94	A*
	Meşe	2,92	A
Isıl İşlem	190°C – 2 Saat	2,58	A*
	212°C – 1 Saat	2,51	B
	212°C – 2 Saat	2,43	C
Yaşlandırma Periyodu	Kontrol	1,99	D
	144 Saat	2,64	B
	288 Saat	2,45	C
	432 Saat	2,95	A*

X : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik grubu, *: En yüksek çizilme direnci değerini ifade etmektedir.



Şekil 3.118. Ağaç türü, ısıl işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyoduna ait çizilme direnci değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.143'e göre ağaç türü düzeyinde çizilme direnci en yüksek kayında ve meşede, en düşük sarıçamda tespit edilmiştir. Isıl işlem düzeyinde, çizilme direnci değeri en yüksek 190°C – 2 saatte, en düşük 212°C – 2 saatte elde edilmiştir. Yaşlandırma periyodu düzeyinde çizilme direnci değeri en yüksek 432 saatlik UV yaşlandırmaya maruz kalmış örneklerinde, en düşük kontrol örneklerinde tespit edilmiştir.

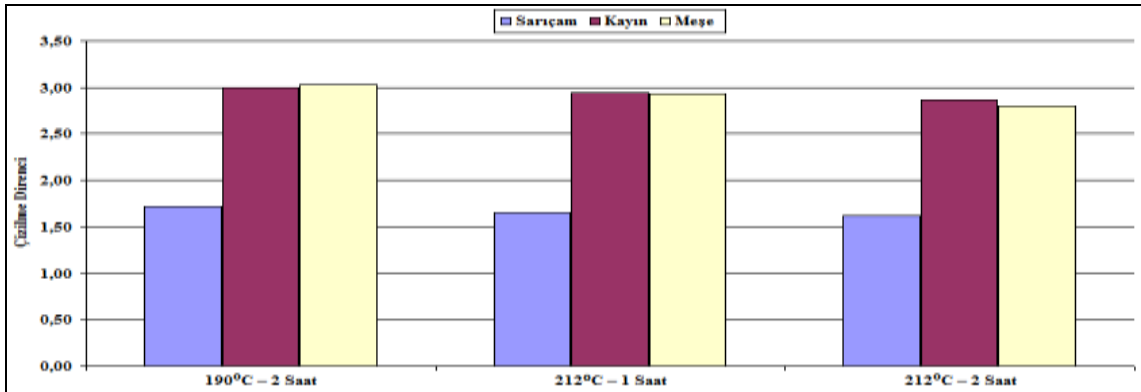
Ağaç türü - ısıl işlem etkileşimi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.144'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.119'da gösterilmiştir.

Çizelge 3.144. Ağaç türü - ısıl işlem ikili etkileşimine ait çizilme direnci ölçümlerinin Duncan testi sonuçları.

Faktör AB	190°C – 2 Saat		212°C – 1 Saat		212°C – 2 Saat	
	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Sarıçam	1,72	F	1,65	G	1,62	G
Kayın	2,99	AB	2,95	BC	2,87	D
Meşe	3,03	A*	2,93	C	2,80	E

LSD \pm 0,05706

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek çizilme direnci değerini ifade etmektedir.
A: Ağaç türü, B: Isıl işlem



Şekil 3.119. Ağaç türü - ısıl işlem etkileşimine ait çizilme direnci değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

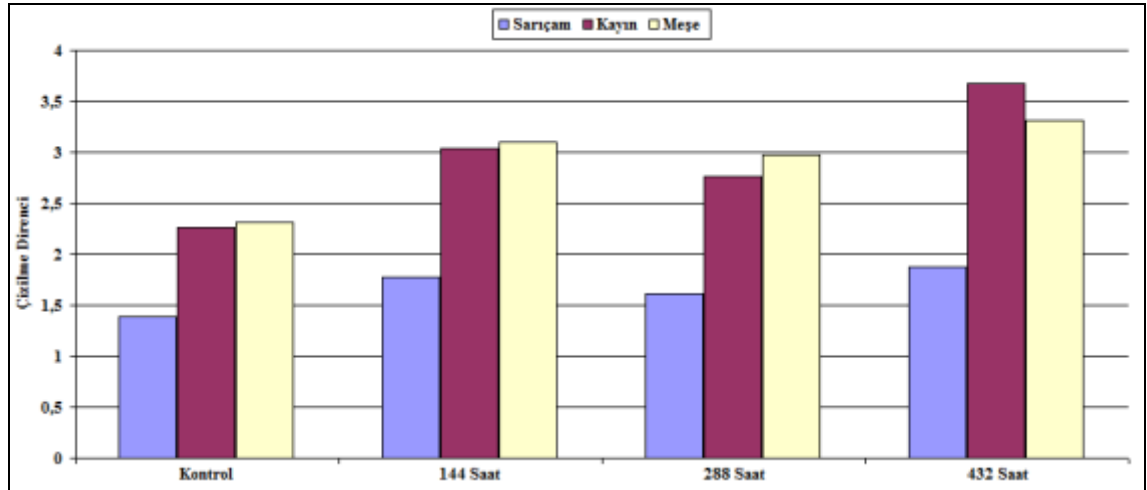
Ağaç türü - ısı işlem etkileşimi düzeyinde, çizilme direnci değeri en yüksek 190°C’de 2 saat ısı işlem görmüş meşede, en düşük 212°C’de 1 ve 2 saat ısı işlem görmüş sarıçamda elde edilmiştir.

Ağaç türü – yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.145’de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.120’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.145. Ağaç türü - yaşlandırma periyodu ikili etkileşimine ait çizilme direnci ölçümlerinin Duncan testi sonuçları.

Faktör AD	Yaşlandırma Periyodu							
	Kontrol		144 Saat		288 Saat		432 Saat	
	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Sarıçam	1,39	J	1,78	H	1,61	I	1,87	G
Kayın	2,26	F	3,04	CD	2,76	E	3,68	A*
Meşe	2,31	F	3,10	C	2,98	D	3,31	B
LSD \pm 0,06589								

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek çizilme direnci değerini ifade etmektedir.
A: Ağaç türü, D: Yaşlandırma periyodu



Şekil 3.120. Ağaç türü – yaşlandırma periyodu etkileşimine ait çizilme direnci değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

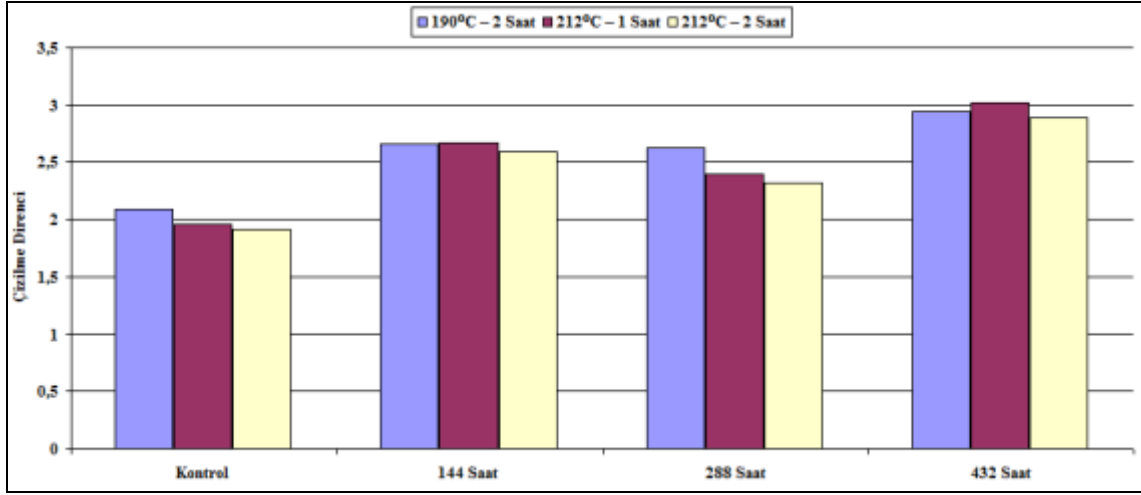
Çizelge 3.145’e göre ağaç türü - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde, çizilme direnci en yüksek kayında de 432 saatlik UV yaşlandırma yapılan örneklerde, en düşük çizilme direnci sarıçam kontrol örneklerinde tespit edilmiştir.

Isıl işlem – yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.146’da verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.121’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.146. Isıl işlem - yaşlandırma periyodu ikili etkileşimine ait çizilme direnci ölçümlerinin Duncan testi sonuçları.

Faktör BD	Yaşlandırma Periyodu							
	Kontrol		144 Saat		288 Saat		432 Saat	
	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
190°C – 2 Saat	2,09	G	2,66	C	2,63	CD	2,94	B
212°C – 1 Saat	1,96	H	2,67	C	2,39	E	3,02	A*
212°C – 2 Saat	1,91	H	2,59	D	2,32	F	2,89	B
LSD ± 0,06589								

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek çizilme direnci değerini ifade etmektedir.
B: Isıl işlem, **D**: Yaşlandırma periyodu



Şekil 3.121. Isıl işlem – yaşlandırma periyodu etkileşimine ait çizilme direnci değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

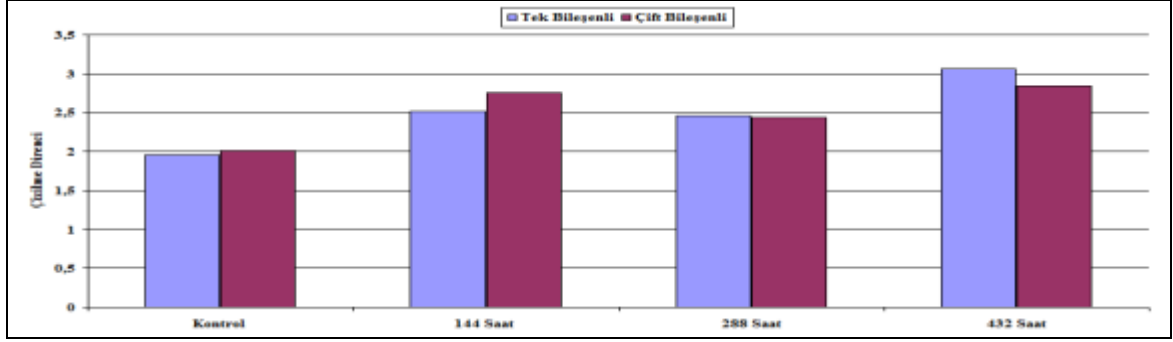
Çizelge 3.146'ya göre ısıl işlem - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde, çizilme direnci değeri en yüksek, 212°C'de 1 saat süre ile ısıl işlem görmüş 432 saatlik UV yaşlandırma yapılan örneklerde, en düşük 212°C'de 1 ve 2 saat süre ile ısıl işlem görmüş kontrol örneklerinde tespit edilmiştir.

Vernik çeşidi – yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.147'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.122'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.147. Vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu ikili etkileşimine ait salımsal sertlik değerlerinin Duncan testi sonuçları.

Faktör CD	Yaşlandırma Periyodu							
	Kontrol		144 Saat		288 Saat		432 Saat	
	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Tek Bileşenli	1,96	F	2,52	D	2,46	E	3,06	A*
Çift Bileşenli	2,01	F	2,76	C	2,44	E	2,84	B
LSD ± 0,05380								

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek çizilme direnci değerini ifade etmektedir.
C: Vernik çeşidi, **D**: Yaşlandırma periyodu



Şekil 3.122. Vernik çeşidi – yaşlandırma periyodu etkileşimine ait çizilme direnci değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.147'ye göre vernik çeşidi – yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde, salınımsal sertlik değeri en yüksek 432 saatlik UV yaşlandırma yapılan ve tek bileşenli vernik ile verniklenmiş örneklerde, en düşük tek ve çift bileşenli vernik ile verniklenmiş kontrol örneklerinde elde edilmiştir.

Ağaç türü - ısıt işlem - vernik çeşidi etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi üçlü karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.148'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.123'de gösterilmiştir.

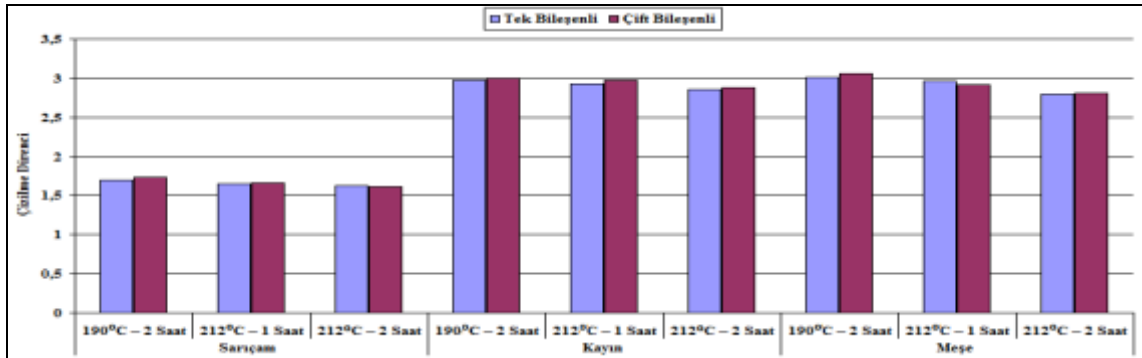
Çizelge 3.148. Ağaç türü - ısıt işlem - vernik çeşidi üçlü etkileşimine ait çizilme direnci ölçümlerinin Duncan testi sonuçları.

Faktör ABC**		Tek Bileşenli		Çift Bileşenli	
		\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Sarıçam	190°C – 2 Saat	1,70	IJ	1,73	I
	212°C – 1 Saat	1,65	JK	1,66	IJK
	212°C – 2 Saat	1,63	JK	1,61	K
Kayın	190°C – 2 Saat	2,98	ABCD	3,00	ABC
	212°C – 1 Saat	2,93	CDEF	2,97	BCD
	212°C – 2 Saat	2,85	FGH	2,88	EFG
Meşe	190°C – 2 Saat	3,01	AB	3,06	A*
	212°C – 1 Saat	2,96	BCDE	2,91	DEF
	212°C – 2 Saat	2,80	H	2,81	GH

LSD ± 0,08069

\bar{X} : Aritmetik ortalama, *HG*: Homojenlik grubu, *: En yüksek çizilme direnci değerini ifade etmektedir.

** : A: Isıt işlem, B: Isıt işlem, C: Vernik çeşidi



Şekil 3.123. Ağaç türü - ısıt işlem - vernik çeşidi etkileşimine ait çizilme direnci değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.148'e göre ağaç türü - ısıl işlem - vernik çeşidi etkileşimi düzeyinde, çizilme direnci değeri en yüksek 190°C'de 2 saat ısıl işlem görmüş ve çift bileşenli vernik ile verniklenmiş meşede, en düşük 212°C'de 2 saat ısıl işlem görmüş ve çift bileşenli vernik ile verniklenmiş sarıçamda tespit edilmiştir.

