

BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ❖ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TANEN KATKILI ÜST YÜZEY İŞLEM MADDESİNİN AHŞABIN DIŞ ORTAM
KOŞULLARINA KARŞI DAYANIKLILIĞINA ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ferhat ARICAN

Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

HAZİRAN 2019

BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ❖ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TANEN KATKILI ÜST YÜZEY İŞLEM MADDESİNİN AHŞABIN DIŞ ORTAM
KOŞULLARINA KARŞI DAYANIKLILIĞINA ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ferhat ARICAN

(152080704)

Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Eylem DİZMAN TOMAK

HAZİRAN 2019

BTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 152080704 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Ferhat ARICAN, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı "Tanen Katkılı Üst Yüzey İşlem Maddesinin Ahşabın Dış Ortam Koşullarına Karşı Dayanıklılığına Etkisi" başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Doç. Dr. Eylem DİZMAN TOMAK**
Bursa Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Doç. Dr. Oktay GÖNÜLTAŞ**
Bursa Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Evren TERZİ
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa

Savunma Tarihi : 14/06/2019

FBE Müdürü : **Doç. Dr. Murat ERTAŞ**
Bursa Teknik Üniversitesi/...../.....

İNTİHAL BEYANI

Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belgelediğimi, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

Öğrencinin Adı Soyadı: Ferhat ARICAN

İmzası :

X X X X X



Eşime ve kızıma,

ÖNSÖZ

“Tanen Katkılı Üst Yüzey İşlem Maddesinin Ahşabın Dış Ortam Koşullarına Karşı Dayanıklılığına Etkisi” başlıklı bu çalışma Bursa Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Tez çalışması boyunca her konuda destek ve yardımlarını esirgemeyen Sayın hocam Doç. Dr. Eylem DİZMAN TOMAK’a teşekkür ve şükranlarımı sunarım.

Çalışma boyunca tavsiyelerinden yararlandığım Sayın hocalarım Doç. Dr. Ebru D. ŞAM PARMAK ve Doç. Dr. Oktay GÖNÜLTAŞ’a teşekkür ederim. Ayrıca laboratuvar deneylerinde ve tez yazımında yardımcı olan değerli arkadaşlarım Ömür Ahmet YAZICI, Merve CAMBAZOĞLU ve Arş. Gör. Şebnem S. ARPACI’ya teşekkür ederim.

Bu çalışma, 2150116 kodlu ve “Ahşabın Dış Ortam Koşullarına Karşı Dayanıklılığının Tanen Katkılı Üst Yüzey İşlem Maddesi ile Arttırılması” başlıklı TUBİTAK projesi ile desteklenmiştir.

Tez süresince her zaman yanımda olan eşim, kızım ve aileme sonsuz minnet duygularımı ifade etmek isterim.

Mayıs 2019

Ferhat ARICAN

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖNSÖZ	v
İÇİNDEKİLER	vi
KISALTMALAR	viii
SEMBOLLER	ix
ÇİZELGE LİSTESİ	x
ŞEKİL LİSTESİ	xii
1. GİRİŞ	1
1.1 Ahşabın Hayatımızdaki Yeri	3
1.2 Odunun Anatomik ve Kimyasal Yapısı	4
1.3 Açık Hava Koşullarında Odunu Bozunduran Etmenler	5
1.3.1 Biyotik etmenler.....	6
1.3.2 Abiyotik etmenler	6
1.3.2.1 Odunun fotodegradasyonu	7
1.3.2.2 Fotodegradasyonun kimyası	8
1.4 Açık Hava Etkisinde Odunda Meydana Gelen Değişmeler	8
1.4.1 Fiziksel ve makroskopik değişmeler	8
1.4.2 Kimyasal değişmeler	9
1.4.3 Mikroskobik değişmeler	9
1.5 Açık Hava Koşullarına Karşı Ahşabın Korunması	10
1.5.1 Doğal dayanıklı ağaçların kullanılması.....	10
1.5.2 Emprenye maddeleri ve yöntemleri	11
1.5.3 Modifikasyon yöntemleri	13
1.5.4 Üst yüzey işlemleri.....	13
1.5.4.1 Üst yüzey işlem maddelerinin sınıflandırılması.....	14
1.5.4.2 Vernikler	15
1.6 Doğal Biyo Esaslı Ahşap Koruyucu Maddeler	16
1.6.1 Bitki ekstraktları ve eterik yağlar	16
1.6.2 Öz odun ekstraktifleri.....	17
1.6.3 Vaks ve reçineler	17
1.6.4 Tanenler	17
1.6.5 Biyo esaslı ahşap koruyucu maddelerin endüstriyel kullanım potansiyelleri.....	18
2. LİTERATÜR ÖZETİ	19
3. MATERYAL VE YÖNTEM	22
3.1 Ağaç Malzeme.....	22
3.2 Kimyasal Maddeler ve Tanenler	23
3.3 Araştırma Yöntemi	24
3.3.1 Kızılçam kabuğunun ekstraksiyon işlemi	24
3.3.2 Örneklerin epoksi boya ile kaplanması	24
3.3.3 Üst yüzey işlem uygulaması	24
3.3.4 Hızlandırılmış dış ortam testi	25

3.3.5 Renk ölçümü	26
3.3.6 Parlaklık ölçümü	27
3.3.7 Yüzey pürüzlülük ölçümü	27
3.3.8 Makroskopik değişimlerin belirlenmesi.....	28
3.3.9 İstatistiksel yöntemler	28
4. BULGULAR VE TARTIŞMALAR	29
4.1 Örneklerdeki Renk Ölçüm Bulguları	29
4.2 Örneklerdeki Parlaklık Ölçüm Bulguları	53
4.3 Örneklerdeki Yüzey Pürüzlülük Ölçüm Bulguları.....	60
4.4 Örneklerin Makroskopik Açından Değerlendirilmesi.....	67
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	83
5.1 Örneklerin Renk Değişimine Ait Sonuçlar	83
5.2 Örneklerin Parlaklık Değerlerine Ait Sonuçlar	85
5.3 Örneklerin Yüzey Pürüzlülük Değerlerine Ait Sonuçlar	86
5.4 Örneklerin Makroskopik Değişimlerine Ait Sonuçlar	87
KAYNAKLAR	89
ÖZGEÇMİŞ.....	95

KISALTMALAR

ACA	: Amonyaklı Bakır Arsenik
ACC	: Asit Bakır Kromat
ACZA	: Amonyaklı Bakır Çinko Arsenik
BVA	: Basit Varyans Analizi
CCA	: Bakır Krom Arsenik
CCB	: Bakır Krom Bor
CeO₂	: Seryum Oksit
CuCZA	: Bakırlı Kromlu Çinko Arsenat
CuCZC	: Bakırlı Kromlu Çinko Klorür
CZA	: Kromlu Çinko Arsenat
CZC	: Kromlu Çinko Klorür
DMDHEU	: Dimetiloldihidroksi Etilen Üre
FCAP	: Flor Krom Arsenik Fenol
FT-IR	: Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi
HALS	: Engellenmiş Amin Işık Stabilizatörleri
HPT	: Hidroksifenil S Triazin
KÇ	: Kızılçam
PAS	: Pentaklorfenol Amonyak Solvent
SEM	: Taramalı Elektron Mikroskopu
SiO₂	: Silisyum Dioksit
TiO₂	: Titanyum Dioksit
UV	: Ultraviyole
UVA	: Ultraviyole Işık Emicileri
ÜYM	: Üst Yüzey İşlem Maddesi
XPS	: X-Işını Fotoelektron Spektroskopisi
ZMA	: Çinko Meta Arsenat
ZnO	: Çinko Oksit

SEMBOLLER

$^{\circ}$: Derece
$^{\circ}\text{C}$: Santigrat Derece
%	: Yüzde
g	: Gram
kg	: Kilogram
m^2	: Metrekare
m^3	: Metreküp
mm	: Milimetre
nm	: Nano Metre
sn	: Saniye
vd.	: Ve Diğerleri
λc	: Kesme Mesafesi
>	: Büyüktür
<	: Küçüktür
\geq	: Büyük Eşittir
\leq	: Küçük Eşittir
=	: Eşittir
+	: Toplam

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 1.1: Ağaç türlerinin doğal dayanım sınıflandırılması.....	10
Çizelge 3.1: Testlerde kullanılan örnek sayıları	22
Çizelge 4.1: Valeks taneni ile muamele edilen numunelerin ΔL^* değerleri	30
Çizelge 4.2: Mimoza taneni ile muamele edilen numunelerin ΔL^* değerleri	31
Çizelge 4.3: Kızılçam kabuk taneni ile muamele edilen numunelerin ΔL^* değerleri	32
Çizelge 4.4: Valeks taneni ile muamele edilen numunelerin Δa^* değerleri.....	33
Çizelge 4.5: Mimoza taneni ile muamele edilen numunelerin Δa^* değerleri.....	34
Çizelge 4.6: Kızılçam kabuk taneni ile muamele edilen numunelerin Δa^* değerleri	34
Çizelge 4.7: Valeks taneni ile muamele edilen numunelerin Δb^* değerleri.....	35
Çizelge 4.8: Mimoza taneni ile muamele edilen numunelerin Δb^* değerleri	36
Çizelge 4.9: Kızılçam kabuk taneni ile muamele edilen numunelerin Δb^* değerleri	37
Çizelge 4.10: Valeks taneni ile muamele edilen numunelerin ΔE^* değerleri	38
Çizelge 4.11: Mimoza taneni ile muamele edilen numunelerin ΔE^* değerleri.....	40
Çizelge 4.12: Kızılçam kabuk taneni ile muamele edilen numunelerin ΔE^* değerleri	40
Çizelge 4.13: Tanen ile muamele edilen numunelerin 1512 saat sonrasındaki toplam renk değişim değerlerinin basit varyans analizi.....	42
Çizelge 4.14: Tanen ile muamele edilen numunelerin 1512 saat sonrasındaki toplam renk değişim değerlerinin Duncan homojenlik grupları	43
Çizelge 4.15: Valeks taneni ile muamele edilen numunelerin 60° parlaklık değerleri	54
Çizelge 4.16: Mimoza taneni ile muamele edilen numunelerin 60° parlaklık değerleri	55
Çizelge 4.17: Kızılçam kabuk taneni ile muamele edilen numunelerin 60° parlaklık değerleri	56
Çizelge 4.18: Tanen ile muamele edilen numunelerin 1512 saat sonrasındaki parlaklık değerlerinin basit varyans analizi	57
Çizelge 4.19: Tanen ile muamele edilen numunelerin 1512 saat sonrasındaki parlaklık değerlerinin Duncan homojenlik grupları.....	57
Çizelge 4.20: Valeks taneni ile muamele edilen numunelerin yüzey pürüzlülük değerleri	61
Çizelge 4.21: Mimoza taneni ile muamele edilen numunelerin yüzey pürüzlülük değerleri	62
Çizelge 4.22: Kızılçam kabuk taneni ile muamele edilen numunelerin yüzey pürüzlülük değerleri	63
Çizelge 4.23: Tanen ile muamele edilen numunelerin 1512 saat sonrasındaki pürüzlülük değerlerinin basit varyans analizi	64

Çizelge 4.24: Tanen ile muamele edilen numunelerin 1512 saat sonrasındaki pürüzlülük değerlerinin Duncan homojenlik grupları.....	65
Çizelge 4.25: Tanen katkılı şeffaf üst yüzey işlemleri örneklerinin görsel puan değerleri	68
Çizelge 4.26: Tanen katkılı opak üst yüzey işlemleri örneklerinin görsel puan değerleri	68



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1: Odunun kimyasal bileşenleri	5
Şekil 3.1: Örneklerin zımparalanması	23
Şekil 3.2: Kızılçam kabuğunun ekstraksiyon işlemi.....	24
Şekil 3.3: Üst yüzey işlem uygulaması.....	25
Şekil 3.4: Hızlandırılmış dış ortam test cihazı.....	26
Şekil 3.5: Yüzeydeki renk değişimlerinin renk ölçüm cihazı ile tespiti	26
Şekil 3.6: Yüzeyde parlaklık değişimlerinin parlaklık ölçüm cihazı ile tespiti.....	27
Şekil 3.7: Yüzey pürüzlülük ölçümleri.....	28
Şekil 4.1: Tanen katkılı şeffaf üst yüzey işlemlerinin ΔL^* değerlerindeki değişim	43
Şekil 4.2: Tanen katkılı opak üst yüzey işlemlerinin ΔL^* değerlerindeki değişim	45
Şekil 4.3: Tanen katkılı şeffaf üst yüzey işlemlerinin Δa^* değerlerindeki değişim	46
Şekil 4.4: Tanen katkılı opak üst yüzey işlemlerinin Δa^* değerlerindeki değişim	47
Şekil 4.5: Tanen katkılı şeffaf üst yüzey işlemlerinin Δb^* değerlerindeki değişim	48
Şekil 4.6: Tanen katkılı opak üst yüzey işlemlerinin Δb^* değerlerindeki değişim	49
Şekil 4.7: Tanen katkılı şeffaf üst yüzey işlemlerinin ΔE^* değerlerindeki değişim	50
Şekil 4.8: Tanen katkılı opak üst yüzey işlemlerinin ΔE^* değerlerindeki değişim	51
Şekil 4.9: Tanen katkılı şeffaf üst yüzey işlemlerinin parlaklık değerlerindeki değişim	57
Şekil 4.10: Tanen katkılı opak üst yüzey işlemlerinin parlaklık değerlerindeki değişim	59
Şekil 4.11: Tanen katkılı şeffaf üst yüzey işlemlerinin pürüzlülük değerlerindeki değişim	65
Şekil 4.12: Tanen katkılı opak üst yüzey işlemlerinin pürüzlülük değerlerindeki değişim	66
Şekil 4.13: %0,1 valeks taneni + şeffaf ÜYM ile yüzeyi kapatılan örneklerin hızlandırılmış dış ortam testi sonrası fotoğrafları	70
Şekil 4.14: %0,5 valeks taneni + şeffaf ÜYM ile yüzeyi kapatılan örneklerin hızlandırılmış dış ortam testi sonrası fotoğrafları	71
Şekil 4.15: %1 valeks taneni + şeffaf ÜYM ile yüzeyi kapatılan örneklerin hızlandırılmış dış ortam testi sonrası fotoğrafları	72
Şekil 4.16: %0,5 mimoza taneni + şeffaf ÜYM ile yüzeyi kapatılan örneklerin hızlandırılmış dış ortam testi sonrası fotoğrafları	73

Şekil 4.17: %1 mimoza taneni + şeffaf ÜYM ile yüzeyi kapatılan örneklerin hızlandırılmış dış ortam testi sonrası fotoğrafları	74
Şekil 4.18: %3 mimoza taneni + şeffaf ÜYM ile yüzeyi kapatılan örneklerin hızlandırılmış dış ortam testi sonrası fotoğrafları	75
Şekil 4.19: %0,1 kızilçam kabuk taneni + şeffaf ÜYM ile yüzeyi kapatılan örneklerin hızlandırılmış dış ortam testi sonrası fotoğrafları.....	76
Şekil 4.20: %0,5 kızilçam kabuk taneni + şeffaf ÜYM ile yüzeyi kapatılan örneklerin hızlandırılmış dış ortam testi sonrası fotoğrafları.....	77
Şekil 4.21: %1 kızilçam kabuk taneni + şeffaf ÜYM ile yüzeyi kapatılan örneklerin hızlandırılmış dış ortam testi sonrası fotoğrafları.....	78
Şekil 4.22: Kontrol örneklerin hızlandırılmış dış ortam testi sonrası görüntüleri	79
Şekil 4.23: ÜYM ile yüzeyi kapatılan örneklerin hızlandırılmış dış ortam testi sonrası fotoğrafları	80
Şekil 4.24: Test sonunda şeffaf ÜYM'li örneklerin görüntüleri.....	81
Şekil 4.25: Opak boyalı örneklerin başlangıç ve 1512 saat sonraki görünüşleri	82



TANEN KATKILI ÜST YÜZEY İŞLEM MADDESİNİN AHŞABIN DIŞ ORTAM KOŞULLARINA KARŞI DAYANIKLILIĞINA ETKİSİ

ÖZET

Çalışmanın amacı, doğal dayanıklılığı az olan sarıçam odun örneklerinin hızlandırılmış dış ortam koşullarının bozandırucu faktörlerine karşı dayanımını tanen katkılu su esaslı akrilik şeffaf bir üst yüzey işlem maddesi ve opak boya ile iyileştirmektir. Çalışmada, su esaslı akrilik şeffaf ve opak üst yüzey işlem maddesine katkı maddesi olarak ilave edilecek 3 farklı tanen çözeltilisinden en etkili tanen çeşidi ve gerek duyulan en düşük tanen miktarı belirlenmiştir. Tanen olarak valeks, mimoza ve kızılçam kabuk taneni değişik konsantrasyonlarda üst yüzey işlem maddelerine katılmıştır. Ardından örnek yüzeylerine 200g/m² ve 3 kat olacak şekilde fırça ile uygulama yapılmıştır. Üst yüzeyi kaplanan örnekler ile kontrol örnekleri, 1512 saat boyunca hızlandırılmış yaşlandırma testine tabi tutulmuş, test süresince belirli aralıklarla yüzeylerin renk, parlaklık, yüzey pürüzlülük ölçümleri ve makroskopik açıdan değerlendirilmesi gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar kontrol örneklerine göre kıyaslanmıştır.

Çalışma sonucunda, kontrol örneklerinde erozyon, çatlama ve çarpılmalar görülürken, yüzeyi kaplanan örneklerde bu deformasyonlar gözlenmemiştir. Tüm örneklerin yüzeyleri koyulaşmış, parlaklığı kaybolmuş ve yüzeyler daha pürüzlü hale gelmiştir. Üst yüzeyi kaplanan örnekler kontrol örneklerine kıyasla araştırılan parametreler bakımından daha iyi sonuçlar vermiştir. Renk ölçümleri, yüzeylerin renk stabilitesi için tanenlerin yüksek konsantrasyon seviyelerinde olması gerektiğini göstermiştir. Ancak üst yüzey işlem maddesinde tanen konsantrasyonu arttıkça parlaklık değişimi ve pürüzlülük de artmış ve bu özellikler olumsuz yönde etkilenmiştir. Şeffaf üst yüzey işlem maddesi için en umut verici sonuçlar valeks ve kızılçam taneninde bulunmuştur. Opak boyanın kendisi hızlandırılmış dış ortam test faktörlerine karşı oldukça iyi dayanım sergilemiş ve bu tip bir boya için herhangi bir UV absorbe edici kimyasal maddeye gerek duyulmadığı gözlenmiştir.

Sonuçlar, ucuz ve çevre dostu doğal antioksidan madde olarak tanenlerin şeffaf üst yüzey işlem maddelerine katılan pahalı inorganik UV absorbe edicilere alternatif olabileceğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Hızlandırılmış yaşlandırma testi, üstyüzey madde, renk, parlaklık, fotodegradasyon, tanen.

EFFECT OF TANNIN REINFORCED COATINGS ON WEATHERING RESISTANCE OF WOOD

SUMMARY

The aim of this study was to improve weathering resistance of Scots pine wood by treating the surfaces with water based transparent and opaque wood coatings containing tannins. In this study, the most effective tannin type and the lowest amount of tannin concentration were determined from 3 different tannin types and concentration levels. Valex, mimosa and *Pinus brutia* bark tannin at 3 different concentration levels were mixed with the water based transparent and opaque wood coatings. Tannin containing coatings of 200 g/m² were applied to cover all the front surface of the samples with a brush for three times. Samples coated with tannin containing coatings with various concentrations were exposed to artificial weathering for 1512 hours. Color, gloss, surface roughness and macroscopic changes were evaluated periodically during the test, and the results of coated samples were compared with controls.

Visible surface degradations such as erosion, cracks and checks occurred on control samples while no crack formations were recorded for coated samples. Results showed that wood surfaces got dark color, lost the gloss and become rougher after the weathering test. Samples with tannin reinforced coatings showed better surface properties than control and reference samples. Color measurement data showed that high concentration levels were needed for the least color change on the surfaces however concentration increase of tannins in the transparent coating affected surface gloss and roughness of samples negatively. The most promising tannin types in transparent coatings against the surface degradations were determined as valex and *Pinus brutia* bark tannins. Opaque coating alone was found to be resistant against weathering factors and the measurements clearly showed that there is no need to incorporate any UV absorbers to this coating.

This study revealed that natural UV absorbers as tannins could be an alternative to expensive inorganic UV absorbers for transparent coating systems since they are cheap and environmentally friendly.

Keywords: Artificial weathering, coating, color, gloss, photodegradation, tannin.

1. GİRİŞ

Dış ortam koşullarında hava etkisi ile bozunma, kimyasal, mekanik ve ışık etkisi gibi karmaşık bir veya birden fazla etmenin, ahşap yüzeylerde neden olduğu renk ve parlaklık kaybı, yüzeylerin pürüzlenmesi, çatlaklar, erozyon vb. değişimler olarak tanımlanır. Ağaç malzeme görüntüsü, doğal hava koşullarına bağlı olarak kısa sürede belirgin bir şekilde değişir. Oluşan bu bozulmalar yıldan yıla devam eder (Feist, 1983). Yapay yaşlandırma, kontrollü bir şekilde doğal hava şartlarını simüle ederek ahşapta yüzey degradasyonuna neden olur. Amerika'da yapılan bir çalışmada 2400 saatlik bir yapay iklimlendirme 4-5 yıllık doğal iklim koşullarına denk geldiği bulunmuştur (Anderson vd., 1991). Bakır, demir ve krom bazlı kimyasalların fotodegradasyon işleminin gecikmesinde etkili olduğu görülmüştür (Feist ve Hon, 1984; Liu vd., 1994). Ancak, ahşap koruma amaçlı ağır metallerin kullanılması, çevreye olumsuz etkilerinden dolayı bir dizi kısıtlamaya sahiptir. Çevreye duyarlılık göz önüne alındığında, kimyasal modifikasyon yöntemleri, boyalar ve vernikler, odunu fotodegradasyondan koruma potansiyeli açısından artan bir ilgiye sahiptir (Evans vd., 2005; Temiz, 2005; Williams, 2005).

Bir ahşap kaplama sisteminin hava şartlarına karşı dayanıklılığı, ahşap özelliklerine, kaplamanın yapısına ve kalitesine, uygulama tekniklerine, iklim ve hava koşullarına bağlıdır (Feist, 1983; Meijer, 2001). Pigmentli renklendirilmiş ürünler dış mekan koşullarında daha dayanıklıdır (Feist, 1983). Şeffaf renksiz kaplamalar istenilen dayanım performansını vermemekte çünkü ultraviyole (UV) ışığı film tabakasına nüfuz ettiğinden ve altındaki ahşabı tedricen bozduğundan ve aşındığından dolayı sık bakım gerektirmektedir (Aloui vd., 2007; Evans vd., 2005; George vd., 2005; Jirous-Rajkovic vd., 2004). Sonuç olarak yüzeyde pullanma ve çatlama başlamaktadır. Buda ahşabın lif ve fotokimyasal yapısının bozulmasına neden olmaktadır (Feist, 1983). Ultraviyole ışık emicileri (UVA) ve radikal temizleyicilerin eklenmesi şeffaf kaplamaların dayanıklılığını sağlayabilir. Engellenmiş amin ışık stabilizatörleri (HALS), hidroksifenil-s-triazinler (HPT) (Aloui vd., 2007; Kielmann ve Mai, 2016; Schaller vd., 2008, 2009) ve TiO_2 , ZnO , CeO_2 ve SiO_2 (Allen vd.,

2002; Blanchard ve Blanchet, 2011; Miklecic vd., 2017; Schaller vd., 2012; Zhou vd., 2005) gibi nano metal oksitlerin şeffaf kaplamalarda etkili olduğu bulunmuştur. Ağaç malzemenin UV koruması için kullanılan ticari ürünlerin çoğu çok pahalı ve geri dönüşümü olmayan petrol bazlı sentetik kimyasallardır. Son zamanlarda çevresel kaygılar nedeniyle, daha az maliyetli ve çevre dostu ürünlerin geliştirilmesi arzu edilmektedir.