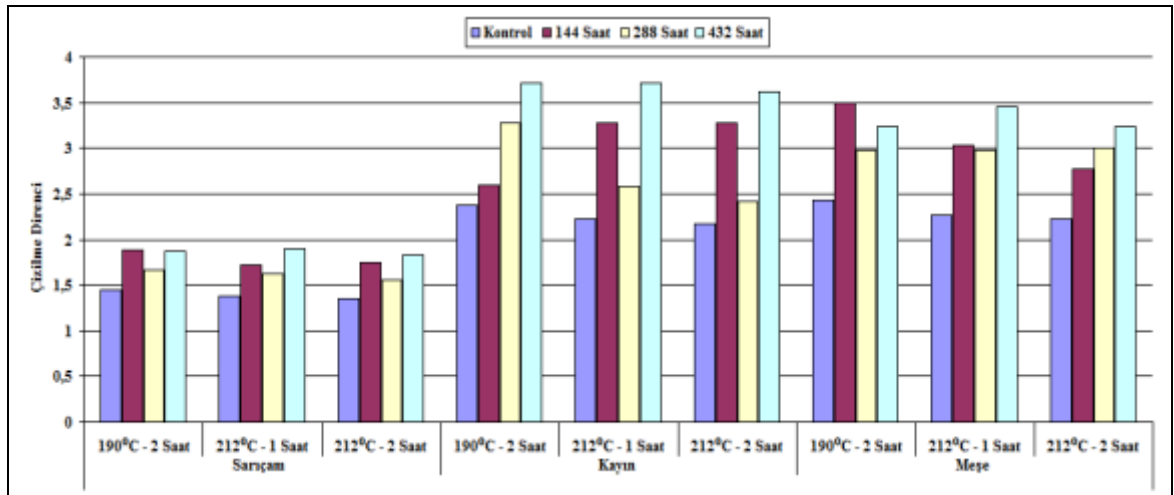
Ağaç türü - ısıl işlem - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi üçlü karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.149'da verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.124'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.149. Ağaç türü - ısıl işlem - yaşlandırma periyodu üçlü etkileşimine ait çizilme direnci ölçümlerinin Duncan testi sonuçları.

*Faktör ABD**		Yaşlandırma Periyodu							
		Kontrol		144 Saat		288 Saat		432 Saat	
		\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Sarıçam	190°C - 2 Saat	1,45	NO	1,88	I	1,67	KL	1,87	I
	212°C - 1 Saat	1,38	O	1,72	KL	1,62	LM	1,90	I
	212°C - 2 Saat	1,35	O	1,75	JK	1,55	MN	1,83	IJ
Kayın	190°C - 2 Saat	2,38	G	2,60	F	3,27	C	3,72	A*
	212°C - 1 Saat	2,22	H	3,27	C	2,58	F	3,72	A*
	212°C - 2 Saat	2,17	H	3,27	C	2,42	G	3,62	A
Meşe	190°C - 2 Saat	2,43	G	3,50	B	2,97	D	3,23	C
	212°C - 1 Saat	2,27	H	3,03	D	2,98	D	3,45	B
	212°C - 2 Saat	2,22	H	2,77	E	3,00	D	3,23	C
LSD \pm 0,1141									

\bar{X} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik grubu, *: En yüksek çizilme direnci değerini ifade etmektedir.

** : A: Ağaç türü, B: Isıl işlem, D: Yaşlandırma periyodu



Şekil 3.124. Ağaç türü - ısıl işlem - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait çizilme direnci değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.149'a göre ağaç türü - ısıl işlem - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde, çizilme direnci en yüksek 190°C 2 saat ve 212°C'de 2 saat süre ile ısıl işlem görmüş 432 saatlik UV yaşlandırma yapılan kayında, en düşük 212°C'de 1 ve 2 saat süre ile ısıl işlem görmüş sarıçam kontrol örneklerinde elde edilmiştir.

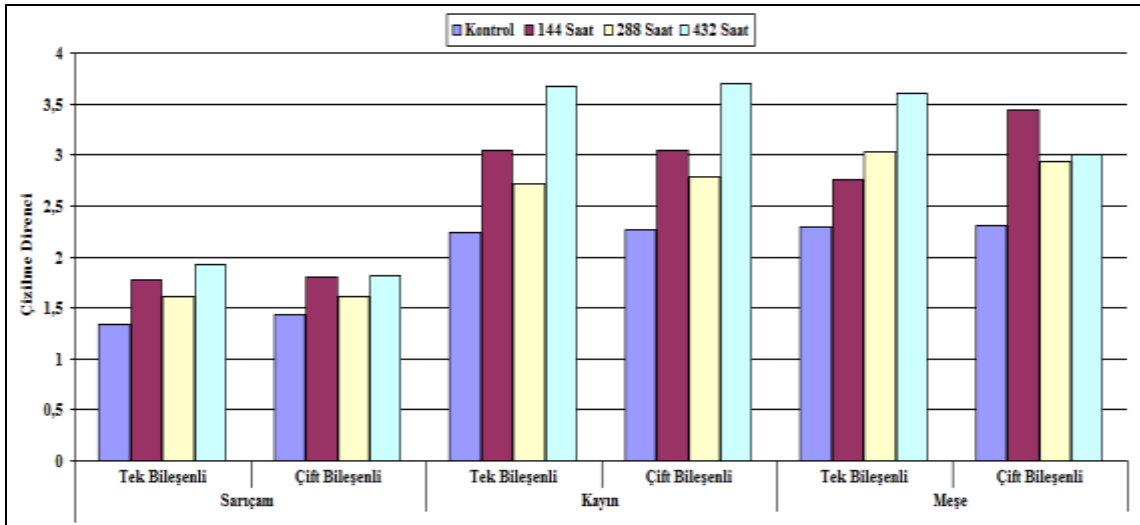
Ağaç türü – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi üçlü karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.150’de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.125’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.150. Ağaç türü - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu üçlü etkileşimine ait salımsal sertlik değerlerinin Duncan testi sonuçları.

Faktör ACD**		Yaşlandırma Periyodu							
		Kontrol		144 Saat		288 Saat		432 Saat	
		\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Sarıçam	Tek Bileşenli	1,34	L	1,77	I	1,61	J	1,92	H
	Çift Bileşenli	1,44	K	1,80	I	1,61	J	1,81	I
Kayın	Tek Bileşenli	2,24	G	3,04	D	2,72	F	3,67	AB
	Çift Bileşenli	2,27	G	3,04	D	2,79	F	3,70	A*
Meşe	Tek Bileşenli	2,30	G	2,76	F	3,03	D	3,60	B
	Çift Bileşenli	2,31	G	3,44	C	2,93	E	3,01	DE

LSD \pm 0,09318

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek çizilme direnci değerini ifade etmektedir.
**: A: Ağaç türü, C: Vernik çeşidi, D: Yaşlandırma periyodu



Şekil 3.125. Ağaç türü – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait çizilme direnci değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.150’ye göre çizilme direnci değeri en yüksek çift bileşenli vernik ile verniklenmiş 432 saatlik UV yaşlandırma yapılan kayında, en düşük tek bileşenli vernik ile verniklenmiş sarıçam kontrol örneklerinde tespit edilmiştir.

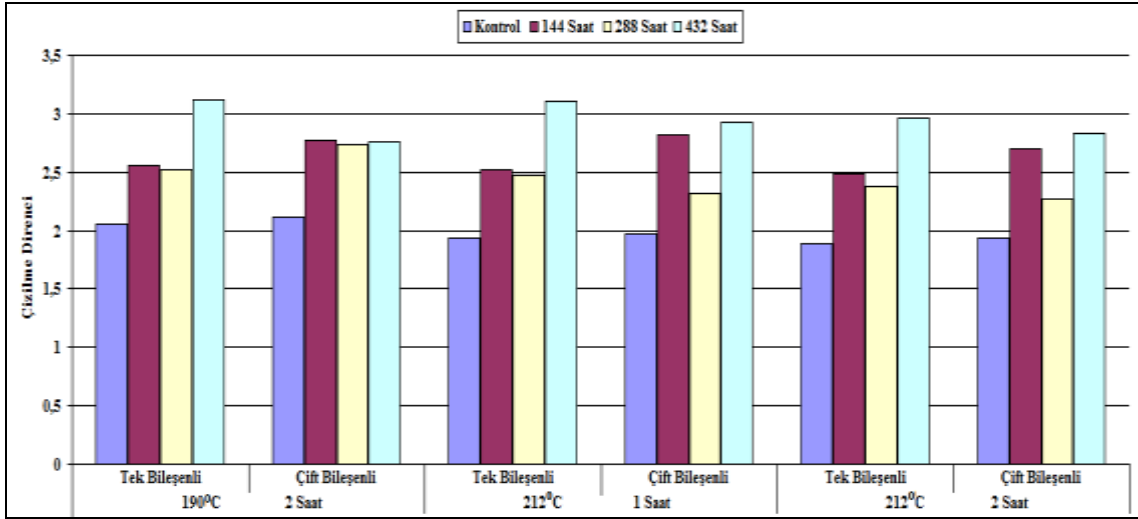
Isıl işlem – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi üçlü karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.151’de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.126’da gösterilmiştir.

Çizelge 3.151. Isıl işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu üçlü etkileşimine ait salınımsal sertlik değerlerinin Duncan testi sonuçları.

Faktör BCD**		Yaşlandırma Periyodu							
		Kontrol		144 Saat		288 Saat		432 Saat	
		\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
190°C 2 Saat	Tek Bileşenli	2,06	IJ	2,56	E	2,52	E	3,12	A*
	Çift Bileşenli	2,12	I	2,77	CD	2,74	CD	2,76	CD
212°C 1 Saat	Tek Bileşenli	1,94	K	2,52	E	2,47	EF	3,11	A
	Çift Bileşenli	1,97	JK	2,82	C	2,32	GH	2,93	B
212°C 2 Saat	Tek Bileşenli	1,89	K	2,49	E	2,38	FG	2,96	B
	Çift Bileşenli	1,93	K	2,70	D	2,27	H	2,83	C

LSD ± 009318

\bar{X} : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek çizilme direnci değerini ifade etmektedir.
******: B: Isıl işlem, C: Vernik çeşidi, D: Yaşlandırma periyodu



Şekil 3.126. Isıl işlem – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait çizilme direnci değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.151'e göre ısıl işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde, çizilme direnci değeri en yüksek 190°C'de 2 saat süre ile ısıl işlem görmüş ve tek bileşenli vernik ile verniklenmiş 432 saatlik UV yaşlandırma yapılan örneklerde, en düşük 212°C'de 1 saat süre ile ısıl işlem görmüş ve tek bileşenli vernik ile verniklenmiş örnekler ile 212°C'de 2 saat süre ile ısıl işlem görmüş tek ve çift bileşenli vernik ile verniklenmiş kontrol örneklerinde elde edilmiştir.

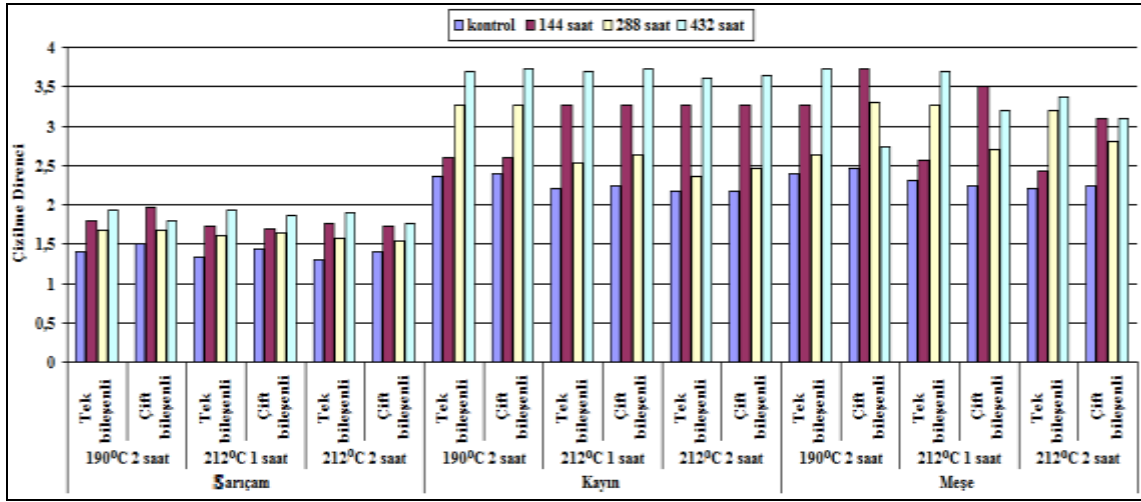
Tekli, ikili ve üçlü karşılaştırmaların sonuçlarını topluca görmek amacıyla, ağaç türü – ısıl işlem – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.152'de verilmiş, buna ait grafik Şekil 3.127'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.152. Ağaç türü - ısıt işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu dörtlü etkileşimine ait çizilme direnci değerlerinin Duncan testi sonuçları.

Ağaç Türü	Isıt İşlem	Vernik Çeşidi	Yaş. Per.	\bar{x}	HG	Ağaç Türü	Isıt İşlem	Vernik Çeşidi	Yaş. Per.	\bar{x}	HG
Kayın	190°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	3,73	A	Kayın	190°C 2 saat	Çift bileşenli	kontrol	2,40	MNO
Kayın	212°C 1 saat	Çift bileşenli	432 saat	3,73	A	Meşe	190°C 2 saat	Tek bileşenli	kontrol	2,40	MNO
Meşe	190°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	3,73	A	Kayın	190°C 2 saat	Tek bileşenli	kontrol	2,37	NOP
Meşe	190°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	3,73	A	Kayın	212°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	2,37	NOP
Kayın	190°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	3,70	A	Meşe	212°C 1 saat	Tek bileşenli	kontrol	2,30	OPQ
Kayın	212°C 1 saat	Tek bileşenli	432 saat	3,70	A	Kayın	212°C 1 saat	Çift bileşenli	kontrol	2,23	PQ
Meşe	212°C 1 saat	Tek bileşenli	432 saat	3,70	A	Meşe	212°C 1 saat	Çift bileşenli	kontrol	2,23	PQ
Kayın	212°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	3,63	AB	Meşe	212°C 2 saat	Çift bileşenli	kontrol	2,23	PQ
Kayın	212°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	3,60	AB	Kayın	212°C 1 saat	Tek bileşenli	kontrol	2,20	Q
Meşe	212°C 1 saat	Çift bileşenli	144 saat	3,50	BC	Meşe	212°C 2 saat	Tek bileşenli	kontrol	2,20	Q
Meşe	212°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	3,37	CD	Kayın	212°C 2 saat	Tek bileşenli	kontrol	2,17	Q
Meşe	190°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	3,30	DE	Kayın	212°C 2 saat	Çift bileşenli	kontrol	2,17	Q
Kayın	190°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	3,27	DE	Sarıçam	190°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	1,97	R
Kayın	190°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	3,27	DE	Sarıçam	190°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	1,93	RS
Kayın	212°C 1 saat	Tek bileşenli	144 saat	3,27	DE	Sarıçam	212°C 1 saat	Tek bileşenli	432 saat	1,93	RS
Kayın	212°C 1 saat	Çift bileşenli	144 saat	3,27	DE	Sarıçam	212°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	1,90	RST
Kayın	212°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	3,27	DE	Sarıçam	212°C 1 saat	Çift bileşenli	432 saat	1,87	RSTU
Kayın	212°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	3,27	DE	Sarıçam	190°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	1,80	STUV
Meşe	190°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	3,27	DE	Sarıçam	190°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	1,80	STUV
Meşe	212°C 1 saat	Tek bileşenli	288 saat	3,27	DE	Sarıçam	212°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	1,77	TUVW
Meşe	212°C 1 saat	Çift bileşenli	432 saat	3,20	EF	Sarıçam	212°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	1,77	TUVW
Meşe	212°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	3,20	EF	Sarıçam	212°C 1 saat	Tek bileşenli	144 saat	1,73	UVWX
Meşe	212°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	3,10	F	Sarıçam	212°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	1,73	UVWX
Meşe	212°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	3,10	F	Sarıçam	212°C 1 saat	Çift bileşenli	144 saat	1,70	VWXY
Meşe	212°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	2,80	G	Sarıçam	190°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	1,67	VWXYZ
Meşe	190°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	2,73	GH	Sarıçam	190°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	1,67	VWXYZ
Meşe	212°C 1 saat	Çift bileşenli	288 saat	2,70	GHI	Sarıçam	212°C 1 saat	Çift bileşenli	288 saat	1,63	WXYZ[
Kayın	212°C 1 saat	Çift bileşenli	288 saat	2,63	HIJ	Sarıçam	212°C 1 saat	Tek bileşenli	288 saat	1,60	XYZ[
Meşe	190°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	2,63	HIJ	Sarıçam	212°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	1,57	YZ[\
Kayın	190°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	2,60	HIJK	Sarıçam	212°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	1,53	Z[\]
Kayın	190°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	2,60	HIJK	Sarıçam	190°C 2 saat	Çift bileşenli	kontrol	1,50	[]
Meşe	212°C 1 saat	Tek bileşenli	144 saat	2,57	IJKL	Sarıçam	212°C 1 saat	Çift bileşenli	kontrol	1,43	\]^
Kayın	212°C 1 saat	Tek bileşenli	288 saat	2,53	JKLM	Sarıçam	190°C 2 saat	Tek bileşenli	kontrol	1,40]^\
Kayın	212°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	2,47	KLM N	Sarıçam	212°C 2 saat	Çift bileşenli	kontrol	1,40]^\
Meşe	190°C 2 saat	Çift bileşenli	kontrol	2,47	KLM N	Sarıçam	212°C 1 saat	Tek bileşenli	kontrol	1,33	^\
Meşe	212°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	2,43	LMN O	Sarıçam	212°C 2 saat	Tek bileşenli	kontrol	1,30	^\