Doğaya zarar vermeyen doğal kaynaklı koruyucu ürünler (bitki, kabuk, öz odun ekstraktifleri ve yağlar, mumlar, reçineler, tanenler vb.), geleneksel ahşap koruyuculara alternatif olabilir (Singh ve Singh, 2012). Çünkü bu maddeler oduna zarar veren organizmalara karşı etkilidirler (Tascioglu vd., 2012; Tascioglu vd., 2013; Yamaguchi ve Okuda, 1998). Ayrıca antioksidan etkisi nedeniyle hava koşullarından ötürü oluşabilecek aşınmalara karşı koruma sağlarlar (Kocaeve ve Saha, 2012; Nzokou ve Kamdem, 2006). Ahşap ürün işleyen endüstrilerde ve orman işletmelerinde kereste üretimi sırasında oluşan kabuklar önemli bir atıktır. Bu kabuklar potansiyel tanen ve fenolik yapı kaynaklarıdır. Yapay ve doğal yaşlandırma çalışmaları, tanen-heksamin ile muamele edilmiş örneklerin renk bozulmalarına karşı daha fazla stabiliteye sahip olduğunu, ancak kontrol grubu örnekleri ile karşılaştırıldığında daha sık ve derin çatlaklar verdiğini göstermiştir (Tondi vd., 2012). Bu konuda yapılan diğer çalışmalarda, mimoza, kebrahotanenleri ve poliüretan vernik ile muamele edilen örneklerde uzun süreli dayanıklılık, renk değişimi ve parlaklığın arttığını bulunmuştur (Yalcin vd., 2017; Yalcin, 2018). Ekstraktlarla boyanan örneklerin kimyasal bağlarında kontrol grup örneklerine kıyasla daha az değişim görülmüştür (Galinanes vd., 2015). Tanen bazlı poliüretan kaplamalarda artan hidrofobik yüzeyler (Thebault vd., 2015), hızlandırılmış hava koşullarında tanen içeren polietilen filmlerin daha fazla UV dayanıklılığı (Bridson vd., 2015) rapor edilmiştir. Akasya öz odunu ekstraktları (Chang vd., 2014; Chang vd., 2015) ve tanenler (Grigsby ve Steward, 2017) doğal fotostabilite sağlama açısından çok iyi bir potansiyele sahiptirler. Bunların koruma özellikleri, ticari fotostabilite sağlayıcı maddeler ile karşılaştırılabilir niteliktedir. Kabuk ve ibre ekstraktı içeren akrilik poliüretan şeffaf yüzey işlem maddelerinden gelecek vaadeden sonuçlar elde edilmiştir. Bu tür bir kaplama, yapay hava koşullarına maruz kalma sırasında kontrol grubu ile kıyaslandığında daha iyi renk stabilitesi ve yüzey kalitesi göstermiş, hücre çeperinin bozulmasını ve yüzey pürüzlülüğünü azalttığı

görülmüştür (Kocaefe ve Saha, 2012; Saha vd., 2011; Saha vd., 2013). Kabuk ekstraktı ve lignin stabilizatörün HALS sistemlerinden daha yüksek etkiye sahip olduğu bulunmuştur (Kocaefe ve Saha, 2012). Bu çalışmalarda, ekstrakt tiplerinin ve konsantrasyon düzeylerinin, antioksidan özelliklerin etkinliği üzerinde önemli parametreler olduğu ve ahşap bozunma üzerine farklı ekstraktlar kullanılarak daha ileri çalışmalara ihtiyaç olduğu rapor edilmiştir.

Yapılan tez çalışmasında, üst yüzey işlem maddesine katılan kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) kabuk taneninin ve iki ticari tanenin (valeks ve mimoza) üç ayrı konsantrasyon seviyesindeki performansları yapay dış ortam testi ile araştırılmıştır. Bu amaçla su bazlı şeffaf akrilik ve opak boya kullanılmıştır. Akrilik şeffaf ürünler odun yüzeyleri tam olarak güneş ışığına karşı koruyamamaktadır. Bu durumda tanenler odun yüzeylerinde meydana gelebilecek fotodegradasyonun engellenmesinde veya geciktirilmesinde etkili olabilir. Opak boya ise odun yüzeylerini tamamen kapatabilir ve UV ışınlarının odun yüzeyine gelmesini engelleyebilir. Bu çalışmada tanen ve opak boyanın kombine edilmesi, boyanın hizmet ömrünü uzatma potansiyeli açısından değerlendirilmiştir. Üst yüzeyi kaplanan örnekler yapay dış ortam koşullarına 1512 saat boyunca maruz bırakılmıştır. Test süreci boyunca renk, parlaklık, yüzey pürüzlülüğü ve makroskopik değişiklikler periyodik olarak değerlendirilmiş ve sonuçlar referans (tanensiz sadece üst yüzey işlemi uygulanan örnekler) ve kontrol örnekleri ile karşılaştırılmıştır.

1.1 Ahşabın Hayatımızdaki Yeri

İlk çağlarda temel ihtiyaçları karşılamak için kullanılan ahşap, zaman içerisinde işleme tekniklerin artması ile hayatımızın artık her karesinde bulunmaya başlamıştır. Ahşap, kolay işlenebilen, istenilen forma girebilen bir malzemedir. Gerekli korumaları ve bakımları yapıldığı zaman uzun yıllar kullanım ömrü olabilmektedir. Hatta iyi korunan bir ahşap malzeme nesilden nesillere kalabilir. Doğal ve organik malzeme olan ahşabın birçok özelliği vardır. Çevre dostudur. Ekolojik, dengeli bozmaz, hijyeniktir. Kimyasal maddelerle reaksiyona girmez. O yüzden demirler gibi oksitlenmez ve paslanmaz. Kolay işlenebildikleri için kusurları kolayca kapanabilir. İç ve dış ortamdaki ısı farkının dengelenmesini sağlar. Ahşap malzeme akustik bakımdan da çok kullanılan malzemelerdir. Akustik bakımdan çok kullanışlı olmasının en karakteristik özelliği özgül ağırlığı düşük olmasına rağmen, ses yayılım

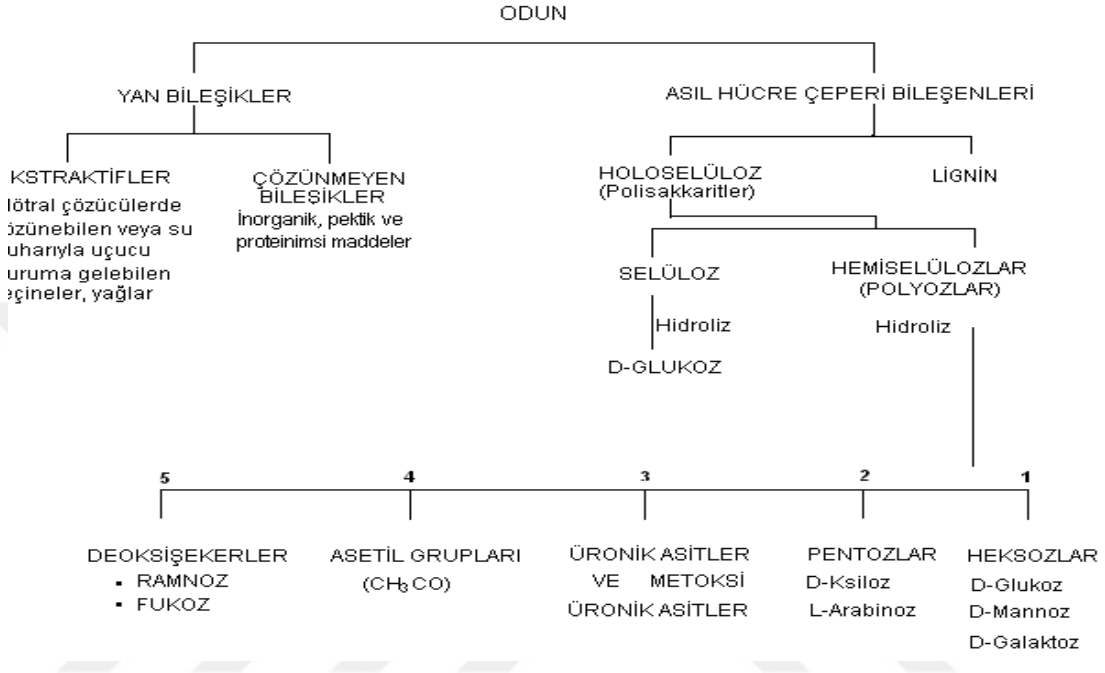
hızının yüksek olmasıdır. Bu özelliğinden dolayı birçok müzik aleti yapımında kullanılmaktadır. Ahşabın vida, çivi vb. malzemeler ile uyumu da onun önemli özellikleri arasındadır. Bu özelliği ahşabın doğrudan veya dolaylı bir eşya yapımında kullanılmasına zemin sağlar. Tam kuru halde iken çok iyi bir yalıtıcıdır. Bu yüzden geçmiş zamanlarda birçok elektrik direği ahşaptan yapılmıştır. Günümüzde hala bu direkler mevcuttur. Ahşap malzeme işleme sırasında yüksek enerji sarfıyatı istemez ve ahşap malzemenin işlenmesi sırasında çevreye zararlı madde salınımı gerçekleştirmez. Ahşap malzemeler dekoratif ürünlerdir. Her ağaç türünün kendi rengi, kokusu ve tekstürü vardır. Bu da işlenen her ağacın değerli bir malzeme olmasını sağlamaktadır. Bu işleme teknikleri ile sanatsal ürünleri ortaya çıkmaktadır. Ahşap yüksek taşıma kapasitesine sahiptir. Örneğin 1 kg ahşabın, 1 kg çelikten ve betondan daha yüksek taşıma kapasitesine sahiptir. Ayrıca ahşap dış etken koşullarına dayanabilen bir malzemedir. Gerekli koruma önlemleri alındığı zaman çok uzun süreler boyunca sağlıklı bir şekilde kullanılabilir. Ahşabın kömürleşme, ısıyı geçirmeme gibi özellikleri sayesinde yangına ne kadar dayanabileceği hesaplanabilmektedir. Aynı zamanda esnekliği ve yıkılma öncesi ses vermesi özelliği depremde önemini ortaya koymaktadır. Temel ihtiyaçlarımızdan, güvenliğimize, güvenliğimizden sağlığınıza, sağlığınıza mimariye hayatımızın her köşesinde ahşap vardır ve insanlar için en değerli ve gerekli malzemedir (Ahşap Üzerine Betimlemeler).

1.2 Odunun Anatomik ve Kimyasal Yapısı

Ağaç gövdesinde üç kesit vardır. Bunlar enine, radyal ve teğet kesitlerdir. Enine kesit odunun boyuna yönde kesilmesiyle ortaya çıkan kesit yüzey alanıdır. Enine kesitte yıllık halkalar, öz ışınları, öz, traheler ve reçine kanalları görünür. Makroskopik yapı en iyi enine kesitte incelenir. Gövdenin en ortasındaki merkez kısmında öz, özün etrafındaki kısımda öz odunu, öz odunun etrafında diri odun, diri odundan sonraki kısımda kambiyum ve en dış kısımda da kabuk yer almaktadır. Radyal kesit tomruğun gövde eksenine ve öz ışınlarına paralel olarak kesilmesiyle elde edilen alandır. Bu kesme şeklinde radyal kesiş ve aynalı kesiş olarak bilinmektedir. Öz ışınları radyal kesitte görülmez veya kısa hatlar ve uzun hatlar meydana getirir. Teğet kesit, tomruğun yıllık halkalara teğet olacak şekilde kesilmesiyle oluşan yüzeydir. Ağaç

gövdenin kabuğu soyulduğu zaman meydana çıkan yüzey teğet yüzeydir. Ağaç kaplamalar teğet yüzeylerden oluşur (Bozkurt ve Erdin, 2000; Yıldız, 2005).

Odun çok sayıda kimyasal bileşenden meydana gelmektedir. Bu kimyasal yapı oldukça karışıktır. Odunun bileşenleri aşağıdaki şekilde gösterilmektedir (Hafizoğlu ve Deniz, 2012).



Şekil 1.1: Odunun kimyasal bileşenleri

Hücre çeperinin büyük çoğunluğunda selüloz, hemiselüloz ve lignin bulunmaktadır. Selüloz iğne yapraklı ağaçlarda %45-50, yapraklı ağaçlarda ise %40-45 oranındadır. Lignin ise iğne yapraklı ağaçlarda %20-30, yapraklı ağaçlarda ise %25 ve çok az miktarda olmak üzere ekstraktif maddeler ve kül miktarı bulunmaktadır. Odunun kimyasal yapısını oluşturan bileşikler ağaç türlerine göre değişiklik göstermektedir. Örneğin iğne yapraklı ağaçlarda yapraklı ağaçlara göre lignin daha fazla, hemiselüloz azdır. Egzotik ağaç türlerinde ise kül miktarı ve ekstraktif madde miktarı fazladır (Hafizoğlu ve Deniz, 2012).

1.3 Açık Hava Koşullarında Odunu Bozunduran Etmenler

Dış hava koşullarında ahşap malzemede biyotik ve abiyotik etmenler tarafından bozunmalar meydana gelir.

1.3.1 Biyotik etmenler

Ağaç malzeme kuru olduğu zaman birçok biyotik etmene karşı dayanıklıdır. Bunun için ağaç malzeme fırınlama yapılarak kurutulmakta ve kuru halde kullanılmaktadır. Ancak kullanım yerindeki nem oranının yükselmesi ağaç malzemenin nem oranını artırmaktadır. Bunun sonucunda da ağaç malzemede riskler başlamakta ve çürüme riski artmaktadır. Ahşap malzemede biyolojik tahribatlar mantarlar, böcekler ve bakteriler tarafından yapılmaktadır. Bunların etkileri ve biçimleri ağaç cinsi ve türüne göre değişiklik göstermektedir (Bozkurt ve Erdin, 1997; Erdin, 2009). Mantar zararlılarına karşı diri odun bölgesi çok hassas ve dayanıksızdır. Öz odun bölgesi daha dayanıklıdır. Bu dayanıklılık, öz odun içerdiği, ekstraktif maddenin oranı ve cinsine göre değişmektedir (Erdin, 2009). Böcekler ağaç malzemeyi besin kaynağı ya da barınak olarak kullanmaktadırlar. Rutubet değerinin yüksek veya alçak olması bir ağaç malzemeye böcek istilasına uğrayıp uğramaması için bir kriter değildir. Bazı böcekler ağaç malzemede yüksek rutubet seviyesinde yaşarken, bazı türler düşük rutubet miktarlarında bile yaşayabilmektedir. Ahşap malzemenin yüzey alanında ve iç kısımlarında mikroskopik ve makroskopik tahribatlar yapmaktadır (Bozkurt ve Erdin, 1997; Erdin, 2009). Bakteriler, yaşayan en küçük organizmalardır. Yaşadıkları ortama göre aerob ve anaerob olmak üzere ikiye ayrılır. Aerob bakteriler gelişmek için oksijene ihtiyaç duymaktadır. Selülozun degradasyonunu hidrolitik yolla yapmaktadırlar. Anaerob bakteriler ise oksijene ihtiyaç duymazlar ve fermantasyon oluşturmaktadırlar. Özellikle suya doymuş ahşaba arız olabilmektedirler. Bakteriler hücre çeperi ve geçit zarlarındaki aşındırma etkisi meydana getirmektedir. Çoğunlukla bölgesel ya da düzensiz bir hasar oluşturmaktadırlar. Bakteri etkisi ahşabın permeabilitesini artırmaktadır. Uzun süre bakteri etkisinde kalan ahşapta direnç özellikleri ciddi oranda azalmaktadır (Bozkurt ve Erdin, 1997; Erdin, 2009).

1.3.2 Abiyotik etmenler

Abiyotik etmenler güneş ışığı, su (rutubet), yanma, rüzgar, hava kirliliği gibi çevresel kaynaklı etmenlerdir.

Bu etkiler sonucunda ağaç malzemenin yapısında fiziksel ve kimyasal değişimler olur. Güneş ışığı odunun renginde değişmelere neden olur. Bu renk değişiklikleri ve süreleri ağaç cinsine göre değişmektedir. Mekanik aşınma, ağaç malzemenin kullanım yerinde, kullanıma dayalı olarak oluşan deformasyonları kapsamaktadır.

Örneğin zeminde kullanılan ve yaya trafiğinin olduğu bir ahşap malzemede aşınmaya bağlı olarak yüzeyde oluşan deformasyonlar örnek verilebilir. Ağaç malzeme rutubet aldığında genişler, rutubet verdiğinde ise daralma olur. Bu genişleme ve daralma sırasında hücre çeperinde deformasyonlar meydana gelmektedir. Bu etkiler sonucunda ağaç malzeme yüzeyinde çatlama ve çarpılmalar meydana gelmektedir. Ağaç malzemede yüksek sıcaklıklarda tutuşma kabiliyetinden dolayı yanma meydana gelir. Yanmanın oluşması ile ahşap malzemede kimyasal değişimler meydana gelir. Bunun dışında asit, baz gibi kimyasal maddelerde ağaç malzemede kimyasal değişimlere neden olmaktadır. Hava kirliliği, aşırı ısı farklılıkları, rüzgar gibi diğer dış hava koşullarının etkisi de ağaç malzemede değişimler meydana getirmektedir (Özgenç, 2014).

1.3.2.1 Odunun fotodegradasyonu

Dış ortam koşullarında kalan odunda korumaya alınmamış odun yüzeylerinde UV ve suyun etkisi ile birlikte degradasyona uğramaktadır. UV, abiyotik faktörler içinde odun fotodegradasyonuna neden olan en önemli etmen olarak kabul edilir. UV ışınlarının ilk etkileri odunun renginde meydana getirdiği değişikliklerdir. Bununla birlikte radyasyon enerjisinin yer değiştirmesi ile oluşan reaksiyon sonucu odunun makromoleküler bileşimlerinde bozunmalar oluşarak yüzeylerinde erozyon, çatlama ve yarılmalar oluşmaktadır. Bunun nedeni hücre çeperindeki ligninin degradasyona uğraması, degradasyona uğramış ligninin suyun etkisi ile odundan kaybolması ve bunun etkisi ile selüloz liflerini gevşetmesi olayıdır. Odunun yapısında bulunan kromoforik gruplar odun fotodegradasyonunu etkileyen ana faktördür. Işığın absorbe edilmesi fotokimyasal bir reaksiyon oluşmasını sağlamaktadır. Kromoforik gruplarda bu olayın gerçekleşmesini sağlamaktadır. Odunda bulunan kimyasal bağların ışık etkisi ile koparılması sonucu fotodegradasyon gerçekleşmektedir. Güneş ışığı bu etkiyi yapacak güce sahiptir. Oksijen ve su da bu degradasyonda önemli rol alan faktörler arasındadır. Odun yapısı su alarak genişlemekte ve bunun sonucunda hidrojen bağlarında azalmalar meydana gelmektedir. Su molekülleri serbest radikalleri kendilerine çekerek etkileşime girebilmektedirler. Odun rutubetinin değişken olması ve suyun hücre çeperini genişletmesi sonucu ışık bu bölgelere girerek serbest radikal oluşumunu artırmaktadır. Oksijen de serbest radikallerin oluşumunu sağlamakta ve ışığın etkisi ile birlikte oksitlenme meydana getirmektedir. Hava kirliliği ve sıcaklık da, ışık etkisi ile oluşturulan serbest radikallerin oluşum

hızını artırmaktadır. Sıcaklık artışı odunda fotokimyasal ve oksidatif reaksiyonlar meydana getirir. Hava kirliliği de aynı zamanda odun yüzeyindeki aşınmayı arttırmaktadır (Kartal, 1992; Temiz, 2005).

1.3.2.2 Fotodegradasyonun kimyası

Ağaç malzeme renk değişimi, parlaklığın kaybolması, yüzey pürüzlülüğü vb. oluşumlar dış ortam koşullarının etkisi ile meydana gelmektedir. Bu etkiler odunun asli elemanları olan lignin, selüloz ve hemiselülozlarda meydana gelen kimyasal modifikasyonlar sonucu oluşmaktadır. Ağaç malzeme kimyasal yapısı gereği ışık absorplaması yapar. Bu özellik ağaç malzeme fotokimyasal ve fotofiziksel olayları başlatır. Fotokimyasal olay ile birlikte odun yüzeyinde kimyasal bağlarda kopmalar görülür. Ahşap malzeme yüzeyinde oluşan fotodegradasyon ışığın etkisi ile serbest radikal oluşumundan kaynaklanır. Bu serbest radikallerin birçoğu lignin tarafından meydana getirilmektedir. Böylece odunun UV ışını absorpsiyon özelliği lignin miktarı ile doğru orantılı olarak artmaktadır. Radyasyon enerjisinin absorplanması ile birlikte lignin fotodegradasyonu meydana gelir. Burada üç önemli faktör söz konusudur (Kartal, 1992; Kılıç ve Hafizoğlu, 2007; Temiz vd., 2005).

1. Yapısında bulunan reaktif gruplar
2. Kopma reaksiyonlarını yapabilecek enerji etkileşimleri
3. Renklenme ve bozunma yapabilecek aktivasyon kısımları

Selüloz üzerine yapılan incelemelerde 340 nm altındaki dalga boylarında serbest radikal oluşumu olurken, bu değer üzerinde ise oluşmadığı görülmüştür. Selülozun yapısında bulunan grupların ışık etkisi ile serbest radikal oluşumunu meydana getirmektedir. Bu oluşum selüloz moleküllerin sırasına kafesin düzenine ve kristallik derecesine bağlıdır (Temiz, 2005).

1.4 Açık Hava Etkisinde Odunda Meydana Gelen Değişmeler

1.4.1 Fiziksel ve makroskopik değişmeler

Açık hava etkisinde odun yüzeyinde fiziksel değişimler meydana gelir. Özellikle yüzeyde su ve ışık etkisi ile değişimler meydana gelmektedir. Yüzeyde oluşan bu degradasyon hücre çeperi bağlarını zayıflatmakta, hücreler arası ve hücre içlerinde makroskopik ve mikroskopik gerilmeler ve çatlaklar oluşmasına neden olmaktadır.

Dış mekan etkileri devam ederken güçsüzleşen odunda yağmur suyu, rüzgar gibi dış etkiler degradasyonu daha da artırarak malzemenin zarar görmesine neden olmaktadır. Yüzeyde gözle görülen ilk değişim yüzeyin sararmasıdır. Degradasyon devam ederken odun ağarmakta ve en son kahverengiye doğru dönmektedir. Bu renk değişikliği ve süresi, ağaç cinsi ve içindeki ekstraktif madde oranına göre değişmektedir. Bu renk değişikliğinin nedeni 300 ile 400 nm dalga boyundaki UV ışınlarını emebilen lignindeki kromoforik gruplarının değişime uğramasıdır. Odunun sararması ve ağarması dalga boyunun büyüklüğüne göre olmaktadır. UV ışının emilimini yaparak serbest radikaller oluşturan lignin, bu radikallerin etkisi ile moleküler yapıya ayrılmasını yol açar. Bunun sonucunda da oksitlenmiş radikaller oluşur. Bu radikaller aynı zamanda selülozun da oksijen varlığında moleküler yapıya ayrılmasına neden olmaktadır. Yüzeyde bulunan kinonların odunda meydana gelen renk değişikliğine sebep olduğu söylenmektedir. Bu degradasyon yavaş gelişmektedir. İklim ve ağaç türüne göre farklılıklar göstermektedir (Kartal, 1992; Kılıç ve Hafizoğlu, 2007; Temiz vd., 2005).

1.4.2 Kimyasal değişimler

Ahşap malzemenin dış mekan koşullarında meydana gelen renk değişimi, çatlak oluşumu gibi fiziksel ve makroskopik değişimler sonucu odunun ana elemanları olan selüloz, hemiselüloz ve lignin yapısında kimyasal deformasyonlar meydana gelmektedir. UV ışığının emilim etkisini incelediğimizde ligninin %80-90, karbonhidratların %5-20 ve ekstraktiflerin %2 oranında UV absorplama özelliğine sahip olduğu bildirilmektedir. Saf selüloz ve hemiselüloz ışık absorblamaya sahip değildir. Lignin, yapısındaki karbonil ve kromoforik gruplar sayesinde ışık absorblaması yapar. Bu nedenle ligninde daha fazla bozunma olmaktadır. Bu bozunma sonucunda serbest radikaller oluşur. Bu süreci odunun rutubeti ve sıcaklığı da etkilemektedir. Bu radikaller oksijen ile reaksiyona girmektedir. Dış mekanda odun yüzeyinde oluşan tüm reaksiyon ürünleri yağmur suyu ile yıkanarak yüzeyden gidebilir (Kılıç ve Hafizoğlu, 2007; Özgenç, 2014; Temiz vd., 2005).

1.4.3 Mikroskobik değişimler

Odunda dış mekan koşullarındaki ilk deformasyon ilkbahar odununda başlar. Bu deformasyon traheidlerin radyal çeperlerinin kenarlı geçitlerinde büyüyen delikçiklerdir. Bunun sonucunda mikro çatlaklar oluşur. Bu çatlaklar hücre çeperinin

büzülmesi nedeni ile büyür. Suda bu çatlakların büyümesine ve gelişmesine neden olur (Temiz, 2005). Dış mekan koşullarında odunun mikro yapısında meydana gelen değişimler, ağaç malzemenin fiziksel özelliklerini değişmesine neden olmaktadır. Bu meydana gelen değişiklikler hücre çeperinin orta lamelden ayrılarak kaybolması, sekonder çeperin bozulması, hücrelerin ayrışması ve geçitlerin hasar görmesi ve mikro çatlakların oluşması şeklindedir. Bu mikro çatlaklar S2 tabakasının fibril doğrultusundaki çekme geriliminden kaynaklanmaktadır (Temiz, 2005).

1.5 Açık Hava Koşullarına Karşı Ahşabın Korunması

Doğal bir biyolojik polimer olan ahşap, koruma önlemleri alındığında uzun süreler kullanılmaktadır. Bu koruma yöntemleri ağaç malzemenin kullanım yerine göre değişmektedir. Örneğin doğal dayanıklı ağaçlar direk dış mekanda kullanılabilir. Dayanıksız ağaç türleri ise emprenye, üst yüzey işlem uygulaması ve odun modifikasyonu gibi yöntemler kullanılarak dış mekanda kullanılabilirler.

1.5.1 Doğal dayanıklı ağaçların kullanılması

Ağaç türleri doğal halde dayanmaları bakımından genellikle beş ayrı grupta toplanabilir.