LSD \pm 0,1614

X: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik grubu



Şekil 3.127. Ağaç türü - ısıtma işlemi - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait çizilme direnci değerlerinin karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3.152'e göre ağaç türü - ısıtma işlemi - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde çizilme direnci değeri en yüksek, 190°C'de 2 saat ve 212°C'de 1 saat süre ile ısıtma işlemi görmüş çift bileşenli vernik ile verniklenmiş 432 saatlik UV yaşlandırmaya maruz bırakılmış kayında, 190°C'de 2 saat süre ile ısıtma işlemi görmüş ve tek bileşenli vernik ile verniklenmiş 432 saatlik UV yaşlandırmaya maruz bırakılmış meşede, 190°C'de 2 saat süre ile ısıtma işlemi görmüş ve çift bileşenli vernik ile verniklenmiş 144 saatlik UV yaşlandırmaya maruz bırakılmış meşede, en düşük 212°C'de 1 ve 2 saat süre ile ısıtma işlemi görmüş ve tek bileşenli vernik ile verniklenmiş sarıçam kontrol örneklerde elde edilmiştir.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Araştırma sonuçları, bulgular kısmında elde edilen veriler doğrultusunda renk değişim değerleri, parlaklık değeri, yüzey pürüzlülüğü, yüzeye yapışma direnci, salınımsal sertlik değeri ve çizilme direnci alt başlıklarında tartışılmıştır. Elde edilen sonuçlar bilimsel olarak irdelenmiş ve uygulamaya yönelik öneriler olarak sunulmuştur.

4.1. RENK DEĞİŞİMİ DEĞERLERİNE AİT SONUÇLAR

4.1.1. Kırmızı Renk Değerine (Δa^*) Ait Sonuçlar

Araştırma sonuçlarına göre, ağaç malzeme türü düzeyinde elde edilen ölçümlerde kırmızı renk değeri en yüksek sarıçamda (12,51), en düşük meşede (6,20) elde edilmiştir. Sarıçamın işlemlerden önceki kırmızı renk değerinin diğer türlere göre daha düşük değerde olduğu, ısıl işlem ve yaşlandırma işlemleri sonrasında ise renk değerlerindeki artışın diğer türlerden fazla olduğu tespit edilmiştir.

Isıl işlem düzeyinde, kırmızı renk değeri en yüksek 190°C – 2 saatte (10,38), en düşük 212°C – 2 saatte (8,35) elde edilmiştir. Isıl işlem uygulamasında sıcaklık ve süreye artmaya bağlı olarak kırmızı renk değerindeki azalışların odun bileşenlerinin kimyasal yapısındaki değişimlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu sonuç daha önce yapılan araştırma sonuçları ile paralellik arz etmektedir. Literatürlerde, (Özçifçi ve diğ. 2009, Inoue ve diğ. 1993, Yaşar 2009, Budakçı ve diğ. 2009, Fengel ve Wegener 1989, Boonstra ve Tjeerdsma 2006 ve Akkuş 2012) odunun termal degradasyonun 110°C ve üzeri sıcaklık sınırından itibaren başladığı, 200°C'nin üzerinde yapısal hasarların olduğu, odun bileşenlerinin tamamen dönüşmesi ve gaz fazındaki degradasyon ürünlerinin açığa çıkması gibi oluşumların meydana geldiği bildirmişlerdir.

Vernik çeşidi düzeyinde kırmızı renk değeri en yüksek tek bileşenli vernikte (9,34), en düşük çift bileşenli vernikte (9,31) elde edilmiş, %95 güven aralığı düzeyinde istatistiksel olarak bir farklılık gözlemlenmemiştir. Bu durumunda, her iki vernik

türünün de ağaç malzeme türlerinde kırmızı renk değerini değiştirici önemli bir etkiye sahip olmadığı söylenebilir. Literatürde, Çakıcıer (2007) çalışmasında, sarıçam örneklerinde, odun yapısında bulunan ekstraktiflerin etkisi ile kırmızı renk tonu değerlerinde artış görüldüğünü bildirmiş, araştırmasında kullandığı su bazlı tek bileşenli verniği iki kat uyguladığında yüksek değerler elde edildiğini, bunu sırasıyla su bazlı çift bileşenli, tek bileşenli üç kat ve iki kat uygulanan verniklerin takip ettiğini belirtmiştir. En yüksek kırmızı renk tonunu, çift bileşenli iki kat uygulanan verniğin iroko örnekler üzerindeki uygulamasında elde ettiğini bildirmiştir.

Yaşlandırma periyodu düzeyinde kırmızı renk değeri; en yüksek 288 saatlik UV yaşlandırma örneklerinde (9,58), en düşük 144 saatlik UV yaşlandırma örneklerinde (9,08) tespit edilmiştir. Kontrol (yaşlandırma uygulaması öncesi) örnekleri ile 144 saatlik yaşlandırma örneklerinde kırmızı renk değerinde azalma olmasına rağmen %95 güven aralığı düzeyinde istatistiksel olarak %95 güven düzeyinde bir farklılık gözlemlenmemiş, 288 ve 432 saatlik yaşlandırma uygulamasında ise %95 güven aralığı düzeyinde istatistiksel olarak bir farklılık gözlemlenmiştir. Bu farklılığın uzun süreli yaşlandırma periyotlarında UV ışınlarının vernik katmanında yaptığı renk değiştirici etkiden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca tek bileşenli vernik formülasyonundaki bağlayıcı reçinelerin odun ekstraktifleri ile etkileşime girmiş olabileceği de düşünülmektedir. Literatürde, Söğütü ve Sönmez (2006) yaptıkları bir çalışmada UV ışınlarının ağaç malzeme üzerinde renk değiştirici bir etki yaptığını ifade etmiştir. Bilgen (2010) yapmış olduğu çalışmasında örnek yüzeyinin ısınması sonucunda sentetik esaslı cam cila verniğinin üretiminde kullanılan reçine ve mumların yapısının bozularak örnekler üzerinde kırmızı renk değerinde arttırıcı özellik gösterdiğini belirtmiştir. Ayrıca güneşten gelen uzun dalga UV ışınlarının bir kısmı vernik dış yüzeyinden geçtikten sonra vernik film kalınlığı içerisindeki yansıma ve kırılmalardan dolayı kısa dalga UV ışınına dönüşüp vernik film yüzeyi dışına çıkamayarak yansıma ve kırılmaya devam ettiği, bunun sonucu olarak vernik film yüzeyinde ısı artışı oluştuğu, oluşan bu ısı artışı nedeniyle ağacın hücre çeperindeki ligninin yapısının bozulduğu bunun da koyulaşmaya sebep olabileceği bildirilmiştir.

4.1.2. Sarı Renk (Δb^*) Tonu Değerine Ait Sonuçlar

Araştırma sonuçlarına göre, ağaç türü düzeyinde, sarı renk değeri en yüksek sarıçamda (24,46), en düşük meşede (7,90) tespit edilmiştir. Bunun sebebi olarak sarıçamın,

araştırmada kullanılan diğer ağaç türlerine göre, sarı renk değerinin ve sararma eğiliminin daha yüksek olmasının etkili olduğu düşünülmektedir. Literatürde, Sundqvist ve diğ. (2006) yaptıkları bir çalışmada, sarıçamın doğal renginin daha sarımsı olması, ısı işlem sonucu ağaç malzemedeki ikincil ürünlerin oluşumu ve/veya lignindeki α - ve β -arylether bağlarının kopması ile hemiselülozun bozunması sonucu açığa çıkan quinone ve quinonemethide gibi renk verme maddeleri olarak bilinen reaktif bileşiklerin sarı renk değerinde artışa sebep olduğu ifade edilmiştir. Benzer bir sonuca Akkuş (2012) tarafından yapılan çalışmada rastlanmakta olup yapılan bu çalışmada ısı işlem sonucu malzemedeki oluşan yan ürünlerin renk açma kimyasalları ile etkileşime girerek malzeme yüzeylerinde farklı değerlerde sarı renk tonu oluşumuna neden olduğu belirtilmiştir.

Isıl işlem düzeyinde, sarı renk değeri en yüksek $190^{\circ}\text{C} - 2$ saatte (19,62), en düşük $212^{\circ}\text{C} - 2$ saatte (12,11) elde edilmiştir. $190^{\circ}\text{C} - 2$ saat, $212^{\circ}\text{C} - 1$ saat ve $212^{\circ}\text{C} - 2$ saat arasında %95 güven aralığı düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlemlenmiştir. Buna göre, ısı işlem uygulamasında sıcaklık ve süre arttıkça sarı renk değerinin azaldığı tespit edilmiştir. Literatürde, Bekhta ve Niemz (2003) ladin odunu ile yaptıkları çalışmalarında; farklı sıcaklık (100°C , 150°C , 200°C) ve farklı süreler (2, 4, 8, 10 ve 24 saat) de ısı işlem uygulaması sonucu, sarı renk değerinde en fazla azalmanın (%30-45) 24 saat ısı işlem uygulaması sonunda elde edildiğini bildirmiştir. Bir başka çalışmada, (Sundqvist 2002, Sidorova 2009, Viitanen ve diğ. 1994 ve Sehlstedt-Persson 1995) ısı işlemde uygulanan sıcaklık derecesinin artmasıyla birlikte bazı ağaç türlerinde sarı renk değerinde artma olduğunu belirtmiştir. Gonzalez-Pena ve Hale (2009) ısı işlem uygulanmış kayın, çam ve ladin odunlarında toplam sarı renk değişim değeri ile gluxln, lignin ve gluman maddeleri arasında güçlü bir ilişkinin olduğunu belirtmiştir (Akkuş 2012).

Vernik çeşidi faktörü düzeyinde sarı renk değeri en yüksek çift bileşenli vernikte (15,44), en düşük tek bileşenli vernikte (15,26) elde edilmiştir. Buna göre birbirine yakın değerler vermesine rağmen, çift bileşenli verniklerin bir miktar sarı renk değerini artırıcı etkide bulunduğu söylenebilir. Literatürde, Payne (1965) tarafından yapılan bir çalışmada, yüksek sıcaklık ve rutubet derecelerinin sararmayı hızlandırdığı ayrıca sarı renk değeri üzerine kuruyan yağların doymamışlık derecesi, tipi ve miktarı ile keton gruplarının etkili olabileceği bildirilmiştir. Bilgen (2010) tarafından yapılan bir çalışmada ise, örneklerin sarı renk değerinin yüzeye çarpan ışık açısının artmasıyla

doğru orantılı olarak arttığı ve sarı renk değerindeki bu artışın rengin bir miktar solmasından kaynaklanabileceği belirtilmiştir.

Yaşlandırma periyodu düzeyinde sarı renk değeri, en yüksek 432 saatlik (16,41) UV yaşlandırma örneklerinde, en düşük kontrol (13,92) örneklerinde tespit edilmiştir. 288 ve 432 saatlik yaşlandırma periyotlarında %95 güven aralığı düzeyinde istatistiksel olarak bir farklılık gözlemlenmemiş, kontrol ve 144 saatlik yaşlandırma uygulamasında ise %95 güven düzeyinde istatistiksel olarak bir farklılık gözlemlenmiştir. Buna göre, yaşlandırma işleminin sarı renk değerini arttırıcı etkide bulunduğu, yaşlandırma periyotlarındaki süre değişikliklerinin ise önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Literatürde, Anderson ve diğ. (1991) çalışmasında açık havada bırakılan odunun solmasında, ağaç malzemenin önemli bileşenlerinden olan ligninin yapısının bozularak sarı renge dönüşmesinin etkili olduğu bildirilmiştir. Skaja ve Croll (2003) araştırmalarında, Poliüretan kaplama katmanlarında, doğal, UV ve WOM (weather-ometer) yaşlandırmalarını karşılaştırmalı olarak denemiş; oksidasyon işlemlerinin sebep olduğu yaşlanma sonucu, katmanlarda karbonil gruplarının artarak yüzey kayıpları oluşturduğunu, sarı renk tonunda azalma ve solma görüldüğünü bildirmiştir.

4.1.3. Renk Parlaklık (Işıklılık) Değerine (ΔL^*) Ait Sonuçlar

Araştırma sonuçlarına göre, ağaç türü düzeyinde renk parlaklık (ışıklılık) değeri en yüksek sarıçamda (47,53), en düşük meşede (30,49) tespit edilmiştir. Bu farklılığa ağaç türlerinin anatomik özelliklerinin ve tekstürlerinin sebep olduğu düşünülmektedir. Literatürde, Gonzalez-Pena ve Hale (2009) yaptıkları çalışmada renk parlaklık (ışıklılık) değeri ile kayında hemiselüloz, çamda lignin ve ladinde gluxylan arasında güçlü bir korelasyon olduğunu ifade etmiştir. Akkuş (2012) ısıl işlemin dezavantajları arasında yer alan kütle kaybı ile odundan ayrılan yan bileşiklerin odunun ışıklılık değerinin düşmesinde önemli bir etkiye sebep olduğunu bildirmiştir.

Isıl işlem düzeyinde, renk parlaklık (ışıklılık) değeri en yüksek 190°C – 2 saatte (44,53), en düşük 212°C – 2 saatte (34,06) elde edilmiştir. Buna göre ısıl işlemde uygulanan sıcaklık başlangıçta renk parlaklık değerini arttırmış, ancak sıcaklıktaki artışın fazla olması halinde renk parlaklık değerinde azalma olmuştur. Literatürde, Sundqvist ve diğ. (2006) yaptıkları bir çalışmada hidrotermal işleme maruz bırakılmış odunun renk parlaklık değerinin malzemenin modifikasyon derecesini gösteren önemli bir veri olarak

değerlendirilebileceğini ve malzemeye uygulanan sıcaklığın daha yüksek olmasının, ışıklılık değerinin azalmasına neden olduğunu bildirmiştir. Johansson (2008) yaptığı çalışmada huş odununa 175°C ve 200°C sıcaklıkta ve farklı zaman periyotlarında (2, 4, 6, 8, 10 saat) uyguladığı ısıl işlem sonucu malzemenin renk parlaklık değerinin 80-85'den 40-65 değerlerine kadar düştüğünü tespit etmiştir (Akkuş 2012). Bekhta ve Niemz (2003) ladin odunu ile yaptıkları çalışmada; farklı sıcaklık (100°C, 150°C, 200°C) ve farklı sürelerde (2, 4, 8, 10 ve 24 saat) ısıl işlem uygulaması sonucu, renk parlaklık değerinde en fazla azalmanın (%72,81) 24 saat ısıl işlem uygulaması sonunda elde edildiğini bildirmiştir. Esteves ve diğ. (2008) yaptıkları çalışmada ısıl işlem uygulanmış ağaç malzemedeki sıcaklığa bağlı olarak renk parlaklık değerindeki azalmanın, glukoz, hemiselüloz ve ligninde oluşan kimyasal değişimler neticesinde meydana gelmiş olabileceğini ifade etmiştir.

Vernik çeşidi faktörü düzeyinde renk parlaklık (ışıklılık) değeri en yüksek çift bileşenli vernikte (38,78), en düşük tek bileşenli vernikte (38,11) elde edilmiştir. Çift bileşenli verniklerin renk parlaklık değerini artırıcı etkide bulunmasının bu verniklerin yapısal özelliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Literatürde, Söğütlü ve Sönmez (2006) yaptıkları çalışmada renk parlaklık değerlerindeki azalmanın renk tonunda koyulaşmaya artışının ise rengin açıldığı anlamına gelebileceğini bildirmiştir.

Yaşlandırma periyodu düzeyinde renk parlaklık (ışıklılık) değeri en yüksek, 432 saatlik UV yaşlandırma örneklerinde (40,22), en düşük kontrol örneklerinde (35,68) tespit edilmiştir. Buna göre, uzun süreli yaşlandırma periyodunun renk parlaklık (ışıklılık) değerini artırıcı etkide bulunduğu söylenebilir. Literatürde, Real ve diğ. (2005) yaptıkları bir çalışmada doğal ve su döngülü WOM (weather-ometer) yapay yaşlandırmasına maruz bırakılmış polimerik malzemelerdeki renk değişimi testlerinde; renk parlaklık değerinin bundan zarar gördüğü ve sararmanın yoğun şekilde görüldüğünü, yaşlanma süresince katman yüzeyinde yer yer beyazlaşmalar oluştuğunu ve parlaklık kaybının hacimsel yüzey kayıpları ile daha da arttığını bildirmişlerdir.

4.1.4. Toplam Renk (ΔE^*) Farklılıklarına Ait Sonuçlar

Araştırma sonuçlarına göre, ağaç türü düzeyinde toplam renk değişimi değeri en yüksek sarıçamda (54,95), en düşük meşede (32,20) tespit edilmiştir. Sarıçamda toplam renk değerinin en fazla sarıçamda artış göstermiş olmasında, bu ağaç malzemenin

araştırmada kullanılan diğer ağaç türlerine göre başlangıç renginin açık olmasının, ısı işlem ve yaşlandırma işlemleri sonunda ise daha fazla koyulaşmasının etkili olduğu düşünülmektedir. Literatürde, Akkuş (2012) yaptığı bir çalışmada göknar ağaç malzemedeki toplam renk değerinin daha yüksek çıkmasının nedenleri arasında bu malzemenin meşe malzemeye göre daha açık renge sahip olması ve ısı işlem sonucunda renginin koyulaşmasının etkisi olduğunu bildirmiştir. Ayrıca, toplam renk değerindeki bu farklılaşmanın bir başka sebebinin de ısı işlem görmüş odunun ana polimerlerinde gerçekleşebilecek kimyasal değişim olabileceği duyurulmuştur. Sundqvist (2002) 65–80°C’de ısı işlem uygulanmış sarıçam odununun başlangıçta kırmızı-sarı renkte olduğunu, süre uzadıkça hem öz hem de diri odunun sarı-kırmızımsı renk aldığını belirtmiştir.

Isıl işlem düzeyinde, toplam renk değişimi değeri en yüksek 190°C – 2 saatte (49,87), en düşük 212°C – 2 saatte (37,43) elde edilmiştir. Buna göre, ısı işlemin başlangıç aşamasında toplam renk değişimi değerinin artış gösterdiği işlemin ilerleyen aşamalarındaki sıcaklık artışın ise renk değerinde düşüşe sebep olduğu söylenebilir. Literatürde, (Unsal ve diğ. 2003, Özçifçi ve diğ. (2009) odunun ısı işlemi sonunda renk değişiminin yüksek sıcaklıklarda ve uzun muamele periyotlarında daha fazla koyulaşma eğiliminde olduğu belirtilmiştir. Terziev ve diğ. (1993) tarafından yapılan bir çalışmada sarıçamın diri odunundaki hemiselülozun parçalanması ve termal bozunmayla beraber açığa çıkan düşük moleküllü şeker miktarının artmasıyla sararmanın arttığını, diğer taraftan selülozun parçalanması veya termal bozunması sonucunda da daha koyu bir renge dönüştüğünü ifade etmiştir. Hillis (1975) tarafından yapılan bir çalışmada odunda ısı işlem sonrası renk değişiminin hemiselülozun hidrolizinden kaynaklandığı bildirilmiştir. Chow and Mukai (1972) tarafından yapılan bir başka çalışmada, ısı işlem nedeniyle meydana gelen renk değişiminde kristallik derecesi, polimerizasyon derecesi ve OH miktarı arasında bir ilişkisinin olduğu ileri sürülmüştür. Fengel ve Wegener (1989) oksidatif ve hidrolitik reaksiyonlar arasında nemli ortamda genellikle hidrolitik reaksiyonların baskın olduğunu ve odunun ısı işlemi boyunca kromofor oluşumuna sebebiyet verdiğini, odunda renk değişiminin sebebinin de bu gruplar olduğunu belirtmiştir. Sehlstedt-Person (2003) yaptıkları çalışmada 65–95°C’de gerçekleşen termal işlem sonucunda sarıçam ve ladinin diri odunlarında lignin ve hemiselülozdaki bozunma ile ekstraktif bileşiklerinin değişime uğramasının renk değişimlerine sebep olduğunu ifade etmiştir.

Vernik çeşidi düzeyinde toplam renk değişimi değeri en yüksek çift bileşenli vernikte (43,02), en düşük tek bileşenli vernikte (42,37) elde edilmiş olup her iki vernik türü arasında %95 güven aralığı düzeyinde istatistiksel olarak bir farklılık gözlemlenmiştir. Buna göre toplam renk değişimi değerini en fazla çift bileşenli vernikler etkilemiştir. Literatürde, Çakıcıer (2007) yaptığı bir çalışmada, sarıçam odununda ekstraktiflerin diğer türlere göre fazla olduğunu ve alkali (pH 8-9) özellik gösteren su bazlı verniklerle oksidasyon sonucu rengin fazla değişime uğradığını bildirmiştir. Kesik (2009) yaptığı bir çalışmada hücre çeperinde tanen bulunan iroko ve sapsız meşe türlerinde, tanenin su çözücülü verniklerle etkileşime girerek, ağaç malzemenin renginde koyulaşmaya sebep olabileceğinin göz önünde bulundurulması gerektiğini ifade etmiştir.

Yaşlandırma periyodu düzeyinde toplam renk değişimi değeri en yüksek 432 saatlik UV yaşlandırma örneklerinde (44,62), en düşük kontrol örneklerinde (39,77) tespit edilmiştir. Buna göre yaşlandırma periyodunda süre arttıkça toplam renk değişimi değerinin arttığı tespit edilmiştir. Literatürde, Payne (1965) tarafından yapılan bir çalışmada hızlandırılmış yaşlandırma işlemi uygulanan numunelerde toplam renk değişimi değerlerinin yüksek olduğunu, bunun UV ışınları, ısı ve yağmurlama etkisiyle fotokimyasal reaksiyonlar sonucu oluşan serbest radikallerden kaynaklanmış olabileceğini bildirmiştir. Feist (1984) araştırmasında güneş ışığındaki ultraviyole (UV) dalga boylarının sahip olduğu yüksek enerjinin vernik ve boya katmanlarında bozulmaya sebep olduğunu bildirmiştir. Buna benzer bir sonuç ise Rosengvist ve Lindberg (1983) tarafından yapılan bir çalışmada UV dalga boylarındaki enerjinin vernik molekülleri arasında kurulan C-C, C-N, C-O bağlarını parçalayacak güce sahip olduğunu, güneş ışınlarının yanı sıra rutubet, sıcaklık değişimi vb. bazı etkilerin katman performansını zamanla azalttığını ifade etmiştir.

4.2. PARLAKLIK ÖLÇÜMLERİNE AİT SONUÇLAR

Araştırma sonuçlarına göre, ağaç türü düzeyinde parlaklık değeri en yüksek sarıçamda (86,06), en düşük meşede (81,53) tespit edilmiştir. Bu durumda, parlaklık değerinin yüzeyden yansıtılan ışık miktarı ile doğrudan ilişkili olduğu düşünüldüğünde, ince tekstürlü sarıçamda en fazla, kaba tekstürlü meşede en düşük parlaklık değeri elde edilmiştir. Literatürde, Sönmez ve Budakçı (1999) tarafından yapılan bir çalışmada halkalı traheli odun yüzeylerindeki parlaklık sonuçları diğer türlerden daha az bulunmuş; bunun sebebi olarak, tam doldurulmamış trahe boşluklarının yüzeye gelen

ışık şiddetini azalttığı ve ışığın değişik yönlere yansıtmasından kaynaklandığı ifade edilmiştir.

Isıl işlem düzeyinde, en yüksek parlaklık değeri 212°C – 1 saatte (84,70), en düşük 190°C – 2 saatte (83,90) elde edilmiştir. Buna göre, ısıl işlem uygulamasında yüksek sıcaklığın parlaklık değerini artırıcı etkide bulunduğu söylenebilir. Literatürde (Esteves ve diğ. 2008) ısıl işlem uygulamasında sıcaklık derecesinin bazı ağaçların doğal parlaklık değerini olumsuz yönde etkilendiği ve ısıl işlem görmüş ağaç malzemedeki sıcaklığa bağlı olarak parlaklık değerindeki azalmanın, glukoz, hemiselüloz ve ligninde oluşan kimyasal değişimler neticesinde meydana geldiğini bildirmiştir. Korkut ve Kocaefe (2009) tarafından yapılan çalışmada yüksek sıcaklıklarda ligninin metoksi içeriğinin azaldığı ve yoğunlaşmamış ünitelerden bazılarının difenilmetan tipi ünitelere dönüştüğü bildirilmiştir. Difenilmetan tipi yoğunlaşmanın 120-220°C aralığında tipik bir reaksiyon olduğu, renk, reaktiflik ve çözünme gibi lignin özellikleri üzerine önemli bir etkiye sahip olduğu ifade edilmiştir. Isıl işlem süresince ligninin bozunmaya aynı zamanda kondenzasyon veya polimerizasyon reaksiyonlarına uğradığı belirtilmiştir. Isıl işlem sürecinde oluşan bu durumların ağaç malzemenin parlaklık değerinde olumsuz bir etkiye neden olduğu ifade edilmiştir.

Vernik çeşidi düzeyinde parlaklık değeri en yüksek çift bileşenli vernikte (86,99), en düşük tek bileşenli vernikte (81,69) elde edilmiştir. Buna göre, çift bileşenli verniklerin ağaç malzemedeki boşlukları daha iyi doldurmaları ve gerek ısıl işlem gerekse yaşlandırma işlemlerine daha iyi performans göstermeleri nedeniyle parlaklık değerleri tek bileşenli verniklerden yüksek çıkmıştır. Literatürde, Decker ve diğ. (2004) araştırmalarında su çözücülü UV kürlenmeli Poliüretan-Akrilat verniğin 30 µm kalınlığındaki katmanlarında yaşlandırma sonunda sertliğinin ve parlaklığının arttığı ve bozunma mekanizmasında en fazla hassasiyeti üretan (C-NH) bağlarının gösterdiği bildirilmiştir.

Yaşlandırma periyodu düzeyinde parlaklık değeri en yüksek kontrol örneklerinde (86,19), en düşük 432 saatlik UV yaşlandırma örneklerinde (82,99) tespit edilmiştir. Buna göre, uzun süreli yaşlandırma işlemi su çözücülü vernik katmanlarının parlaklık değerinde azaltıcı etkide bulunmuştur. 144 ve 432 saatlik periyotlarda UV-A lambası yaşlandırması ile termoplastik yapıdaki su bazlı tek bileşenli vernik katmanlarında sıcaklık artışına bağlı olarak yüzey geriliminin artışı ve çapraz bağlarda kopmalar

olduğu, bunun da parlaklık değerlerinde azalmaya sebep olduğu söylenebilir. Literatürde, akıcıer (2007) tarafından yapılan bir çalışmada, ilk yaşlanma periyodunda katman parlaklığında önemli oranda azalma görülürken, yaşlanmanın ileri aşamalarında kaybedilen parlaklık değerinin yarısına kadar artış gözlendiği bildirilmiştir. Bu durum, su bazlı verniklerde kürlenmenin tamamlanmasına kadar geçen sürede (tam sertleşmeye) yaşlandırma işlemi etkisiyle parlaklıkta bir miktar azalmanın olabileceği, tam kuru katman oluşumundan sonra ise parlaklıkta artış olabileceği şeklinde yorumlanmıştır. Holzhausen ve diğ. (2002) tarafından yapılan çalışmada, parlaklık yaşlandırmada uygulanan sıcaklık ve sürenin bir fonksiyonu olarak gösterilirken, uzun süreli korumalarda vernik karakteristiklerinin uygulanan sıcaklık ve süreden daha önemli olduğu ifade edilmiştir. Bilgen (2010) liflere dik parlaklık değerlerini duruş açısının artmasına paralel olarak parlaklık değerinin de arttığını, bunda güneş işınlarının örnek yüzeyine geliş açısının, yağmur sularının örnek yüzeyinde tutunma süresinin ve sıcaklık etkisinin etken olabileceği bildirmiştir.

4.3. YÜZEY PüRüZLüLüğüNE AIT SONUÇLAR

Araştırma sonuçlarına göre, ağaç türü düzeyinde yüzey pürüzlülüğü değerleri en yüksek meşede ($R_a=1,50$), ($R_z=9,28$), ($R_{max}=16,42$), en düşük sarıçamda ($R_a=0,67$), ($R_z=3,58$), ($R_{max}=5,37$) tespit edilmiştir. Bu durum, denemelerde kullanılan ağaç türlerinin tekstürleri ve ahşap malzemeye uygulanan ısıl işlem sonrasında meydana gelebilecek yüzey değişiklikleri ve anatomik özelliklerdeki farklılaşmalardan kaynaklanmış olabilir. Literatürde, zcan ve diğ. (2012) sarıçam, doğu kayını, beyaz meşe ve uludağ gknarında ısıl işlem ve yüzey kabalığının yapıştırma direncine etkisini belirlerken, en yüksek R_a 'nın beyaz meşede görüldüğünü, ısıl işlemin tüm ağaç türlerinde yüzey kalitesini iyileştirdiğini bildirmiştir. Aytin (2013) tarafından yapılan bir çalışmada, yabani kiraz odununda ısıl işlem sonrasında yüzey düzgünlüğünün arttığını, R_a değerinin sıcaklık ve süre artışına bağlı olarak daha küçük değerler alıdığını bildirmiştir. Ayrıca higroskopik karakteri yüksek bileşenlerin ısıl işleme birlikte odundan uzaklaşması ile artan hidrofobik özellik ve düşük denge rutubeti içeriği nedeniyle odun-su ilişkisinin kısıtlanması yüzeyde medana gelebilecek deformasyonu azaltabileceği gibi yüksek sıcaklıklarda ligninin plastikleşmesi ve kapalı bir yüzey teşkili ile yüzeydeki deformasyonları azaltabilecek bir etken olduğunu ifade etmiştir.