Çizelge 1.1: Ağaç türlerinin doğal dayanım sınıflandırılması

Dayanıklılık Sınıfı	Dayanma Süresi	Ağırlık Kaybı
Çok dayanıklı	25 yıl ve daha fazla	%0 veya çok az
Dayanıklı	15-25 yıl arası	%0-5 arası
Orta derece dayanıklı	10-15 yıl arası	%5-10 arası
Az dayanıklı	5-10 yıl arası	%10-30 arası
Dayanıksız	5 yıldan az	%30'dan fazla

Dayanıksız ağaçlar; bu gruba giren ağaçlardan elde edilen malzemeler emprenye edilmeden kullanılmazlar. Kullanım yerinde herhangi bir rutubet tehlikesi varsa, daima emprenye edilmeleri gerekmektedir. Orta derecede dayanıklı ağaçlar; bu gruba giren ağaçlardan elde edilen malzeme emprenye edilmeden toprakla temas edilen

kullanım yerlerinde hiçbir zaman kullanılmamalıdır. Dayanıklı ağaçlar; toprak ve su ile temas etmeyen, fakat üstü açık yerlerde kullanılan ağaç malzeme bu gruba girmektedir. Bu gruba giren ağaçlardan ülkemizde dış mekan kullanım alanlarında sadece kestane kullanılmaktadır. İyi fırınlanmış bir kestane emprenye veya herhangi bir teknik kullanılmadan dış mekanda kullanılabilir. Yalnız üst koruyucu işlem uygulanmalıdır. Çok dayanıklı ağaçlar; toprakla temas edilen yerlerde ve su içinde kullanılabilir. Herhangi bir işleme tabi tutulmadan dış mekanda fırınlı olarak kullanılabilir. Ülkemizde dış mekan kullanım alanlarında kullanılan çok dayanıklı ağaç türleri, iroko, teak, ipe, merbau, tali, afrormosia, douise, garapa vb. ağaç türleridir. Bu ağaçlar kıyaslandığında pazarın %70'ini iroko, %20'sini teak ve %10'unu diğer türler oluşturur (Yıldız, 2005).

1.5.2 Emprenye maddeleri ve yöntemleri

Odun korumanın tarihine baktığımızda çok eskiye dayandığı görülmektedir. Geçmişten günümüze ağaç malzemenin korunması için birçok yol denemiştir. İlk başlarda doğada kolay bulunan hayvansal ve bitkisel esaslı maddeler kullanılmıştır. Mısır'da kullanılan sedir yağı bunun için çok iyi bir örnektir. Bu ve bunun gibi birçok madde kullanılarak ağaç malzemenin kullanım ömrü artırılmaya çalışılmıştır. Endüstri ve sanayileşmenin başlamasıyla birlikte odun korumada yeni bir oluşum başlamıştır. Bu oluşum kimyasal maddelerin odun korumasında kullanılmasıyla başlamıştır. Çeşitli sanayilerde sarf malzemesi olarak kullanılan kreozot, bakır, çinko, arsenik gibi maddeler tanınmaya başlanmış ve odun koruma yöntemlerinde denemeler yapılmıştır. Bu denemelerin kimileri tek başına veya birlikte denenerek birçok emprenye maddesi üretilmiş ve kullanmaya başlanmıştır. Bunlardan bir kısmı etkili olmuş bir kısmı etki etmemiştir. Günümüzde de birçok emprenye maddesi üretilip patenti alınmaktadır. Emprenye maddeleri yağlı emprenye maddeleri, organik çözücülü emprenye maddeleri ve suda çözünen emprenye maddeleri olmak üzere genellikle üç grup altında toplanmaktadır (Bozkurt vd., 1993; Yıldız, 2005). Yağlı emprenye maddeleri, ıslak alanlarda suyun hareketinin hızını keserek mantarların üremesini engeller. Ancak yüzey yağlı olduğundan dolayı üst yüzey işlem maddesi uygulanamaz (Örs ve Keskin, 2001; Yıldız, 2005). Yağlı emprenye maddeleri içerisinde kreozot en yaygın ve en uzun süreli kullanıma sahip maddedir. Bunlar haricinde karbolinimum, maden kömürü katranı, linyit kömürü katranı, odun katranı ve katran yağdır. Kullanım alanları, tel ve çit direkleri gibi toprakla temas

eden yerler, deniz ile bağlantılı her çeşit ağaç malzeme ve beton ile temasta kullanılan ağaç malzemedir (Bozkurt vd., 1993; Yıldız, 2005). Organik çözücülü empenye maddeleri petrol destilasyon ürünleri olarak elde olunan organik çözücülerde çözülmüş fungusit ve insektisit özellikteki koruyucu maddelerdir (Bozkurt vd., 1993; Yıldız, 2005). Suda çözünmediğinden dolayı dış ortamlarda yağmur ile yıkanması söz konusu değildir. Ondan dolayı uzun süreli koruma sağlamaktadır. Emprenye işlemi uygulandıktan sonra organik çözücü buharlaşmakta, ağaç malzemedeki geriye kimyasal madde kalmaktadır. Pencere doğramaları gibi su ile deformasyonlar meydana gelebilecek yerlerde yaygın kullanımı vardır. Bunun dışında askeri muhimmat sandıkları, bina ahşapları vb.'dir. Organik kalay bileşikleri, naftenatlar, bakır 8-kinolinolat, organik civa bileşikleri, klorlu hidrokarbonlar, pentaklorfenol ve sentetik piretroid'ler organik çözücülü empenye maddelerindedir (Bozkurt vd., 1993; Yıldız, 2005). Suda çözünen empenye maddelerinin çok çeşidi vardır. Bu tuzlardan bir kısmı elde edilerek oluşturulan malzemeler ile yıkanmanın, mantar ve böcek zararlılarına dayanım gibi olumsuz etkilerin önüne geçilmiştir. Maden ocakları, gıda maddesi taşımada kullanılan araçlar, soğuk hava deposu, daha sonra üst yüzey işlemi yapılacak alanlarda vb. yerlerde genelde kullanılır. Amonyaklı Bakır Arsenik (ACA), Bakır Krom Arsenik (CCA), Asit Bakır Kromat (ACC), Bakır Krom Bor (CCB), Amonyaklı Bakır Çinko Arsenik (ACZA), Bor Bileşikleri, Fluor Krom Arsenik Fenol (FCAP), Kromlu Çinko Klorür (CZC), Pentaklorfenol Amonyak Solvent (PAS), Çinko Klorür, Çinko Meta Arsenat (ZMA), Bakırlı Kromlu Çinko Klorür (CuCZC), Kromlu Çinko Arsenat (CZA) ve Bakırlı Kromlu Çinko Arsenat (CuCZA) bunlar arasındadır (Bozkurt vd., 1993; Yıldız, 2005). Yeni nesil empenye maddeleri ise Bardac22, Klorotalonil, Alkali/Bakır/Quat, Amonyak/Bakır/Sitrat, Bakır/Azol, Bakır Dimetilditiyokarbamat, BakırHDO, Amonyak/Bakır Karbonat/Sitrik Asit, Alkali Amonyum Bileşikleri, Protim CCA Oxide 58, Celcure AC 500, Tanalith E, Wolmanit CX, Antiblu Select ve Sinesto'dur (Yıldız, 2005).

Ağaç malzemenin korunması yukarıda da bahsedildiği gibi çeşitli empenye maddeleri ile sağlanmaktadır. Bu empenye maddeleri ahşaba çeşitli metotlar ile uygulanmaktadır. Basınç uygulanmayan metotlar, basınç uygulanan metotlar, besi suyunun çıkarılması metotları, difüzyon metotları ve yerinde bakım metotlarıdır (Bozkurt vd., 1993).

Basınç uygulanmayan metotlar, basit bir şekilde emprenye edilmek istendiğinde kullanılmaktadır. Fırça ile sürme, püskürtme, daldırma vb. metotlar bu gruba girmektedir. Bu yöntemlerde emprenye maddesi absorpsiyonu ve nüfusu az miktarda olmaktadır. Diğer basınç uygulanmayan metotlar ise difüzyon metodu, batırma metodu, açık kazanda sıcak ve soğuk metot'dur. Basınç uygulanan metotlar en etkili ve başarılı endüstriyel metottur. Boş hücre ve dolu hücre metotları en fazla kullanılan yöntemdir (Bozkurt vd., 1993; Yıldız, 2005).

1.5.3 Modifikasyon yöntemleri

Hücre çeperlerinin temel kimyasal yapısı değiştirerek elde edilen teknolojiye genel olarak odun modifikasyon yöntemleri denir. Modifikasyon yöntemlerini, kimyasal modifikasyon, fiziksel modifikasyon, termal modifikasyon ve enzimatik modifikasyon olarak gruplayabiliriz. Dünya genelinde dimetiloldihidroksi etilen üre (DMDHEU), sıcak yağ işlemi, furfurilasyon, asetilasyon ve ısı işlem endüstrileşen modifikasyon yöntemlerindedir (Hill, 2006). Ülkemizde ısı işlem ve asetilasyon modifikasyon yöntemi ile elde edilen ürünler piyasada kullanılmaktadır. Üretim tesisi olarak sadece ısı işlem yani termal modifikasyon üretimi vardır. Modifikasyon yöntemlerinde çevreye dost, yıkanma özelliği göstermeyen, kalıcı, dış mekanlarda abiyotik ve biyotik zararlılara karşı dayanıklı, sertliği ve boyutsal kararlılığı iyileştirilmiş, UV dayanımı iyi olan ahşap malzemeler eldesi söz konusudur (Hill, 2006).

1.5.4 Üst yüzey işlemleri

Ağaç malzemenin kullanım yerine göre işlenmesine üst yüzey işlemleri denir. Bu süreç ağaç malzemenin ön hazırlığından başlayıp, renklendirme ve bitişine kadar olan aşamaları kapsamaktadır. Üst yüzey işlemleri, ağaç malzemeye estetik bir görüntü verirken bir yandan dış etkilere karşı korumasını sağlayarak ömrünü uzatır ve temizliğini kolaylaştırarak sağlıklı bir malzeme olmasını sağlar (Sönmez, 2000).

Ağaç malzemenin kullanım yerinde uygulanacak üst yüzey maddesi ve yöntemi değişmektedir. Kullanım yerine göre, bina dışı, bina içi ve değişen kullanım yerleri olmak üzere 3'e ayırabiliriz.

1. Bina Dışı; Dış hava koşullarının hakim olduğu alanlardır. Ahşap ev, ahşap cephe kaplama buna örnek verilebilir.

2. Bina İçi; Yaşam alanlarımızda kullandığımız mobilya, parke, duvar ve tavan kaplamalarımız bu gruba girmektedir.

3. Değişen Kullanım Yerleri; Bahçe mobilyaları, keser sapı, kürek sapı gibi kullanım yerine göre değişen alanlar.

Üst yüzey işlemlerinin başarılı olabilmesi için yukarıdaki kullanım alanlarına göre uygun olanın seçilip kullanılması gerekmektedir. Bunların dışında uygulama öncesi yapılan ön hazırlık, uygulama yapılan aletin kalitesi, ağaç malzemenin kalitesi, uygulama yapan kişinin yeteneği, uygulama sırasındaki hava koşulları, uygulama sürelerinin doğru kullanılması, uygulama miktarının doğru ayarlanması gibi etmenlerde üst yüzeyin başarısını etkilemektedir (Kurtoğlu, 2000).

1.5.4.1 Üst yüzey işlem maddelerinin sınıflandırılması

Üst yüzey işlem maddeleri aşağıdaki şekilde sınıflandırılır.

Sıvıda Çözünme Özelliklerine Göre: Homojen ve heterojen çözeltiler olarak sınıflandırılır (Sönmez, 2000).

Desen Örtücülüklerine Göre: Üst yüzey boya maddeleri yüzey kaplamalarına ve nüfuz etmelerine göre 3'e ayrılır. Örtücü, yarı örtücü ve örtücü olmayan olarak adlandırılırlar. Hazırlanan boya çözeltilerinde çözücü içerisinde erimeyen, pigment tam parçalanmamış büyük parçalar halinde kalmış ise, ağaç malzeme tarafından emilemediği için yüzeyde desen kapatıcı özellik izlenir. Bu tür boyalar mekanik etkilerden çok çabuk etkilenir. Bu boya grubunu da desen örtücü özellikli boyalar olarak adlandırılır. Çözücü içerisinde kısmen eriyen ve parçalanmış pigmentlerin bir kısmı ağaç malzeme tarafından emilirken bir kısmı desen kapatıcı özellikli sergiler. Bunlara da yarı örtücü özellikli boyalar denir. Çözücü içerisinde tamamen eriyen ağaç malzeme tarafından tamamen emilerek renklendirirler. Bu tür boya grubuna örtücü olmayan özellikli boyalar denir (Sönmez, 2000).