Isıl işlem düzeyinde, yüzey pürüzlülüğü değerleri, en yüksek 212°C – 1 saatte ($R_a=1,22$), ($R_z=6,84$), ($R_{max}=11,91$), en düşük 190°C – 2 saatte ($R_a=0,81$), ($R_z=5,01$), ($R_{max}=7,74$) elde edilmiştir. Buna göre, düşük ve orta derecede uygulanan ısı işlem sıcaklığının yüzey pürüzlülüğü değerlerini arttırıcı, yüksek derecede uygulanan ısı işlem sıcaklığının ise azaltıcı etkide bulunduğu söylenebilir. Literatürde, Ünsal ve Ayrılmış (2005) tarafından yapılan araştırmada, termal olarak modifiye edilmiş okaliptüs odununun liflere dik yöndeki yüzey pürüzlülüğü (ortalama pürüzlük) değerinin, ısı işlem sıcaklığı ve işlem süresi uzadıkça azaldığı bildirilmiştir. Korkut ve Budakçı (2010) çalışmalarında ısı işlem ile ağaç malzemede yüzey pürüzlülüğünün azaldığını bildirirken, ısı işlem süresince özellikle 160°C üzerindeki sıcaklıklarda ahşap malzemede ısının etkisiyle ligninin termoplastikleşme özelliği kazanacağı ve yoğunluğunun artabileceği belirtilmiştir. Bakar ve diğ. (2013) yüksek sıcaklık uygulanmış ağaç malzemelerde yüzey kalitesinin iyileştiğini belirterek bunun hücre çeperindeki biyokimyasal değişimlerden kaynaklanmış olabileceğini bildirmişlerdir. Bu araştırmada ısı işlem süresi arttıkça pürüzlülüğün arttığı tespit edilmiş ve literatür ile uyummadığı görülmüştür. Bunun da sebebi olarak ThermoWood yöntemine göre yapılan ısı işlem uygulamasının etüv ortamına göre yapılan çalışmalardan daha homojen bir uygulama olduğu, ağaç malzemenin iç bölgesindeki daha derin kısımlara kadar nüfuz edebildiği ve ayrıca liflerin ThermoWood metodunda odunun yanmasını engelleyen koruyucu buharın yüzey yapısını değiştirmiş olmasından kaynaklandığı söylenebilir.

Vernik çeşidi düzeyinde yüzey pürüzlülüğü değerleri en yüksek tek bileşenli vernikte ($R_a=1,41$), ($R_z=8,39$), ($R_{max}=13,65$), en düşük çift bileşenli vernikte ($R_a=0,56$), ($R_z=3,14$), ($R_{max}=5,16$) elde edilmiştir. Bu durumda, ağaç malzemenin boşluklarını tam olarak dolduramayan tek bileşenli vernik katmanlarının ısı işlem ve yaşlandırma uygulamalarının da etkisiyle en fazla pürüzlülük değeri verdiği söylenebilir. Araştırmada kullanılan çift bileşenli vernik formülasyonunda bulunan alifatik poliüretan reçinenin izosiyanat (sertleştirici) ile reaksiyonu sonucu edilen iki bileşenli verniğin katmanındaki yüzey geriliminin az olacağı için pürüzlülükte azalmaya yol açmış olabileceği söylenebilir. Literatürde, Feller (1994) yaptığı çalışmada, ortamda rutubet varsa yaşlandırmadaki sıcaklık etkisinin termoliz, termolitik ve pirolitik tahribata neden olduğunu, ayrıca yüksek sıcaklıklarda birbiri ile bağ kurarak sertleşmeye başlayan polimerlerde, sıcaklık 32°C’de sabit tutulsa bile bağlarda kopmalar ve katman kayıplarının görülebileceği bildirmiştir. Richter ve diğ. (1995) tarafından yapılan bir

çalışmada, ön hazırlık işlemlerinin iyi yapılmadığı ağaç malzeme yüzeylerinde boya ve vernik emiliminin daha fazla tüketime sebep olduğu, en iyi yüzey pürüzlülük performansının iyi hazırlık işlemi görmüş malzeme yüzeylerinde elde edildiği ve vernik ile boya tüketim miktarının da yarı yarıya azaldığı bildirilmiştir.

Yaşlandırma periyodu düzeyinde yüzey pürüzlülüğü değerleri en yüksek 144 saatlik UV yaşlandırma örneklerinde ($R_a=1,14$), ($R_z=6,49$), ($R_{max}=10,25$), en düşük kontrol örneklerinde ($R_a=0,75$), ($R_z=4,33$), ($R_{max}=7,78$) tespit edilmiş, bütün yaşlandırma periyotları arasında sadece R_a değerlerinde %95 güven aralığı düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlemlenmiştir. Buna göre, gerek ısı işlem gerekse yaşlandırma işlemlerinin birlikte uygulandığı su çözücülü vernik katmanlarında uzun süreli yaşlandırma işlemlerinin ilk aşamalarında pürüzlülük değerinin arttığı, daha sonraki aşamalarda ise azaldığı tespit edilmiştir. Literatürde, Söğütlü ve Sönmez (2006) tarafından yapılan bir çalışmada, 144 saatlik hızlandırılmış yaşlandırma süresinden sonra katmanda ışık etkisi ile bozunmanın başladığını ve UV ışınların etkisiyle yüzey pürüzlülüğünün de arttığı, en fazla artışın meşe odununda görüldüğü bildirilmiştir. Çakıcıer (2007) tarafından yapılan araştırmada, vernik katmanı yüzey pürüzlülüğünde farklı katman kalınlığı uygulamalarının önemli etkisinin olduğu ifade edilmiştir. Özellikle, su bazlı tek bileşenli verniğin iki kat uygulandığı örneklerde, en yüksek yüzey pürüzlülüğü değerleri elde edilirken, yaşlandırma süresi uzadıkça yüzey pürüzlülük değerlerinde artış görüldüğü, 144 saatlik yaşlandırma süresinin sonunda ışık etkisi ile bozunmanın başladığını belirtilmiştir. Yang ve diğ. (2001) yaptıkları çalışmada, yaşlandırma işleminin başlangıcında sadece katman parlaklığında hızlı bir azalma görüldüğünü, işlemin ileri aşamalarında yüzey geriliminin arttığını, kabarcıklanma oluşumunun gözlemlendiğini ve daha sonra kılcal çatlaklıkların oluşması ile yüzey pürüzlülüğünün arttığını bildirmişlerdir.

4.4. YÜZEYE YAPIŞMA DİRENCİNE AİT SONUÇLAR

Araştırma sonuçlarına göre, ağaç türü düzeyinde yüzeye yapışma direnci değeri en yüksek kayında (2,145), en düşük sarıçamda (1,264) tespit edilmiştir. Buna göre, denemelerde kullanılan verniklerde en iyi yapışma direnci ince tekstürlü kayın malzeme yüzeylerinde elde edilirken, anatomik yapısındaki ekstraktiflerin de etkisiyle en düşük yapışma direnci değerinin sarıçamda elde edildiği söylenebilir. Literatürde, vernikli yüzeylerde en yüksek yüzeye yapışma direncinin kayın kontrol örneklerinde elde

edildiği, bunun kayın ağacının dağınık küçük traheli olan yapısının spesifik adezyonu arttırıcı etkiden kaynaklanmış olabileceği şekliden açıklanmıştır (Sönmez ve Budakçı 2001, Budakçı ve Sönmez 2010).

Isıl işlem düzeyinde, yüzeye yapışma direnci değeri en yüksek 190°C – 2 saatte (1,745), en düşük 212°C – 2 saatte (1,608) elde edilmiştir. Bu durumda, ısıl işlem uygulamasında sıcaklık arttıkça ve süre uzadıkça yüzeye yapışma direnci değerinin azaldığı tespit edilmiştir. Literatürde, Kaçamer (2010) tarafından yapılan çalışmada, iyi bir yapışma direnci değeri için 120°C'lik sıcaklığın 170°C'ye göre daha uygun olduğu, sıcaklık arttıkça yüzey deformasyonu artacağından yapışmanın bundan olumsuz etkilenebileceğini bildirilmiştir.

Vernik çeşidi düzeyinde yüzeye yapışma direnci değeri en yüksek tek bileşenli vernikte (1,704), en düşük çift bileşenli vernikte (1,649) elde edilmiştir. Tek bileşenli vernik katmanı ile ağaç malzeme arakesitinde kurulan moleküler bağların (mekanik bağ, spesifik bağ, kimyasal bağ) iki bileşenli vernik katmanına göre daha güçlü oluşunun bu verniğin yüzeye yapışma değerinin daha yüksek çıkmasında etkili olduğu söylenebilir. Literatürde, (Yakın 2001, Sönmez ve Budakçı 2004) tarafından yapılan çalışmalarda, su bazlı vernik katmanlarının mekanik etkilere dayanıksız olduğu, sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma direncinin düşük olduğu bildirilmiştir. Sönmez ve Budakçı (2001) tarafından yapılan araştırmada, sentetik esaslı vernik/boyada yüzeye yapışma direncinin düşük çıkmasının, üretiminde kullanılan yağ bileşikli reçinelerin ve renk pigmentlerinin adezyonu azaltıcı etkisinden kaynaklandığı bildirilmiştir. Aynı çalışmada değişik ağaç malzeme yüzeylerine vernikleme işleminden önce uygulanan tahta koruyucunun (pinotex), sentetik boya ve yat verniklerinin yüzeye yapışma direncini olumsuz yönde etkilediğini, bu durumun, tahta koruyucunun bileşimindeki yağ tarafından ağaç malzeme doygun hale getirildiği için vernik katmanlarının yapışma direncinin azalmış olmasından kaynaklanabileceğini ifade etmişlerdir. Nichols ve Gerlock (2000) tarafından yapılan çalışmada, melamin reçine ve akrilik kopolimerin kullanıldığı polimerik kaplama malzemelerine uygulanan UV yaşlandırma işleminde oluşan yüksek sıcaklık etkisiyle çapraz bağların birbirine yaklaştığını bildirmişlerdir.

Yaşlandırma periyodu düzeyinde yüzeye yapışma direnci değeri en yüksek 144 saatlik UV yaşlandırma örneklerinde (1,828), en düşük 432 saatlik UV yaşlandırma ve kontrol örneklerinde (1,583) tespit edilmiştir. 144 saatlik ve 288 saatlik UV yaşlandırma

uygulamaları arasında %95 güven aralığı düzeyinde istatistiksel olarak bir farklılık gözlemlenmiş, kontrol (yaşlandırma öncesi) ve 432 saatlik UV yaşlandırma uygulamalarında arasındaki fark %95 güven aralığı düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Yaşlandırma işleminde uygulanan UV etkisiyle periyodun ilk aşamalarında yüzeye yapışma direnci değerinde artış, ilerleyen aşamalarında ise azalma olduğu sonucuna varılmıştır. Literatürde, Bilgen (2010) yaptığı çalışmada, değişik harici etkenlere maruz bırakıldığında, en yüksek yapışma direnci değerini Hicson Decor kontrol gurubu örneklerinde, en düşük Cam Cila örneklerinde elde ettiğini; sonuçlar üzerinde sıcaklık, nem, güneş ışığının değişik dalga boyları ve UV radyasyonunun etkili olduğunu ve bunların etki düzeylerinin günün farklı saatleri ile mevsimsel değişikliklere göre farklılaşabileceğini, etkilerinin vernik katmanında genleşmeye sebep olacağı, bu yüzden vernik katmanı ile örnek yüzeyi arasındaki adhezyonu azaltarak yapışma direncinde azalmaya sebep olabileceğini bildirmiştir.

Bilgen (2010) bir başka çalışmada, 12 ay süre dış hava şartlarında bekletilen örneklerde yağmur sularının yüzeyde kuruyuncaya kadar beklemesi ve güneş ışınlarının örnek yüzeyinden dik açı ile yansması ve halinde, yüzeydeki suyun mercek görevi görerek örnek yüzeyinde ısınmaya yol açtığını, bu yüzeysel ısınmanın sonucu olarak vernik molekülleri ile örnek yüzeyi arasında kurulan bağların zayıfladığını bu yüzden yüzeye yapışma direncinin azaldığını belirtmiştir. Çakıcıer (2007) deneysel çalışmalarda kullanılan örneklerin sıcaklıkları yükseltildiğinde; sıcaklığın oluşacak her çeşit kimyasal işlemi aynı derecede etkilemeyeceğini, aktivasyon enerjisinin polimerlerin termal tahribatının ilk aşaması olduğunu, sıcaklık artırıldığında ise termal tahribatın oksidasyon ve hidroliz reaksiyonları ile aynı paralelde devam ettiğini belirtmiştir. Vernik moleküllerinin aldıkları enerjiyle molekül bağları koptuğunda ise artık dönüşümsüz şekilde değiştirildiğini bildirmiştir. Çakıcıer (2007) ve Feller (1994) yaptıkları çalışmalarda, sıcaklığın özellikle ortamda rutubet olması halinde daha etkili olduğunu, sıcaklık etkisiyle oluşan tahribatın termoliz, termolitik ya da pirolitik tahribat olarak tanımlandığını, bu reaksiyon şartlarında oksijenin işlem dışı tutulduğunu, termal tahribattan söz ederken bu tür reaksiyonlardan daha çok termal-oksidatif tahribatın akla geldiğini, diğer taraftan reaksiyonlara etkisinde birbirleriyle bağ kurarak sertleşmeye başlayan polimerlerde sıcaklığın 32°C'de sabit tutulması halinde bile önemli bir bağ kopmasının gözleneceğini belirtmişlerdir.

4.5. SALINIMSAL SERTLİK DEĞERİNE AİT SONUÇLAR

Araştırma sonuçlarına göre, ağaç türü düzeyinde salınımsal sertlik değeri en yüksek meşede (71,09), en düşük sarıçamda (59,65) tespit edilmiştir. Salınımsal sertlik ölçümlerinde örneklerin yüzey sertlikleri belirlenir. Aynı şartlarda ısıtılmış, verniklenmiş ve UV yaşlandırma işlemine tabi tutulmuş numuneler içerisinde en yüksek değeri veren meşe örnekler olmuştur. Bu durumun denemelerde kullanılan ağaç türlerinin anatomik yapı farklılığından kaynaklandığı söylenebilir.

Isıtılmış düzeyinde, salınımsal sertlik değeri en yüksek 190°C – 2 saatte (68,02), en düşük 212°C – 2 saatte (63,96) elde edilmiştir. Bu durumda, ısıtılmış uygulamada uygulanan sıcaklık ve sürenin salınımsal sertlik değeri üzerinde etkili olduğu, sıcaklık arttıkça salınımsal sertlik değerinin azaldığı tespit edilmiştir. Literatürde, Korkut (2008) yaptığı çalışmada, farklı kesitlerdeki kayın malzemeleri 180°C sıcaklıkta 10 saat süre ile ısıtılmış maruz bırakılmış ve sertlik değerlerinde; enine kesitte %25,9, radyal kesitte %45,1, teğet kesitte ise %41,8'lik bir düşüş olduğunu ifade etmiştir.