1. Yüzeydeki Görüntülerine Göre: İşlem gören ağaç malzeme yüzeylerinde iki görüntü görülmektedir. Renklendirme işleminden sonra ağaç malzemenin ham halinde iken koyu olan bölümler açık, açık olan bölümler koyu renk alıyorsa buna "negatif renklendirme" denir. Ham haldeki yapısı gibi aynı kalırsa "pozitif renklendirme" denir (Sönmez, 2000).

2. Pigmentlerine Göre: Bir kısmı doğal yolla bir kısmı yapay yolla elde edilen pigmentlerdir. Doğal yolla elde edilen pigmentler topraktan ya da bitki türlerinden elde edilir (Sönmez, 2000).
3. Çözücü Sıvılarına Göre: Çözündüğü sıvıya göre sınıflandırılır. Bunlar su, alkol, yağ, solventler ve mumlar olarak gruplandırılır. Suda çözünen boyaların çözücüsü su olup en fazla kullanılan boya çeşididir. Diğer çözücülere göre daha yavaş buharlaştığı için nüfus kabiliyeti daha yüksektir. Daha kalıcı bir renk sağlar. Su bazlı olduğu için yanıcı değildir. Kokusuzdur, sürmede kullanılan araçlar kolay temizlenir. Kullanımı kolaydır. Alkolde çözünen boyaların çözücüsü alkol olup çözücü olarak genellikle etil alkol kullanılır. Birçoğu alkali özellikli olup, ışık etkisine karşı dayanıksızdır. Hızlı buharlaştığı için nüfus kabiliyeti düşüktür. Uygulaması daha zordur. Yağlarda çözünen boyalar yağ uçucu boyalar, pigmentli boyalar ve koruyucu özellikli boyalar olarak gruplandırılırlar. Yağ uçucu boyalar eterik yağ veya hidrokarbonlarda çözünerek hazırlanır. Yapay veya doğal yolla elde edilen pigmentlerin uçucu yağ içerisinde çözündürülerek hazırlanan boyalara da pigmentli boyalar denir. Koruyucu katman yapan yağlarında bileşimine katılmasıyla oluşturulan boyalara koruyucu özellikli boyalar denir. Bezir yağı örnek verilebilir. Çoğu vernikte çözücü olarak bilinen ve selülozik tiner olarak adlandırılan nitrolu sıvılar solventlerde çözünen boyalardır. Emülsiyon boya olarak bilinen, astar renklendirme malzemesi olan, metal tuzu ve alkali çözeltilerine sabunlaştırılmış balmumu katılarak yapılan boyalara mum ile hazırlanan boyalar denir (Sönmez, 2000).

1.5.4.2 Vernikler

Ağaç malzemeyi dış etkilerine karşı korumak için vernikler kullanılır. Vernik sertleştikten sonra sert bir katman oluşturarak ağaç malzemenin korumasını sağlamaktadır. Naturel görüntüsü sayesinde ağaç malzemeye saydam bir görüntü sağlamaktadır. Böylelikle ağaç malzemeye estetik bir görüntü katmakta ve korumasını sağlamaktadır. Vernikler hammadde çeşidi, kuruma süresi, uygulama yeri, çeşidi, sırası, tipi gibi özelliklerinden dolayı sınıflandırılabilir. Vernikler sıvı halde yüzeye sürülürler ve sertleşmeleri beklenir. Sertleşmeleri de fiziksel ve kimyasal yapılarına göre değişmektedir. Fiziksel vernikler çabuk kururlar. Üst üste

uygulama yapılabilir. Hasar gördüğü zaman onarımı mümkündür. Dış etkilere karşı fazla dayanıklı değildir. Çabuk deformasyon olabilirler. Kimyasal kuruyan vernikler dış etkilere karşı daha dayanıklıdır. Sıvıların aşındırıcı etkisine karşı çok güzel sonuçlar alınmaktadır. Özellikle yatlarda çok tercih edilmektedir. Kuruma süreleri uzundur. Kullanım öncesi belirli bir sertleşme süresi beklenmelidir (Kurtoğlu, 2000).

1.6 Doğal Biyo Esaslı Ahşap Koruyucu Maddeler

Ahşap ve ahşap malzemelerin ömürlerini uzatmak için kullanılan doğal biyo-esaslı koruyucu maddeler doğa ve insan dostu olması sebebi ile bu alana etkili bir bakış açısı kazandırmıştır.

1.6.1 Bitki ekstraktları ve eterik yağlar

Bitkiler aromatik ve aromatik olmayan olmak üzere iki çeşit bileşime sahiptir. Fenoller, terpenoitler, alkaloidler ve lektinler en popüler örnekleri olup geniş çapta kullanılmaktadırlar. Eterik yağlar ise geçmişten günümüze ahşabın ömrünü uzatmak ve korumak için kullanılan en eski yöntemlerden biridir. Organik olmayan sentetik karışımların ortaya çıkmasıyla daha az popüler hale gelen yağ kullanımı, daha sonra bu malzemelerin insan ve doğaya olan olumsuz etkilerinin görülmesinden sonra tekrar popülerliğini geri kazanmıştır. Çeşitli yağ çeşitlerinin (mandalina, anason, misket limonu gibi) etkileri deneylerle gözlemlenmiş ve sonuçları yorumlanmıştır. Örneğin, tarçın, keten tohumu yağı ve çeşitli meyvelerin ekstraktları olumlu sonuçlar vermiştir. Tarçın yapraklarından çıkarılan ekstraktın ahşap çürümesine karşı yüksek oranda efektif olduğu ve mükemmel organik koruyucu özellik geliştirilebileceği görülmüştür. Keten tohumu ise koruyucu kaplamanın önemli bir bileşeni olarak kullanılmaktadır. Özellikle organik diğer ürünler ile birleştirildiğinde efektif bir organik biosit olarak da hizmet vermektedir. Bazı meyvelerden çıkarılan özler örneğin turunçgiller, aktif bileşenler içermektedir ve organik koruyucu olarak kullanılabilir. Bunun dışında Japon sedir öz odunu mantar saldırılarına karşı aktif rol göstermektedir (Singh ve Singh, 2012).

1.6.2 Öz odun ekstraktifleri

Ahşap korumada doğal ürünlerin kullanımı uzun zamandır kullanılan bir yöntemdir. Bir çok tropik ağaç öz odununun ekstrem sayılabilecek zor koşullarda bile son derece dayanıklı olabilmesi bunu kanıtlar niteliktedir. Selvi öz odunu ekstraktifleri iyi bir termit koruyucu olarak bilinmektedir. Bu kapsamda, Tayvan'a özgü bir ağaç olan *Taiwania* ağacı anti termit ve mantar özelliklerinin saptanması için üzerinde çalışılmış ve ağaç içindeki ekstraktın çıkarılmasını takiben, dayanıklı ahşabın mantar çürümesine karşı direncini kaybettiği ve daha az dayanıklı hale geldiği tespit edilmiştir. Öz odun ekstraktifleri birçok çalışmada test edilmiştir. Bu ekstraktiflerin bir çok bileşenin karışımı olduğu ve yalnızca bu karışımdaki belirli bileşenlerin aktif bileşenler olduğu ve sadece belirli ahşap türlerine göre spesifik olabileceği saptanmıştır. Nijerya kereste çeşitlerinin aktif kimyasal bileşenleri kayıt altına alınmış ve ahşap dayanıklılığına katkısı araştırılmıştır (Singh ve Singh, 2012).

1.6.3 Vaks ve reçineler

Birçok ağaç türü mum, reçine, tanen ve diğer ekstraktları içerdiğinden zengin bir antioksidan ve anti mikrobik yapıya sahiptir. Vaks ve reçineler aynı zamanda yapışkan maddeler olarak bilinmektedir. Bu maddeler su geçirmeye karşı dirence sahiptir ve ahşabın uzun yıllar bozulmamasında rolleri büyüktür. Kabuk ürünleri mum, reçine ve fenolik özler dahil olmak üzere yapışkan bileşenler olarak kullanılmıştır (Singh ve Singh, 2012).

1.6.4 Tanenler

Bate-Smith (1962) tarafından tanenin tanımı 500-3.000 değerleri arasında değişkenlik gösteren molekül ağırlığına sahip, alkolid, jelatin ve diğer proteinlerle çöken, suda çözünür fenolik bileşikler olarak ifade etmiştir. Bir diğer araştırmacı olan Haslam (1989) ise molekül ağırlığının 20.000 değerinde olabileceğini, protein ve alkaloidler ile birlikte belirli polisakkaritler ile kompleks oluşabileceğini söylemiştir. Bütün bitki tanenleri fenolik bileşiklerden oluşur. Tanenler iki gruba ayrılır (Gönültaş, 2008).

1. Hidrolize edilebilen tanenler: Gallik asit, digallik asit ve ellagik asitin monosakkaritler ile oluşturduğu esterlerdir. Ester bağları asit, alkali ve enzimleri bu bileşiklerde hızlı hidrolize olduğu görülür. Hidroliz

sonrası gallik asit oluşturanlar gallo tanenler, ellagik asit oluşturanlar ellagik hidrolize tanenler olarak isimlendirilirler. Gallo tanenler, glukozun poligalloil esterleri en basit hidrolize tanenlerdir (Gönültaş, 2008).

2. Kondanse tanenler: Dünyada her yıl yaklaşık 200.000 ton ticari tanen üretilmektedir ve bu üretimin % 90'dan fazlası kondansetanenlerdir. Bu tip tanenlerin ana bileşenleri kateşinler (flavan-3-oller) ve lökoantosiyanidinler (flavan-3,4-dioller)'dir. Flavonoidler; yapılarına bağlı olarak flavon, flavan, flavanon ve izoflavon olarak gruplandırılırlar ve birçok odun ve kabukta bulunur. Özellikle Acacia ve Quebracho öz odununda bulunan kondanse tanenler birçok araştırmaya konu olmuştur. Renkli öz odunlardaki (kırmızı odunlar, mavi odunlar) ekstraktif maddelerin çoğu flavonoidler ve türevleridir (Gönültaş, 2008).

Birçok ağaç türü tanen içerdiğinden zengin bir antioksidan ve anti mikrobik özellikleri taşıyan bir yapıya sahiptir. Tanenler çok iyi bir yapıştırıcı ve ahşap koruyucu olarak bilinmektedir (Singh ve Singh, 2012).

1.6.5 Biyo esaslı ahşap koruyucu maddelerin endüstriyel kullanım potansiyelleri

Biyo esaslı maddeler her ne kadar dünya genelinde ahşap koruma alanında araştırılrsa da endüstriyel bir kullanıma girememiştir. Başlıca sebepler şu şekildedir. Birincisi, laboratuvar çalışma sonuçları ve alanda yapılan deneme çalışmaları arasındaki uyumsuzluklar ve organik biyositlerin verimliliği konusundaki farklılıklardır. İkincisi ise belirtilen bileşenlerin bazılarının aktivitesinin kısıtlı bir aralıkta kalmasıdır (Singh ve Singh, 2012). Antimikrobiyal aktivite içeren herhangi bir bileşen kaynağından bağımsız olarak insan ve çevredeki canlılar için risk taşıyabilir. Bu nedenle, birçok ülkede konu ile ilişkili kayıtlar yasal otoriteler ile kontrol edilmektedir ve yasal uygulamalar aracılığıyla, yeni ortaya konulan herhangi bir bileşen ya da formülasyonun üretim ya da satışından önce kayıt altına alınması gerekmektedir (Singh ve Singh, 2012). İnsan ve çevre sağlığı için güvenli olan doğal bileşenler, örnek olarak kitosan, yağ özleri ve benzeri, hali hazırda hala kullanılan zehirli kimyasal koruyucuların yerine geçirilmesi amacıyla araştırmaya tabi tutulmuştur. Fakat bu uygulamalar sırasında bu gibi doğal bileşenlerin suya maruz bırakıldığında yıkanması sebebiyle sıkıntılar çıkmıştır (Singh ve Singh, 2012).

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Tanenlerin ahşap malzemenin korunmasını araştıran çalışmaların pek çoğunda mantar çürüklük ve termitlere karşı olan biyolojik dayanım araştırılmıştır. Değişik tanen ekstraktlarının odun çürütücü organizmalar ile termitlere karşı etkinliği mimoza taneni (Calegari vd., 2014; Tascioglu vd., 2012, 2013; Yamaguchi ve Okuda, 1998), kebraho taneni (Dirol ve Scalbert, 1991; Tascioglu vd., 2012, 2013), çam kabuk ekstraktı (Laks vd., 1988), *Cocos nucifera* Linn ekstraktları (Lomeli Ramirez vd., 2012), ladin kozalağı, kabuğu ve çam kozalağının 8 değişik tanen fraksiyonu (Anttila vd., 2013), kestane özodunu taneni (Dirol ve Scalbert, 1991; Militz ve Homan, 1993), meşe öz odun taneni (Hart ve Hillis, 1972; Militz ve Homan, 1993), valeks, mazı ve sumak taneni (Sen vd., 2002, 2009; Sen ve Hafizoglu, 2008) ve kızılçam kabuk ekstraktları (Sen vd., 2002, 2009; Sen ve Hafizoglu, 2008; Tascioglu vd., 2012, 2013) kullanılarak araştırılmıştır. Bu çalışmalarda koruma için düşük konsantrasyon miktarının kebraho ve kestane taneni (Dirol ve Scalbert, 1991) ile valeks, mazı, sumak ve kızılçam kabuk taneni (Sen, 2001) için %4 olduğu rapor edilmiştir (Taşcıoğlu vd., 2012, 2013). Mimoza ve kebraho tanenlerinin termit saldırılarına karşı minimum konsantrasyon miktarının %12, çürüklüğe karşı ise %9-12 arasında olması gerektiğini bildirmiştir.

Ahşap yüzeylerde üst yüzey işlemlerinin uygulamalarında kabuk ekstrakt içerikli maddelerin kullanılmasında iyi sonuçlar gözlemlenmiştir. Bu sonuçlar aşağıda özet şekilde sunulmuştur.

Kabuk ekstraktı, şeffaf akrilik poliüretan üst yüzey maddesi ve lignin stabilize edici maddelerinin karıştırılması ile elde edilen ürün, kavak, huş odunu ve ıslık işlemleri Banks çamı numunelerinin üzerine sürülerek hızlandırılmış yaşlandırma testine maruz bırakılmıştır. Bu numunelere gözlemsel değerlendirme, X-ışını fotoelektron spektroskopisi (XPS), taramalı elektron mikroskopu (SEM) ve ışık mikroskop gözlemleri yapılarak UV'ye karşı direnç, renk değişim parametrelerinin incelenmesi yapılmıştır. Sonuçlar incelendiğinde kabuk ekstraktı ve lignin stabilize edicinin organik UV stabilize edici + HALS sistemine göre daha iyi performans gösterdiği

görülmüştür (Kocaefe ve Saha, 2012). Kabuk ekstraktı ve akrilik poliüretan kaplama uygulanmış ısıtılmış Banks çamı örneklerine 1500 saat UV yaşlandırma testi uygulanmıştır. Numunelerin renk ölçümleri, yüzeylerin izlenmesi ve değerlendirilmesi ve fourier dönüşüm kızılötesi spektroskopisi (FT-IR) incelemeleri yapılmıştır. Kabuk ekstraktı katkılı karışıma lignin stabilize edici katılmasıyla endüstriyel kaplamadan daha iyi değerler elde edildiği sonucuna varılmıştır. (Saha vd., 2011). İğne yapraklı ağaç kabuğu ya da ibrelerinden ekstrakte edilen doğal antioksidantlarının UV'ye karşı katkı maddesi olarak akrilik poliüretan kaplamalara katılmasının incelenmesi Saha vd. (2013) tarafından yapılan farklı bir çalışmada incelenmiştir. Her iki çalışmada iyi değerler elde edilmesine karşın kabuk ekstraktının ibre ekstraktına karşı daha başarılı olduğu görülmüştür (Saha vd., 2013). Tisler vd. (2000), %3'lük stilbenfraksiyonu, bakır (II) klorit ve demir (III) klorit ile beraber kullanılan ladin kabuğunun çeşitli konsantrasyonlardaki sulu ekstraktlarını, solvent bazlı ve su bazlı üst yüzey işlem maddesi ile birlikte değerlendirilmiştir. 4 ağaç türü üzerinde yapılan 72 saatlik UV dayanım araştırması sonucunda %10,25 ve 40 oranlarında ladin kabuk ekstraktlarının demir klorit ile beraber kullanılmasıyla renk ölçüm sonuçlarında en iyi değerlere ulaşılmıştır. Mimoza ve kebrahoekstraktları ve Tanalith-E ile emprenye edilen kayın numuneleri, selülozik, poliüretan ve su bazlı vernikleri ile üst yüzey işlemleri uygulanarak, 100 ve 300 saatlik hızlandırılmış yaşlandırma testine tabi tutulmuştur. Bu test ile yüzey parlaklığında oluşan değişimler gözlenmiştir. Bu çalışmada yüzey parlaklığının ve dayanıklılığının poliüretan vernik uygulamasıyla mimoza ve kebrahoekstraktları ile beraber emprenye edilen ağaç malzemelerde uzun süre korunabileceğine değinilmiştir (Yalçın, 2018). Başka bir çalışmada aynı örneklerin yapışma direnci ve yüzey pürüzlülüğü araştırılmıştır. Bu çalışma için 100 saatlik hızlandırılmış yaşlandırma uygulanmıştır. Bu uygulama süresinde yapışma direnci ilk önce artmış ilerleyen sürelerde azalmış ve yüzey pürüzlülüğü artmıştır (Yalçın ve Ceylan, 2017). Birbirinden ayrı lignoselülozik ekstraktlardan (kestane meyve kabukları, *Pinuspinaster*, *Eucalyptusglobulus* ve *Quercus frainetto* kabukları) kaplamaların UV degradasyonu tarafından oluşan renk değişiminin engellenmesine karşı yapılan çalışmada en iyi üstünlük *Pinuspinaster* ekstraktlarında elde edilmiştir. Oksijence bol gruplar kontrol örneklerinde bulunurken, ekstraktlarla boyama yapılan örneklerinde ise kimyasal bağlardaki değişikliklerin az olduğu görülmüştür (Galiñanes vd., 2015). Thebault vd. (2015), temas açısı ölçümleri ile mimoza, radiata çam kabuğu, sahil

çamı ve kabraho odun taneni esaslı poliüretan kaplamanın orta yoğunluklu liflevha örneklerindeki etkinliği tespit edilmiştir. Temas açıları tanenli örneklerde 69° ile 84,3° arasında değişkenlik görülürken kontrol örneklerinde 21,6° olarak ölçülmüş olup çalışmada izosiyanatsız tanen esaslı poliüretan kaplamalar ile hidrofobik yüzeyler elde edildiği görülmüştür.

Fotodegradasyona maruz kalan şeffaf üst yüzey işlem maddelerinde, kullanım yerinde zaman geçtikçe tutunmanın azalması ile birlikte deformasyonlar başlamaktadır. Buda malzemelerin kullanım ömrünü azaltmaktadır. Bunu gidermek ve dayanımını artırmak için organik ışık stabilize edici ve geri dönüşümü olmayan petrol esaslı sentetik ürünler kullanılmaktadır. Bunlarında çevreye zarar verici etkileri vardır. Antioksidant özellikli doğal polifenoller sentetik antioksidantların yerine geçmektedir. Odunda, kabukta ve budakta birçok doğal polifenol yer almaktadır. Özellikle iğne yapraklı ağaçların kabuklarında bol miktarda bulunmaktadır. Polifenoller, antioksidant etkiye sahip zehirlilik göstermeyen, yenilenebilir bir kaynaktır (Saha vd., 2013). Yapılan bir çalışmada, kızılâğaç ve göknar kabuklarından alkol-benzen yöntemi kullanılarak ekstraktifler elde edilmiştir. Kullanılan su bazlı akrilik reçine esaslı üst yüzey işlem maddeleri %5 oranında kabuk ekstraktı barındırmaktadır. Test ve kontrol olmak üzere iki grup oluşturulmuş, kayın ve sarıçam odunları tercih edilmiştir. Test grubuna ağaç kabuk ekstraktı içeren su bazlı reçine esaslı ve kontrol grubu içinde UV absorbe edici içeren su bazlı akrilik reçine esaslı üst yüzey işlem maddeleri sürülerek 1000 saatlik hızlandırılmış dış ortam koşulları testine başlanmıştır. Çıkan test ve kontrol numunelerin renk değişimi ve yüzey pürüzlülükleri incelenerek kıyaslama yapılmıştır. Kontrol ile kıyaslanan kızılâğaç ekstraktı içeren su bazlı akrilik reçine esaslı yüzey işlemlerinin dış ortam koşullarına karşı benzer dayanıma sahip olduğu görülürken, göknar kabuk ekstraktı içerenlerin ise bir miktar dayanım sergilediği görülmüştür. Üst yüzey işlem maddesi içerisindeki anti-oksidan özelliği yüksek olan kızılâğaç kabuk ekstraktının UV emici etkisinin yüksek olduğu görülmüştür (Özgenç vd., 2017). Bu tez çalışmasında üst yüzey işlem maddesini daha dayanıklı hale getirmek için değişik tanenlerin şeffaf ve opak üst yüzey işlem maddesi ile uyumu incelenmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Ağaç Malzeme

Bu çalışma iğne yapraklı ağaç türlerinden sarıçam (*Pinus sylvestris* Lipsky) üzerinde yapılmıştır. Kullanılacak olan malzemenin teminini takiben 11 x 75 x 152 mm boyutlarında 200 adet çam diri odun masif malzemesinin hazırlanması ASTM D358-98 standardına göre Bursa'da bulunan Osmanlı Mobilya Atölyesinde yapılmıştır. Boyutlandırma işlemi tamamlandıktan sonra sağlam, düzgün ve budaksız örnekler seçilmiştir. Yüzeydeki pürüzlüklerin vb. sorunların giderilmesi için tüm yüzeyler sırasıyla 180'lik ve 240'lık zımpara ile zımparalama yapılarak kullanıma hazır yüzeyler elde edilmiştir (Şekil 3.1). Hazırlanan tüm numuneler numaralandırılarak iklimlendirme dolabına koyulmuştur. Burada 2 hafta %65 bağıl nem ve 20°C'da bekletilerek kondisyonlanması ve denge rutubetine getirilmesi sağlanmıştır. 5 adet örnek her grup için ayrı olarak düzenlenmiştir. Deneyde kullanılan örnek miktarları ve detayı çizelge 3.1'de özetlenerek sunulmuştur.

Çizelge 3.1: Testlerde kullanılan örnek sayıları

Varyasyonlar		Test*	Kontrol
Örnek boyutu (mm)		11x75x152	
Tanen + şeffaf üst yüzey işlem maddesi	3 çeşit tanen çözeltisi		
	3 tanen konsantrasyonu	36	9
Tanen + opak üst yüzey işlem maddesi	3 çeşit tanen		
	3 tanen konsantrasyonu	36	9
Kontroller	Sarıçam diri odunu	4	1
	Şeffaf üst yüzey işlem maddesi	4	1
	Opak üst yüzey işlem maddesi	4	1

* Her varyasyon için 4 adet test örneğine hızlandırılmış dış ortam testi uygulanmıştır. Her varyasyon için 1 adet kontrol örneği ise teste maruz bırakılmadan, güneş görmeyen bir yerde deneyler süresince bekletilmiştir.



Şekil 3.1: Örneklerin zımparalanması

3.2 Kimyasal Maddeler ve Tanenler

Çalışmada, meşe palamudundan elde edilen ticari valeks taneni Manisa'da bulunan Balaban Valeks Ltd. Şti'den tedarik edilmiştir. Diğer bir tanen olan mimoza taneni yurtdışından tedarik edilmiş olup *Acacia* sp. türü kabuğundan ekstraksiyonla elde edilen kondanse tip tanen çeşitidir. Ağaç kabuklarından kızılçam kabuk taneni üretilmiştir. Bu ağaç kabukları Yalova Orman İşletme Müdürlüğü bölgesinde üretim kesimleri sırasında ortaya çıkan atıklardır. Beyaz epoksi boya, su esaslı akrilik şeffaf üst yüzey işlem maddesi, tiner, boya vb. diğer malzemeler ticari olarak tedarik edilmiştir. Opak boya, Jotun İstanbul'dan tedarik edilmiştir. Ekstraksiyon işleminde kullanılan etil alkol ise Balmumcu Kimya San. Tic. Ltd. Şti'den tedarik edilmiştir. Akrilik emülsiyon esaslı, şeffaf ve parlak nitelikte olan, Massiveline su bazlı ahşap üst yüzey işlem maddesi, tüm iç ve dış cephede kullanılan ahşap doğramalarda, ahşap dış cephe kaplamasında, bahçe mobilyası, her türlü zemin deck ahşap kaplamasında vb. alanlarda kullanımı mevcuttur. Üst yüzey işlem maddesinin %5-10 arası su ile seyreltmesi yapılarak zımparalanmış ahşap yüzeylere uygulaması yapılmaktadır. Bu uygulama bir fırça yardımı ile 2 veya 3 kat yapılmaktadır. Katlar arası 3-4 saat kuruma için beklenmektedir. Vizkozitesi 25°C'de 55-60 sn/D4 olup hacim yoğunluğu 0,98-1,03 kg/m³'dür. %33,5 (w/w) katı madde miktarı'dır (Dyo ürün bilgi formu). Opak boyanın özgül ağırlığı 1,24 kg/m³ olup, katı madde miktarı %38'dir (Jotun Teknik Föy, 2017). İki bileşenli Dyo marka epoksi beyaz boya odun örneklerinin enine kesitlerinin kapatılmasında tercih edilmiştir.