Vernik çeşidi düzeyinde salınımsal sertlik değeri en yüksek çift bileşenli vernikte (94,76), en düşük tek bileşenli vernikte (38,08) elde edilmiştir. Bu durumun, çift bileşenli verniğin ve üretiminde kullanılan reçinenin yapısal özelliklerinden kaynaklandığı söylenebilir. Araştırmada kullanılan çift bileşenli vernikler reaksiyon kurmalı olup, bu verniklerin molekül irilikleri ve molekül ağırlıklarının fazla oluşu nedeniyle yüzey sertliklerinin tek bileşikli verniklerden daha fazla olduğu söylenebilir. Literatürde, Sönmez ve diğ. (2004) çalışmalarında, sarıçam malzeme yüzeylerinde bazı su bazlı vernik çeşitlerinin düşük salınımsal sertlik değerleri vermesinde, verniğin molekül iriliklerinin küçük olması, bu yüzden özellikle yoğunluğu düşük ağaç malzemenin lümen boşluklarına daha fazla nüfuz ettiği için ince katman oluşturmasının etkili olduğunu belirtmişlerdir. Kesik (2009) çalışmada, su çözücü verniklerin çok ince katman verdiğini, ağaç malzeme yüzeylerinde iyi yayıldığını, ağaç dokusunun daha fazla hissedilmesine olanak sağladığını ve bu duyguyu azaltmak için dolgu katmanının artırılabilirliğini, ancak katman sayısını artırmanın ağaç malzemenin doğal görüntüsüne ve estetiğine zarar verebileceği gibi maliyeti artırıcı etkisinin de olacağını, bu yüzden gereksiz fazla kat uygulamalarından kaçınılması gerektiğini bildirmiştir. Isıtılmış görmüş ağaç malzeme yüzeylerine yaptığımız uygulamalarda; emprenye işleminde tahta koruyucu kullanılması ve dolgu vernikleri daldırma metoduna göre uygulanması

durumunda, daldırma işleminin iki kat olması ve emprenye işlemi sonrasında ağaç malzeme yüzeylerinde mutlaka 400 numara zımpara ile çalışılmasının uygun olacağı saptanmıştır. Esser ve diğ. (1999) çalışmalarında, reaksiyon kurumalı ve karşılıklı çapraz molekül bağı ile bağ oluşturan su çözücülü yüzey kaplamalarının sertlik, parlaklık ve üst üste katman yapabilme özelliklerinin çok iyi sonuçlar verdiğini, yaşlandırma etkisi ile katman sertliğinde artış olduğunu ifade etmişlerdir.

Yaşlandırma periyodu düzeyinde salınımsal sertlik değeri en yüksek 432 saatlik UV yaşlandırma örneklerinde (78,19), en düşük kontrol örneklerinde (46,09) tespit edilmiştir. Buna göre, uzun süreli UV yaşlandırma işlemi vernik katmanlarının yüzey sertliğini ve dolayısı ile salınımsal sertlik değerini arttırmıştır. Literatürde, Decker ve diğ. (2004) yaptıkları bir çalışmada, 30 µm kalınlığında uygulanan su çözücülü UV kürlenmeli PU-Akrilat verniğin yaşlandırma işlemi sonunda sertliği arttığını bildirmişlerdir. Ayrıca, yaşlandırma işleminin yol açacağı bozunma mekanizmasında UV radyasyonuna en fazla üretan (C-NH) bağlarının hassasiyet göstereceğini belirtmişlerdir. Çakıcıer (2007) çalışmasında, yaşlandırma etkisi ile katman sertliğinde artış olduğunu, 144 saat ve 288 saatlik yaşlandırma periyotlarında elde edilen değerler arasında fark olmadığını bildirmiştir. Bu durumu, yaşlandırma işlemi sırasında artış gösteren sıcaklık etkisinin vernik molekülleri arasında kurulan çapraz bağları artırdığını, bunun da polimerik katmanlardaki sertliğin artmasına yol açtığı şeklinde ifade etmiştir. Holzhausen ve diğ. (2002) tarafından yapılan bir çalışmada, fiziksel ve kimyasal yaşlandırmanın organik vernik/boya sistemlerinin yapısında iç gerilim oluşturduğu ve kırılabilirliğin artmasına sebep olduğunu ifade ederek katmanın çatlamaya karşı direncinin en yüksek olduğu sıcaklık derecelerinin 25°C, 40°C ve 60°C olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca, 80°C ve daha üzeri sıcaklıklarda katmanların oldukça sert ve kırılabilir bir yapıya kavuştuğu belirtmişlerdir. Perrin ve diğ. (2001) tarafından yapılan bir çalışmada, alkid, üretan ve klorinat polimerleri kullanarak, UV yaşlandırması ile asidik kondisyon artışının hidrolize neden olduğunu sertlikte azalma olduğunu bildirmişlerdir.

Isıl işlem görmüş ve su bazlı verniklerle verniklenmiş sarıçam, kayın ve meşe numunelerinde ısıl işlem sonrası ağaç malzeme bünyesinde oluşan değişiklikler ile su bazlı verniğin farklı miktar ve derinlikte ağaç malzemeye nüfuz etmesinden dolayı kürlenmenin aynı süre zarfında katmanın her yerinde aynı derecede gerçekleşmediği söylenebilir. Bunun sonucu olarak vernik katmanlarındaki molekül oluşumları

farklılaşabileceği için salınımsal sertlik değerlerinde de farklılaşmaların olabileceği dikkate alınmalıdır. Araştırma sonuçlarına göre, bütün ağaç türlerinde, UV yaşlandırmanın etkisiyle vernik katmanı sertliklerinde artış olduğu, 144. saatlik periyot sonrasındaki artışların daha fazla olduğu belirlenmiştir. Sarıçam örneklerde 144 saatlik periyodun sonunda artış olurken, 288. saatin sonunda azalış ve daha sonra 432 saatlik periyodun sonunda tekrar artış olduğu gözlenmiştir. 190°C’de 2 saat ve 212°C’de 1 ve 2 saat süre ile ısıtılmış işlem görmüş sarıçam, kayın ve meşe örneklerine uygulanan çift bileşenli vernik katmanının salınımsal sertliği tek bileşenli vernikten fazla bulunmuştur. İki bileşenli verniğin reçinesinin poliüretan esaslı olması ve bu verniğin son katının endüstriyel uygulamalara göre üç kat tatbik edilmesi sertlik değerinin yüksek oluşunda etkili olduğu düşünülmektedir. Su bazlı tek bileşenli verniğin ise gerek bileşimindeki reçinenin etkisi, gerekse endüstriyel uygulamalara uygun olarak son katının iki kat şeklinde tatbik edilmesinin salınımsal sertlik değerinin daha düşük olmasında etkili olduğu söylenebilir. Korkut ve Kocaefe (2009) yaptıkları çalışmada, Thermo Wood yöntemiyle ısıtılmış işlem görmüş ağaç malzemenin gerek mikroskopik yapısında, gerekse makroskopik özelliklerinde birtakım değişikliklerin olduğunu ifade etmişlerdir. Aynı ağaç türünde bile farklı sıcaklık ve periyotta ısıtılmış işlem görmüş ağaç malzemelerde vernik katmanı salınımsal sertlik değerlerinin farklı oluşunun odunun hücre çeperlerindeki maddesel kayıplardan ve endüstriyel önerilere göre uygulanan verniklerin katman kalınlığı farklarından kaynaklandığı söylenebilir.

4.5. ÇİZİLME DİRENCİNE AİT SONUÇLAR

Araştırma sonuçlarına göre, ağaç türü düzeyinde çizilme direnci değeri en yüksek kayında ve meşede, en düşük sarıçamda tespit edilmiştir. Bu çalışmada değişik tür ağaç malzemelere uygulanan ısıtılmış işlemlerde yüksek sıcaklığın ağaç malzemede önemli değişikliklere yol açtığı, bunun da vernik katmanının sertliğini ve çizilme direncini arttırdığı ileri sürülebilir.

Isıtılmış işlem düzeyinde, çizilme direnci değeri en yüksek 190°C - 2 saatte, en düşük 212°C – 2 saatte elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre, ısıtılmış işlemde uygulanan yüksek sıcaklık işlemin başlangıç periyotlarında vernik katmanlarının çizilme direncini arttırıcı, işlemin ilerleyen periyotlarında ise azaltıcı etkide bulunmuştur. Çizilme direnci katman sertliğinin önemli bir göstergesidir.

Yaşlandırma periyodu düzeyinde çizilme direnci değeri en yüksek 432 saatlik UV yaşlandırma örneklerinde, en düşük kontrol örneklerinde tespit edilmiştir. Buna göre, uzun süreli UV-A lambası ile yapılan yaşlandırma periyodunun vernik katmanlarının çizilme direncini yaşlandırmanın ilk periyodu olan 144 saatlik uygulamada arttırdığı, 288 saatlik periyotta azalttığı ve 432 saatlik periyotta ise arttırdığı tespit edilmiştir. Uzun süreli yaşlandırma işleminde UV radyasyonunun vernik katmanlarında yüzey gerilimi arttırdığı, bunun da katman sertliği ve çizilme direnci değerlerinde artışa neden olduğu söylenebilir. Literatürde, Sönmez ve diğ. (2004) yaptığı çalışmada, sarıçam malzeme yüzeylerine uygulanan su bazlı verniklerin düşük sertlik değerleri verdiğini bildirmiştir. Bu durumun, verniklerin küçük ve hafif molekül yapıları, ağaç malzeme boşluklarına daha fazla nüfuz etmeleri ve ince vernik katmanı oluşturmaları nedeniyle yoğunluğu düşük ağaç malzeme yüzeylerinde daha düşük sertlikte katman oluşturmalarından kaynaklandığı ifade edilmiştir. Özdemir (2003) yaptığı çalışmada, vernik/ boyalarının çizilme dirençlerinin yapılarına bağlı olduğunu, yüzeyde oluşturdukları katmanın yapısı ne kadar sıkı ise çizilme dirençlerinin de o kadar iyi olacağı ve zor çizileceğini belirtmiştir. Budakçı (2003) çalışmasında, su bazlı verniklerin katı madde oranlarının düşük olması sebebiyle ahşap yüzeyde oldukça ince film katmanı verdiğini belirtmiştir. Yakın (2001) çalışmasında, su bazlı verniklerin mekanik etkilere dayanıksız olduğunu bildirmiştir.

Çalışmada, kayın ve meşe numunelerde; 190°C'de 2 saat, 212°C'de 1 ve 2 saat süre ile ısı işlem görmüş ve su bazlı tek ve çift bileşenli vernik uygulanmış bütün test panellerinin kontrol periyodunda çizilme direnci değerlerinin 2. sınıf olduğu tespit edilmiş, 144 saat, 288 saat ve 432 saat periyotlarının sonrasında da sonucun değişmediği gözlenmiştir. Sarıçam numunelerde, 190°C'de 2 saat, 212°C'de 1 ve 2 saat süre ile ısı işlem görmüş ve su bazlı tek ve çift bileşenli vernik uygulanmış örneklerin kontrol periyodunda 4. sınıf, UV yaşlandırmanın etkisiyle 144 saat, 288 saat ve 432 saat sonrasında ise 3. sınıf gruba girdikleri belirlenmiştir.

ÖNERİLER

- Isıl işlem görmüş ve sonrasında su bazlı tek ve çift bileşenli vernik uygulanmış sarıçam örneklerinin yapışma direnci değerleri diğer ağaç türlerine göre daha düşük değerler vermiştir. Bu ağaç türünde vernik katman sayısının 2 son kat, meşe örneklerinde ise 1 son kat olacak şekilde uygulanması ile sarıçam malzeme yüzeylerinde daha iyi yapışma direnci sağlanabilir. Bu şekilde bir uygulama aynı zamanda vernik tasarrufu da sağlayabilir. Ancak yüksek mekanik direnç gerektiren yerlerde kullanılması riskli olabilir.

- Isıl işlem görmüş ağaç malzeme özellikle dış mekânlarda kullanılacaksa, yüzeylerinde su bazlı verniklerle koruyucu katman yapılması daha uygun olacaktır. Su bazlı verniklerin dış ortamda karşılaşacakları etkilere karşı daha dayanıklı hale getirilmesi ve vernik molekülleri arasında kurulmuş olan çapraz bağların harici etkilere zarar görmemesi için formülasyonlarına uygun kimyasalların ve UV emici/geri yansıtıcı pigmentlerin dâhil edilmesi, polimerleşmemiş monomerlerin olumsuz etkilerini azaltmak için de radikal tutucuların kullanılması vb. fayda sağlayacaktır.

- Bu çalışmada uygulanan ısıl işlem süre ve sıcaklığında farklı kombinasyonlardan farklı, yeni denemeler tasarlanarak su bazlı verniklerin performanslarının belirlenmesi önerilebilir.

- Isıl işlem sonucunda ağaç malzemelerde iç çatlakları ve yüzeysel kılcal çatlaklar oluşabildiği için, işlem sonrasında perdah ve zımparalama işlemlerinin dikkatli bir şekilde yapılmasına özen gösterilmelidir.

- Bu çalışmayı destekleyici ve tamamlayıcı olması bakımından doğal ve Xenon arc lambalı cihaz ile yaşlandırma çalışmalarında yapılması tavsiye edilmektedir.

- Bu ve benzeri çalışmalarda ayrıca TGA (Thermal Gravimetric Analysis), SEM/EDS (Scanning Electron Microscopy/Energy Dispersive Spectroscopy) ve FTIR (Fourier Transform Infrared) gibi enstrümental analiz yöntemleri ile incelemelerin yapılması önerilebilir.

- Isıl işlem ve yaşlandırma etkileşimi bakımından tüm vernik çeşitlerinde incelenmesi daha detaylı bilgi sahibi olunması açısından gerekli görülmektedir.

5. 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., Feist W.C., Infrared studies of wood weathering, Part I: Softwoods, *Applied Spectroscopy*, 45 (1991) 641-647.
- Andrady A.L., Hamid S.H., Hu X., ToriKai A., Effects of increased solar ultraviolet radiation on materials, *Journal Photo Chemistry and Photobiology B: Biology*, 46 (1998) 96-103.
- Anonim, <http://www.thermowood.fi> (Erişim Tarihi: 28 Haziran 2012).
- Anonim, <http://nova@novawood.com.tr> (Erişim tarihi 13 Şubat 2013a).
- Anonim, http://www.forestry.toronto.edu/treated_wood/thermalmod (Erişim Tarihi: 29 Nisan 2013b).
- Anonim, http://www.arifmalyer.com.tr/Cr_400_410_chromameter_renk_olcum_cihazı,P_R-26,246.html (Erişim tarihi 15 Şubat 2013c).
- ANS/ISO 1522, Paints and varnishes - Pendulum damping test approved as an american national standard by ASTM international, (1998).
- ASTM D 1211-97, Standard Test Method for Temperature- Change Resistance of Clear Nitrocellulose Lacquer Films Applied to Wood, American Society For Testing and Materials, Annual Book of ASTM Standards, West Conshohocken, PA, DOI: 10.1520/D1211-97. (2001).
- ASTM D 1413-07e1, Standard test method of testing wood preservatives by laboratory soil block cultures, *Annual Book of ASTM Standards*, (2007) 452.
- ASTM D 1641, Standard Practice for Conducting Outdoor Exposure Tests of Varnishes. American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, Pennsylvania, USA, (1981).
- ASTM D 1644-01, Standard Test Methods for Nonvolatile Content of Varnishes. American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, Pennsylvania, USA., (2006).

- ASTM D - 2244, Standard test method for calculation of color differences from instrumentally measured color coordinates, (1993).
- ASTM D 2244-07e1, Standard Practice for Calculation of Color Tolerances and Color Differences from Instrumentally Measured Color Coordinates, American Society for Testing and Materials, (2007).
- ASTM D 2244-3, Standard practice for calculation or color tolerances and color differences from instrumentally measured color coordinates, *ASTM Standards, A.B.D.*, (2007) 1-13.
- ASTM D 4541, Standard Test method for pull-off strength of coatings using portable adhesion testers, *American Society for Testing and Materials*, (1995) 12-15.
- ASTM D 4587–05, Standard practice for fluorescent UV condensation exposures of paint and related coatings, *American Society for Testing and Materials, USA.*, (2010).
- ASTM D 6132, Standard test method for nondestructive measurement of dry film thickness of applied organic coatings using an ultrasonic gage, (2008).
- ASTM G 53-88, Standard Practice for Operating Light—and Water-Exposure Apparatus (Fluorescent UV-Condensation Type) for Exposure of Non-metallic Materials, (1998).
- ASTM G 154-06, Standard practice for operating fluorescent light apparatus for UV exposure of nonmetallic materials, *ASTM, USA*, (2006) 2-8.
- Atar M., Keskin H., Çolakoğlu M.H., Imersol-aqua ile emprenye etmenin bazı masif ağaç malzeme ve verniklerde sarı renk tonuna etkisi, *Journal of Applied Polymer Science*, 103 (2007) 1048–1054.
- Atılğan A., Bitki boyaları ile boyanan ahşap malzemenin hızlandırılmış yaşlandırma ortamında renk değişim değerlerinin belirlenmesi, *Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi*, (2009).
- Aytin A., Yabani kiraz (*Cerasus avium* (l.) Monench) odununun fiziksel, mekanik ve teknolojik özellikleri üzerine yüksek sıcaklık uygulamasının etkisi, *Doktora Tezi, Düzce Üniversitesi*, (2013).
- Bakar B.F.A., Hiziroğlu S., Tahir P.M., Properties of some thermally modifies wood species, *Materials and Design*, 43 (2013) 348-355.
- Baysal E., Sönmez A., Göktaş O., Demirci Z., Çolak M., Özen E., Çolak A.M., Çeşitli üst yüzey işlem maddelerinin hızlandırılmış yaşlandırma metoduyla fiziksel ve biyolojik performanslarının belirlenmesi ve performans özelliklerinin

- iyileştirilmesi, Muğla Üniversitesi, (2005) 17-138.
- Bekhta P., Niemz P., Effect of high temperature on the change in color, dimensional stability and mechanical properties of spruce wood, *Holzforschung*, 57 (2003) 539–546.
- Bilgen S., Dış ortam şartlarının verniklenmiş ardıç odununun bazı fiziksel özelliklerine etkisi, *Yüksek Lisans Tezi*, Karabük Üniversitesi, (2010).
- Boonstra M.J., A two-stage thermal modification of wood, Ph.D. dissertation in cosupervision Ghent University and Universite Henry Poincare - Nancy 1, 297 p.ISBN 978-90-5989-210-1 (2008).
- Boonstra M.J., Tjeerdsma B., Chemical analysis of heat treated softwoods, *Holz als Roh- und Werkstoff*, 64, (2006) 204–211.
- Bozkurt Y., Göker Y., Erdin N., *Emprenye Tekniği*, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul, 3779 (425) (1993) 125 ve 429.
- Bozkurt A.Y., Erdin N., *Odun Anatomisi*, İ.Ü. Orman Fakültesi, Dilek Matbaası, İstanbul, (2000) 466:360.
- Bravery A.F., Dobbs A.J., Laidlaw R.A., Miller E.R., Research in wood protection, Wood preserving Association, 45 (1981) 3-11.
- Brunow G., In: Lignin, Humic Substances and Coal, M. Hofrichter and A. Steinbuechel, eds., Wiley-VHC (2001) 89.
- Budakçı M., Pnömatik adezyon deney cihazı tasarımı, üretimi ve ahşap verniklerinde denenmesi, *Doktora Tezi*, G.Ü., (2003).
- Budakçı M., Pnömatik adezyon deney cihazı tasarımı ve üretimi (Doktora tezinden üretilmiştir), *Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Politeknik Dergisi*, 9 (1) (2006) 53-58.
- Budakçı M., ve Togay A., Sentetik vernik ve bir difüzyon boyası uygulanan sarıçamda açık hava şartlarının renk değiştirici etkisi, *Gazi Üniversitesi Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10 (11) (2002) 55-68.
- Budakçı M., Özçiftci A., Çınar H., Sönmez A., Effects of application methods and species of wood on color changes of varnishes, *African Journal of Biotechnology*, 8 (21) (2009) 5964-5970.
- 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., ve Sönmez A., Determining adhesion strength of some wood varnishes on

- different wood surfaces, *Gazi Müh. ve Mimarlık Fak. Dergisi*, 25 (1) (2010) 111-118.
- Budakçı M., and Taşcıoğlu C., Adhesion properties of some protective layers exposed to outside weather conditions for five years, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 37 (2013) 126-132.
- Bulcke J.V., Acker J.V., Stevens M., Experimental and theoretical behavior of exterior wood coatings subjected to artificial weathering, *J. Coat. Technol. Res.*, 5 (2) (2008) 221–231.
- Chow S.Z., and Mukai H.N., Effect of thermal degradation of cellulose on wood polymer bonding, *Wood Science*, 4 (4) (1972) 202-208.
- Custódio J.E.P., Eusébio M.I., Waterborne acrylic varnishes durability on wood surfaces for exterior exposure, *Progress in Organic Coating*, 56 (2006) 59–67.
- Çağlar A., ve Yamanel K., Diş renginin Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler, *ADO Klinik Bilimler Dergisi*, 2 (1) (2007) 49-54.
- Çakıcıer N., Ağaç malzeme yüzey işleme katmanlarında yaşlanma sonucu belirlenen değişiklikler, *Doktora Tezi*, İstanbul Üniversitesi, (2007).
- Çakıcıer N., Korkut S., Sevim Korkut D., Kurtoğlu A., and Sönmez A., Effects of UV accelerated aging on surface hardness, surface roughness, glossiness, and color difference for some wood species, *International Journal of the Physical Sciences*, 6 (8) (2011) 1929-1939.
- Dawson B.S.W., Goettgens A., Hora G., Natural weathering performance of exterior wood coatings on *Pinus sylvestris* and *Pinus radiata* in Germany and New Zealand, *J. Coat. Technol. Res.*, 2 (7) (2005) 539–546.
- Dawson B.S.W., Singh A.P., Kroese H.W., Schwitzer M.A., Gallagher S., Riddiough J.S., Wu S., Enhancing exterior performance of clear coatings through photostabilization of wood. Part 2: coating and weathering performance, *J. Coat. Technol. Res.*, 5 (2) (2008) 207–219.
- Decker C., Masson F., Schwalm R., Weathering resistance of waterbased UV-cured polyurethane-acrylate coatings, *Polymer Degradation and Stability*, 83 (2004) 309-320.
- Delikan A.B., Değişik ağaç türleri üzerinde farklı boyalar uygulayarak, hızlandırılmış solma deneyleri, *Yüksek Lisans Tezi*, Gazi Üniversitesi, (2001).
- Demirci Z., Sönmez A., Budakçı M., Effect of thermal ageing on the gloss and the adhesion strength of the wood varnish layers, *BioResources*, 8 (2) (2013) 1852-

1867.

- Derbyshire H., Miller E.R., The Photodegradation of wood during solar irradiation, *Holz als-Roh Und Werkstoff*, 39 (1981) 347-350.
- Doruk Ş., Lamine ağaç malzemedeki vernik ve empenye işlemlerinin yaşlandırmaya etkisinin belirlenmesi, *Doktora Tezi*, Gazi Üniversitesi, (2009).
- EN 113, Wood preservatives - Test method for determining the protective effectiveness against wood destroying basidiomycetes - Determination of the toxic values, (1996).
- EN 15186, Furniture - assessment of the surface resistance to scratching, (2012).
- Enjily V., Jones D., The potential for modified materials in the panel products industry, *Wood Resources and Panel Properties Conference*, COST Action E44/E49, 12-14 June, Valencia, Spain, (2006).
- Esser R.J., Devona J.E., Setzke D.E., Wagemans L., Waterbased crosslinkable surface coatings, *Progress in Organic Coatings*, 36 (1999) 45-52.
- Esteves B., Marques A.V., Domingos I., Pereira H., Heat-induced colour changes of pine (*Pinus pinaster*) and eucalypt (*Eucalyptus globulus*) wood, *Wood Sci Techn.*, 42 (2008) 369–384 DOI 10.1007/s00226-007-0157-2.
- Feist W.C., Painting And Finishing Wood For Use Outdoor, Forest Product Laboratory Report, (1984) 401-454.
- Feist W.C., Outdoor wood weathering and protection, *Forest Product Journals*, 40 (10) (1990) 263-298.
- Feller R.L., Accelerated Aging, Photochemical and Thermal Aspects, Printed in the United States of America (1994).
- Fengel D., and Wegener G., Wood, Walter Gruyter and Co, Berlin, (1989).
- Fengel D., and Wegener G., Wood chemistry, ultrastructure, reactions, Walter De 33 (9) (1989a) 333-335.
- Fufa S.M., Jelle B.P., Hovde P.J., Rørvik P.M., Coated wooden claddings and the influence of nanoparticles on the weathering performance, *Progress in Organic Coatings* 75 (2012) 72 - 78.
- Funaoka M., Kako T., and Abe I., *Wood Sci. Technol.* 24 (1990) 277-288.
- Gonzalez-Pena M.M., and Hale Michael D.C., Colour in Thermally Modified Wood of Beech, Norway Spruce and Scots Pine. Part 1: Colour Evolution and Colour Changes, *Holzforschung*, 63 (2009) 385–393.
- Hafizoğlu H., Yalınkılıç M.K., Yıldız Ü.C., Baysal E., Demirci Z., Peker H., Türkiye

- bor kaynaklarının odun koruma (emprenye) endüstrisinde değerlendirilme imkanları, TÜBİTAK Projesi, TOAG-875, (1994) 377.
- Hill CAS., Wood Modification: Chemical, Thermal and Other Processes, Wiley Series in Renewable Resources, John Wiley & Sons Inc., 260 pages, Chichester, UK. ISBN: 978-0-470-02172-9, (2006).
- Hillis W.E., The role of wood characteristics in high temperature drying, *Journal Industrial Wood Science*, 7 (2) (1975) 60-67.
- Holzhausen U., Millow S., Adler H.J.P., Studies on The Thermal Ageing of Organic Coatings, Wiley-WCH Verlag GmbH, Weinheim, [online], www.interscience.wiley.com [Ziyaret Tarihi: 01 mayıs 2013] (2002).
- Hon D.N., Weathering reactions and protection of wood surfaces, *Journal of Applied Polymer Science*, 37 (1983) 845-864.
- Inoue M., Norimoto M., Tanahashi M., Rowell R.M., Steam or Heat Fixation of Compressed Wood, *Wood and Fiber Science*, 25 (3) (1993) 224-235.
- ISO 1522, Paints and varnishes, Pendulum damping test, *International Organization for Standardization*, (2006).
- ISO 2470, Paper, boards and pulps-measurement of diffuse reflectance (ISO Brightness), 3rd ed., Technical Committee TC6, Geneva, Switzerland, (1999).
- ISO 2810-1974, Paints and Varnishes – Notes for Guidance on the Conduct of Natural Weathering Tests, ISO Standards Handbook 24, Paints and Varnishes, 1st ed. ISO (1985).
- ISO 2813, Paints and varnishes - Determination of specular gloss of non-metallic paint films at 20 degrees, 60 degrees and 85 degrees, *International Organization for Standardization*, (1994).
- ISO 4287, Geometrical product specifications surface texture profile method terms, definitions and surface texture parameters, *International Standart Organization* (1997).
- ISO 4624, Paints and varnishes – Pull-off test for adhesion, International Organization for Standardization, (2002).
- ISO 11341 (E), Paints and Varnishes – Artificial Weathering and Exposure to Artificial Radiation – Exposure to Filtered Xenon-arc Radiation, International Organization for Standardization, (1994).
- ISO 11507, Paints and varnishes - exposure of coatings to artificial weathering- Exposure to fluorescent UV and water, USA., (2007).

- İşmal E.Ö., UV Işımlarının zararlı etkilerinden yüksek performanslı tekstiller Yardımıyla korunma olanakları, *Tekstil Maraton*, 2 (2002) 70-80.
- Jaémsaé S., Ahola P., Vitaniem P., Long-term natural weathering of coated ThermoWood, *Pigment & Resin Technology*, 29 (2) (2000) 68–74.
- Johansson D., Strenght and colour response of solid wood to heat treatment, Graduate Thesis, Luleå University of Technology, Department of Skelleftea Campus, Division of Wood Technology, Sweden, 93 (5) (2005) 1402-1757.
- Johansson D., *Heat Treatment of Solid Wood, Effect on Absorption, Strength And Colour*, Doctoral Thesis, Lulea University of Technology, Skellefteå Campus, Division of Wood Material Science, Skellefteå-Sweden, ISSN:1402-1544,53., (2008).
- Kaçamer S., İmersol aqua ve tanalith-e ile emprenye edilmiş ısıtılmış ağaç malzemelerin yapışma ve yanma dirençlerinin belirlenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Karabük Üniversitesi, (2010).
- Kazan B., Su bazlı vernik uygulanmış yüzey üzerindeki ısıtılmış işlemin etkileri, *Yüksek Lisans Tezi*, Dumlupınar Üniversitesi, (2009).
- Kesik H.İ., Değişik kimyasallar ile ön işlem görmüş ağaç malzeme yüzeylerinde su bazlı verniklerin katman performansı, *Doktora Tezi*, Gazi Üniversitesi, (2009).
- Kocaefe D., Poncsak S., Boluk Y., Effect of thermal treatment on the chemical composition and mechanical properties of birch and aspen, *BioResources* 3 (2) (2008) 517-537.
- Korkut S., Kereste üretiminde yüzey kalitesinin iyileştirilmesi üzerine araştırmalar, *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Üniversitesi, (1999).
- Korkut S., The effects of heat treatment on some echnological properties in uludag fir (*Abies bornmuellerinana* Mattf.) wood, *Building and Environment*, 43, (2008) 422–428.
- Korkut S., ve Bakangil Ö., Isıl işlem metodları, WOODWORK Mobilya, Mobilya Yan Sanayi, Mimarlık, *Dekorasyon ve Araştırma Dergisi*, (2007) 28-34.
- Korkut S., and Budakçı M., The effects of high-temperature heat-treatment on physical properties and surface roughness of Rowan (*Sorbus aucuparia* L.) wood, *Wood Research*, 55 (1) (2010) 67-78.
- Korkut S., ve Kocaefe D., Isıl işlemin odun özellikleri üzerine etkisi, *Düzce Üniversitesi Ormancılık Dergisi*, 5 (2) (2009) 11-34.
- Kurtoğlu A., Ağaç Malzemenin Kimyasal Olmayan Yolla Korunması Olanakları, İ.Ü.

- Orman Fakültesi Dergisi*, Seri B, Sayı 4, Cilt 34, İstanbul (1984).
- Kurtoğlu A., *Ağaç Malzeme Yüzey İşlemleri, Genel Bilgiler*, Cilt I, İ.Ü. Orman Fak. Orman End. Müh. Böl., İstanbul, (2000).
- Malkoçoğlu A., Doğu kayını odununu teknolojik özellikleri, *Doktora Tezi*, K.T.Ü., (1994).
- McDonald K.A., Falk R.H., William R.S., Winandy J.E., *Wood Decks. Materials, Construction, and Finishing*. Forest Products Society, Madison, WI, (1996).
- Mccormick K., Tas P., Application 1.0 Portable gloss Measurement, <https://byk-gardnerusa.com/>, [Ziyaret Tarihi: 13 mayıs 2013] (1999).
- Meijer M.de, Review on the durability of exterior wood coatings with reduced VOC-Content, *Progres in Organic Coatings*,43 (2001) 217–225.
- Miklečić J., and Jirouš-Rajković V., Accelerated Weathering of Coated and Uncoated Beech Wood Modified with Citric Acid, *Drvna Industrija*, 62 (4) (2011) 277-282.
- Miklečić J., Jirouš-Rajković V., Antonović A, and Španić N, Discolouration of thermally modified wood during simulated indoor sunlight exposure, Thermal wood colour & sunlight, *BioResources* 6 (1) (2011) 434-446.
- Miller E.R., Exterior wood stains, *Wood Science and Technology*, 26 (1980) 6-8.
- Miles J., and Elliot G.K., Development under discussion, *Timber Trades Journal*, 319 (1981) 22-23.
- Nichols M.E., Gerlock J.L., Rates of photooxidation induced crosslinking and chain scission in thermoset polymer coatings II. effect of hals and uv light absorber additives, *Polymer Degradation and Stability*, 69 (2000) 197-207.
- Nuopponen M., FT-IR and UV Raman spectroscopic studies on thermal modification of Scots pine wood and its extractable compounds, Doctoral dissertation, Helsinki University of Technology, Department of Forest Products Technology, Laboratory of Forest Products Chemistry, Reports Series A 23, Espoo-Finland, (2005).
- Nzokou P., Kamdem D.P., Temiz A., Effect of accelerated weathering on discoloration and roughness of finished ash wood surfaces in comparison with red oak and hard maple, *Progress in Organic Coatings*, 71 (2011) 350–354.
- Örs Y., Keskin H., *Ağaç Malzeme Bilgisi*, I. Baskı, ısbın:975-6574-01-1, Atlas Yayın Dağıtım, İstanbul, (2001) 33-34.
- Özcan S., Özçiftçi A., Hiziroğlu S., Toker H., Effects of heat treatment and surface roughness on bonding strength, *Construction and Building Materials*, 33 (2012)

7–13.

- Özçifçi A., Altun S., ve Yapıcı F., Isıl işlem uygulamasının ağaç malzemenin teknolojik özelliklerine etkisi, *5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu*, Karabük, Türkiye 13-15 (2009).
- Özdemir T., Türkiye’de yetişen Bazı Ağaç Türlerinde Verniklerin Özelliklerinin Araştırılması, *Doktora Tezi*, K.T.Ü., (2003).
- Özen R., ve Sönmez A., Dış hava şartlarının verniklerin katman sertliğine etkileri, *J. of Agriculture and Forestry*, 23 (1999) 323–328.
- Payne H.F., Organic coating technology, volume I, printed in New York U.S.A. Fourth Printing, (1965).
- Peker H., Mobilya üstyüzeylerinde kullanılan verniklere empenye maddelerinin etkileri, *Doktora Tezi*, K.T.Ü., (1997) 89-90.
- Perrin F.X., Irigoyen M., Aragon E., and Vernet J.L., Evaluation of accelerated weathering tests for three paint systems: a comparative study of their ageing behaviour, *Polymer Degradation and Stability*, 72 (2001) 115-124.
- Portable Surface roughness tester surfest Sj-301, yüzey pürüzlülüğü ölçüm cihazı kullanım kılavuzu (1998).
- Raczkowski J., Seasonal effects on the atmospheric corrosion of spruce micro sections, *Holz als Roh Und Werkstoff*, 38 (1980) 231-234.
- Rapp A.O., Review on heat treatments of wood, *European Thematic Network for Wood Modification*, Hamburg-Almanya, (2001).
- Real P.L., Gardette J.L., Rocha A.P., Artificial simulated and natural weathering of poly (vinyl chloride) for outdoor applications: the influence of water in the changes of properties, *Polymer Degradation and Stability*, 88 (2005) 357-362.
- Richter K., Fest W.C., Knaebe M.T., The effect of surface roughness on the performance of finishes, *Forest Products Journal*, 45 (7) (1995) 91-97.
- Rosengvist L., Lindberg B., *Scandinavian Paint And Printing Ink Research Institute Report*, 17 (83) 39 (1983).
- Sehlstedt-Persson M., High temperature drying of scots pine, a comparison between HT- and LT-drying, *Holz als Roh- und Werkstoff*, 53 (1995) 95-99.
- Sehlstedt-Persson M., Colour responses to heat-treatment of extractives and sap from pine and spruce, *Proceedings 8th International IUFRO Wood Drying Conference*, Brasov, Romania (2003).
- Sidorova E., Trends and reasons for development of heat treated wood, *Master thesis*,

- Luleå University of Technology, (2009).
- Sjöström E., Wood Chemistry: Fundamentals and applications. second edition, academic press, San Diego-California 92101-4495 USA, (1993) 293.
- Skaja A.D., Croll S.G., Quantitative ultraviolet spectroscopy in weathering of a model polyester-urethane coating, *Polymer Degradation and Stability*,79 (2003) 123-131.
- Sögütlü C., ve Sönmez A., Değişik koruyucular ile işlem görmüş bazı yerli ağaçlarda UV ışınlarının renk değiştirici etkisi, *Gazi Üniversitesi Müh. Mimarlık Fak. Dergisi*, 21 (1) (2006) 151-159.
- Sönmez A., Ağaçtan yapılmış mobilya üstyüzeylerinde kullanılan verniklerin önemli mekanik fiziksel ve kimyasal etkilere karşı dayanıklılıkları, *Doktora Tezi*, Gazi Üniversitesi, (1989).
- Sönmez A., *Ağaç İşlerinde Üst Yüzey İşlemleri 1*, Hazırlık ve Renklendirme, Ders Kitabı, *Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi*, Ankara, (2000) 3-26.
- Sönmez A., Budakçı M., Vernik katman kalınlığının parlaklığa etkisi, *Politeknik Dergisi*, 12 (3) (1999) 747-757.
- Sönmez A., Budakçı M., Tahta koruyucunun dış cephe verniklerinin yapışma direncine etkisi, *G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, Ankara, 14 (2) (2001) 305-314.
- Sönmez A., ve Budakçı M., *Ağaç İşlerinde Üst Yüzey İşlemleri II, Koruyucu Katman ve Boya / Vernik Sistemleri*, Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Ankara, (2004) 85-90.
- Sönmez A., ve Özen R., Ahşap verniklerin harici etkilere karşı dayanıklılığına ilişkin araştırmalar, *Devlet Planlama Teşkilatı araştırma projesi kesin raporu*, Ankara, 36 (1996).
- Sönmez A., Budakçı M. ve Delikan A.B., Ahşap Boyaları ile renklendirilmiş ağaç malzemede renk değişimleri, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 16 (4) (2003) 769-777.
- Sönmez A., Budakçı M., Yakın M., Ağaç malzemede su çözücülü vernik uygulamalarının sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma direncine etkileri, *Politeknik Dergisi*, 7 (3) (2004) 229-235.
- Sönmez A., Budakçı M., Demirci Z., Akkuş M., Effects of thermal aging on the film hardness of some wood varnishes, *BioResources*, 6 (4) (2011) 4594-4605.
- Suits L.D., Hsuan Y.G., Assessing the photo-degradation of geosynthetics by outdoor exposure and laboratory weatherometer, *Geotextiles and Geomembranes*, 21

- (2003) 111-122.
- Sundqvist B., Color response of scots pine (*Pinus sylvestris*), norway spruce (*Picea abies*) and birch (*Betula pubescens*) subjected to heat treatment in capillary phase, *Holz als Roh- und Werkstoff*, 60 (2002) 106–114.
- Sundqvist B., Colour changes and acid formation in wood during heating. *Doctoral Thesis*, Lulea Teknoloji Üniversitesi, Skellefteå-Sweden, (2004).
- Sundqvist B., Karlsson O., Westermark U., Determination of formic-acid and acetic acid concentrations formed during hydrothermal treatment of birch wood and its relation to colour, strength and hardness, *Wood Science Tech.*, 40 (2006) 549–561.
- Taşcıoğlu C., Budakçı M., Adhesion properties of woods treated with copper based wood preservative chemicals, *Wood Research*, 54 (3) (2009) 23-32.
- Temiz A., Yıldız U.C., Aydın İ., Eikenes M., Alfredsen G., Çolakoglu G., Surface roughness and color characteristics of wood treated with preservatives after accelerated weathering test, *Applied Surface Science*, 250 (2005) 35-42.
- Terziev N., Boutelje J., and Söderström O., The influence of drying schedules on the redistribution of low molecular weight sugars in, *Holzforschung*, 47 (1) (1993) 3-8.
- Theander O., Nelson D.A., Aqueous, high-temperature transformation of carbohydrates relative to utilization of biomass. In: Tipson RS, Horton D (eds) *Advances in carbohydrate chemistry and biochemistry*. Academic, Harcourt Brace Jovanovich Publishers, San Diego, (1988) 273–326.
- Tjeerdsmas F.B., Heat treatment of wood- thermal modification, *Coford Seminar on Wood Modification: Opportunites and Challenges*, Dublin- Ireland (2006).
- Toker H., Hiziroglu S., Ozciftci A., Influence of weathering on adhesion strength of chemically treated and coated Scotch pine, *Progress in Organic Coatings*, 73 (2012) 211– 214.
- Tomak E.D., Yıldız Ü.C., Odunun kimyasal modifikasyonu, *III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi*, Artvin-Türkiye, (2010) 1681-1690.
- TS 642 ISO 554, Kondisyonlama ve /veya Deney İçin Standart Atmosferler-Özellikler, *T.S.E.*, Ankara, (1997).
- TS 2471, Odunda, fiziksel ve mekanik deneyler için rutubet miktarı tayini, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara (2005).
- TS 4460, Hava şartlarına karşı renk haslığı tayini metodu-Ksenon ark lambası metodu, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara (1985).

- TS 5723, Ahşap koruma-emprenye maddesi nüfuz derinliğinin tayini, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, (1988).
- TS CEN/TS 15679, Isıl işleme şekil verilmiş kereste-terimler ve karakteristikler, *Türk Standartlar Enstitüsü*, Ankara, (2011).
- Tunçgenç M., Genel boya bilgileri, *Teknik Bülten*, Akzo Nobel Kemipol A.Ş., (2004).
- Uysal B., Peker H., Atar M., Açık hava şartlarında eprenyelenmiş ve verniklenmiş ağaç malzeme yüzeyindeki renk değişikliğine etkileri, *Z.K.Ü. Karabük Teknik Eğitim Fakültesi Teknoloji Dergisi*, 1 (1998) 66-77.
- Uysal B., Peker H., The effects of exterior conditions on the adhesion strength of varnishes, *Teknoloji Dergisi*, Ankara, 2 (1-2) (1999) 66.
- Ünsal O., Korkut S. and Atik C., The effect of heat treatment on some properties and colour in eucalyptus, *Wood. Maderas. Cienciay Tecnologia*, 52 (2) (2003) 145-152.
- Unsal O., Ayırmis N., Variations in compression strength and surface roughness of heat-treated Turkish river red gum (*Eucalyptus camaldulensis*) wood, *Journal of Wood Science*, 51 (2005) 405–409.
- Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus (VTT), Reaction mechanisms of modified wood during 10/1999–6/2001, P.O. Box 1000, FI-02044 VTT, Finland, (2001).
- Viitanen H., Jämsä S., Paajanen L., Nurmi A., and Viitaniemi P., The effect of heat treatment on the properties of spruce, A preliminary report, *International Research Group on Wood Preservation*, Doc. No. IRG/WP, (1994) 94-40032.
- Viitaniemi P., Jamsa S., Koskela K., Paajanen L., Vuorinen T., Maunu S., Paakkari T., Reaction mechanisms of modified wood, Finnish Forest Cluster Research Programme WOOD WISDOM (1998-2001), Final report. Paavilainen, L. (ed.). Helsinki-Finland, (2002) 185–192.
- Wikberg H., Advanced solid state NMR spectroscopic techniques in the study of thermally modified wood, academic dissertation, University of helsinki, department of chemistry, laboratory of polymer chemistry, Helsinki-Finland, (2004).
- Williams R.S., Acid effects on accelerated wood weathering, *Forest Products Journal*, 37 (1987) 37-38.
- Yakın M., Su bazlı verniklerde sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma mukavemetinin tespiti, *Yüksek Lisans Tezi*, Gazi Üniversitesi, (2001).
- Yaltırık F., Dendroloji I, 2410, İ.Ü. Orman Fakültesi, İstanbul, (1988) 165-168.

- Yang X.F., Vang C., Tallman D.E., Bierwagen G.P., Croll S.G., and Rohlik S., Weathering degradation of a polyurethane coating, polymer degradation and stability, 74 (2001) 341-351.
- Yang X.F., Tallman D.E., Bierwagen G.P., Croll S.G., Rohlik S., Blistering and degradation of polyurethane coatings under different accelerated weathering tests, *Polymer Degradation and Stability*, 77 (2002) 103-109.
- Yaşar S., Kızılcam ekstraktif maddelerinde ısıl işlem uygulanması sonucu oluşan renk değişimleri üzerine araştırma, *Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*, Seri:A, Sayı:1, (2009) 95-100.
- Yıldırım Ş., Mayoluk kumaşlarda UV-absorblayıcılarının UV geçirgenliğinde, koruma faktörlerine, hava geçirgenliğine, ısı geçirgenliğine ve diğer kumaş özelliklerine etkileri, *Yüksek Lisans Tezi*, M.Ü., (2006).

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : AYATA, Ümit
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 07.02.1983 / Mersin
Telefon : 0 505 855 68 33
Faks : -
E-posta : umitayata@duzce.edu.tr

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	K.S.Ü./ Orman Endüstri Müh.	2008
Lisans	K.S.Ü./ Orman Endüstri Müh.	2005
Lise	Mersin Salim Yılmaz Lisesi	2000

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2002-2003	Kahramanmaraş Kâğıt Fabrikası	Staj
2003-2004	Samedoğlu Yongalevha Fabrikası	Staj

Yabancı Dil

İngilizce (ÜDS: 57,5)

Yayınlar

1. Akgül M., Korkut S., Çamlıbel O., **Ayata Ü.**, Some Chemical Properties of Luffa and Its Suitability for Medium Density Fiberboard (MDF) Production, *Chemistry, BioResources* 8 (2) (2013) 1709-1717.
2. Akgül M., Tutuş A., Kırtay F., Bayraktar S., **Ayata Ü.**, Isırgan Otu (*Urtica dioica* L.) Saplarının Kimyasal Analizi, *KSÜ Doğa Bilimler Dergisi, Özel Sayı*, (2012) 85-88.
3. Akgül M., Çamlıbel O., **Ayata Ü.**, Orman Ürünleri Endüstrilerinde Çevre Sorunları, IX. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi Özet Kitabı, 7-10 Ekim, Nevşehir, (2009) 257.
4. Tutuş A., Kurt R., Ertaş M., **Ayata Ü.**, Alma M.H., *Eucalyptus grandis* Odununun Kimyasal Bileşimi ve Termal Özellikleri, I. Ulusal Okaliptüs Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 15-17 Nisan, Tarsus, (2008) 307-313.
5. Tutuş A., Bektaş İ., **Ayata Ü.**, *Eucalyptus grandis* ve *Eucalyptus camaldulensis* Odunlarından Kraft Yöntemiyle Kağıt Hamuru Üretiminde Sodyum Borhidrürün Hamur Verimi Üzerine Etkisi, I. Ulusal Okaliptüs Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 15-17 Nisan, Tarsus, (2008) 288-298.
6. Bektaş İ., Alma M.H., Bal B.C., **Ayata Ü.**, Okaliptüs (*Eucalyptus grandis* W. Hill.) Odununun Dinamik Eğilme Direncinin Belirlenmesi ve Bazı Ağaç Türleri ile Karşılaştırılması, I. Ulusal Okaliptüs Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 15-17 Nisan, Tarsus, (2008) 274-280.
7. Bektaş İ., Tutuş A., **Ayata Ü.**, *Eucalyptus grandis* ve *Eucalyptus camaldulensis* Odunlarının Bazı Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi ve Başlıca Kullanım Alanları, I. Ulusal Okaliptüs Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 15-17 Nisan, Tarsus, (2008) 314-323.