3.3 Araştırma Yöntemi

3.3.1 Kızılçam kabuğunun ekstraksiyon işlemi

Kabuk örnekleri ilk önce safsızlığını sağlamak için taş, yaprak, yosun vb. etkenlerden temizlenerek %10-12 rutubete kadar kurumaları için bir iki hafta oda sıcaklığında bekletilmiştir. Kondüsyonlanan örnekler, öğütme işlemi için gerekli boyutlarda parçalanmıştır. Laboratuvar tipi Fritsch marka öğütme makinesinde 1 mm boyuta gelene kadar öğütme işlemi yapılmıştır. Öğütme işleminden sonra numunelerin etiketlenmesi yapılmış, cam kavanozlara konmuş ve örnekler ekstraksiyon işlemine hazır hale gelmiştir. 70°C ekstraksiyon sıcaklığında, kızılçam kabuk örneğine 7:3 etil alkol:su ve 1:8 kabuk:etil alkol oranında 1 saat boyunca ekstraksiyon işlemi uygulanmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2: Kızılçam kabuğunun ekstraksiyon işlemi

3.3.2 Örneklerin epoksi boya ile kaplanması

UV degradasyonunun uygulanmayacağı örnek yüzeylerinin korunarak kaplanması standartlara uygun olarak suya dayanıklı epoksi boya sürülerek sağlanmıştır. Epoksiden iki birim, sertleştiriciden bir birim olmak üzere bir karışım hazırlanmıştır. Bu karışım örneklerin beş yüzeyine bir fırça yardımı ile uygulanmıştır. Her bir kat arasında 24 saat beklenilerek toplamda 2 kat uygulama yapılmıştır. Üst yüzey işlem maddesi uygulanarak performans testleri yapacağımız teğet yüzey üzerine herhangi bir boya bulaşmaması ve pislenmemesi için özen gösterilmiştir.

3.3.3 Üst yüzey işlem uygulaması

Üst yüzey işlem maddesindeki katı madde miktarı baz alınarak tanenler bileşime eklenmiştir. Astar (primer) uygulaması yapılmadan direk üst yüzey işlem maddesi

uygulanarak söz konusu uygulamaların etkisine bakılmıştır. Deney örneklerine hazırlanan karışım teğet yüzeylerine bir fırça ile 200 g/m^2 olacak şekilde 3 kat uygulanmıştır. Bu uygulama her kat arası 12 saat beklenerek yapılmıştır. Her grubun uygulaması ayrı fırça ile yapılmıştır. Testler öncesinde tüm test ve kontrol örnekleri 2 hafta %65 bağıl nem ve 20°C 'de iklimlendirme dolabında kondisyonlanmıştır.



Şekil 3.3: Üst yüzey işlem uygulaması

3.3.4 Hızlandırılmış dış ortam testi

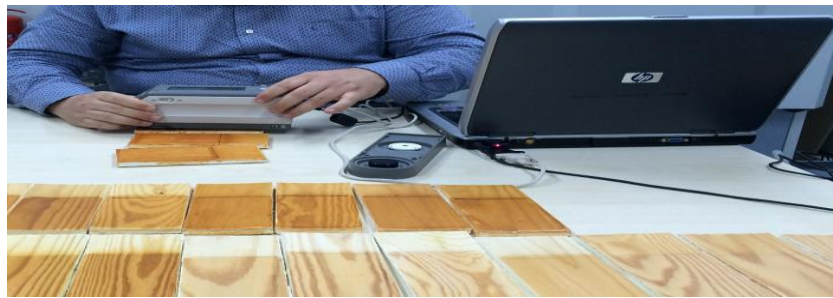
ASTM G154 standardı baz alınarak 1 nolu prosedüre göre hızlandırılmış dış ortam testi (yapay dış ortam testi) uygulanmıştır. Dış ortam yaşlandırmasını simüle etmek için Atlas Marka UV test cihazı kullanılmıştır. Numuneler aşağıda gösterilen (Şekil 3.4) cihaza yerleştirilmiştir. Ardından 1512 saat süresince UV ışığı ve nemin değişken döngülerine ve kontrollü yükseltilmiş sıcaklıklara maruz bırakılmıştır. Test işlemi 8 saat UV ışığı $0,89 \text{ W/m}^2/\text{nm}$ ışınımında, 340 nm lambalar kullanılarak $60(\pm 3)^\circ\text{C}$ 'de gerçekleştirilmiştir. Ardından 4 saat kondenzasyon işlem döngüsü $50(\pm 3)^\circ\text{C}$ 'de yapılmıştır. Hızlandırılmış dış ortam testine maruz bırakılan numunelerde ilk saatlerdeki yüzeyler değişimleri çok önemlidir. Bundan dolayı 168 saat boyunca , her 24 saatte bir numuneler cihazdan çıkartılıp üzerlerindeki su birikintileri dikkatli bir şekilde silinerek yüzey ölçüm değerleri yapılarak tekrar cihaza koyulmuştur. 168 saat süresince toplam 7 ölçüm yapılmış ardından söz konusu değerlendirmeler 168 saatte bir olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. 1 örnek üzerinde 1512 saat boyunca periyodik olarak toplam 15 ölçüm yapılmıştır. Periyodik olarak sık aralıklarla hızlandırılmış dış ortam testine maruz bırakılan numunelerin üzerinde ölçüm yapılması gerektiği için tahribatsız muayene/test yöntemleri baz alınarak kullanılmıştır. Numunelerimiz test sonrasında güneş almayan bir mekanda saklanmıştır.



Şekil 3.4: Hızlandırılmış dış ortam test cihazı

3.3.5 Renk ölçümü

Renk ölçümü CIE L*a*b renk parametreleri belirlenerek Konica-Minolta 2600d marka renk ölçüm cihazı ile yapılmıştır. L* açık renklilik, a* ve b* ise kromatik koordinatları ifade etmektedir (+a* kırmızı için, -a* yeşil için, +b* sarı için, -b* mavi için kullanılmıştır). UV degradasyonuna maruz kalan yüzeylere periyodik olarak aynı noktalardan ölçümler yapılarak renk değişimleri net olarak tespit edilmeye çalışılmıştır (Şekil 3.5). Hızlandırılmış dış ortam testine maruz bırakılmayan örneklerin de renk ölçümü yapılmıştır. Bu ölçümler numunelerin belirlenen aynı noktalarına yapılmıştır. UV etkisi ile meydana gelen değişimler için bu ölçümler, başlangıç değeri olarak kabul edilmiştir. Herbir numune için 4 farklı noktadan ölçüm alınmış ve bunların ortalama değerleri baz alınmıştır.



Şekil 3.5: Yüzeydeki renk değişimlerinin renk ölçüm cihazı ile tespiti

Toplam renk değişimi (ΔE^*) (1, 2, 3 ve 4) nolu eşitlik sayesinde hesaplaması yapılmıştır.

$$\Delta L^* = L_s^* - L_i^* \quad (1)$$

$$\Delta a^* = a_s^* - a_i^* \quad (2)$$

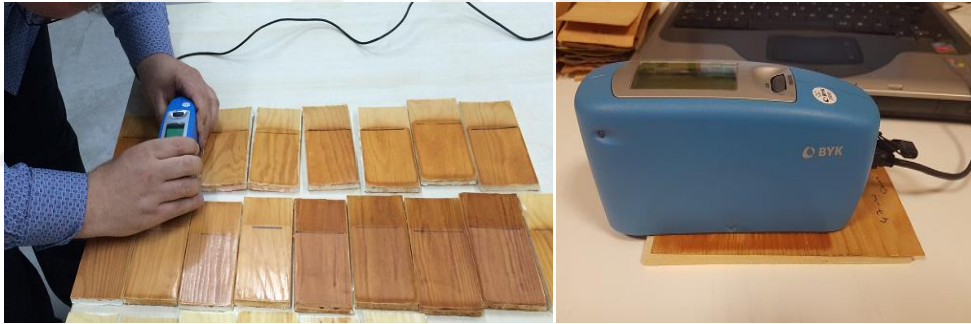
$$\Delta b^* = b_s^* - b_i^* \quad (3)$$

$$\Delta E^* = \Delta E^* = (\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2})^{1/2} \quad (4)$$

Burada, ΔL^* , Δa^* , Δb^* başlangıç (i) ve test sonrasında (s) meydana gelen renk değişikliklerini (ΔE^*) belirtmektedir (Ustaömer, 2008).

3.3.6 Parlaklık ölçümü

Parlaklık ölçümü 60° ölçüm geometresinde BYK Micro-Tri-Gloss marka parlaklık ölçüm cihazı ile yapılmıştır (Şekil 3.6). UV degradasyonuna maruz kalan yüzeylerde periyodik olarak aynı noktadan ölçümler yapılarak parlaklık değişimleri net olarak tespit edilmeye çalışılmıştır. İlk önce hızlandırılmış dış ortam testine maruz bırakılmayan örneklerin parlaklık ölçümü yapılmıştır. Bu ölçümler numunelerin belirlenen aynı noktalarına yapılmıştır. UV etkisi ile meydana gelen değişimler için bu ölçümler başlangıç değeri olarak kabul edilmiştir. Herbir numune için 4 farklı noktadan ölçüm alınmış ve bunların ortalama değerleri baz alınmıştır.



Şekil 3.6: Yüzeyde parlaklık değişimlerinin parlaklık ölçüm cihazı ile tespiti

3.3.7 Yüzey pürüzlülük ölçümü

Örneklerin hızlandırılmış dış ortam test uygulamaları Mitutoyo Surfes SJ-310 cihazı ile yapılmıştır. ISO 4287-1997 standartlarına göre teste tabi tutulan ve tutulmayan örneklerin yüzey pürüzlülüğüne bakılmıştır (Şekil 3.7). UV degradasyonuna maruz kalan yüzeylerin ölçümü yapılmıştır. Bu ölçümler düzenli ve aynı aralıkta yapılmıştır. İlk önce hızlandırılmış dış ortam testine maruz bırakılma öncesinde örneklerin pürüzlülük ölçümü yapılmıştır. UV etkisi ile meydana gelen değişimler için bu ölçümler başlangıç değeri olarak kabul edilmiştir. 4 farklı noktadan pürüzlülük değerleri ölçümleri yapılmış ve ortalama değerler alınmıştır. Elmas uçlu bir tarama detektörü ile yüzey pürüzlülük ölçümü yapılmıştır. Kesme mesafesi $\lambda_c =$

0,8 mm, örnekleme mesafesi 12,5 mm olarak belirlenmiştir. Liflere dik doğrultuda 0,5 mm/sn hızla ölçümler yapılmıştır.



Şekil 3.7: Yüzey pürüzlülük ölçümleri

3.3.8 Makroskopik değişimlerin belirlenmesi

Odun veya kaplama yüzeylerinde meydana gelen erozyon, kabarma, pullanma ve çatlaklar gibi değişimler görsel değerlendirme ve puanlama ile yapılmıştır. Bu değerlendirme ve puanlamada ASTM D660, ASTM D661, ASTM D662, ASTM D714, ASTM D772 ve ASTM D4214 standartları kullanılmıştır. Test ve kontrol numunlerin hızlandırılmış dış ortam testi sonrasında incelemeleri yapılmıştır. İncelenen test ve kontrol numunelerin yüzeylerine 0'dan 10'a kadar puanlama yapılarak değerlendirilmiştir. 10 puan yüzeyin iyi korunduğunu, 0 puan ise yüzeyin yoğun degradasyona uğradığını anlatmaktadır. Numuneler her ölçüm sonrasında yüksek çözünürlüklü Nikon D5200 18-55 Mm VR Kit marka cihaz ile fotoğraflanmıştır. Makroskopik görsel değişiklik dataları oluşturulmuştur.

3.3.9 İstatistiksel yöntemler

Verilerin analizi SPSS 13.0 istatistik paket programı kullanılarak yapılmıştır. %95 güven düzeyi esas alınmıştır. Bu veriler test numunelerine ait kontrol ve referans örnekleri üzerinde yapılmıştır. Yüzey özellikleri arasında bir fark olup olmadığına bakılmıştır. Bunun için de basit varyans analizi (BVA) kullanılmıştır. Anlamlı çıkan verilerin "Duncan" homojenlik grupları ile kıyaslaması yapılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMALAR

4.1 Örneklerdeki Renk Ölçüm Bulguları

Örneklerin renk parametrelerine ait ortalama değer, standart sapmalar, istatistik test sonuçları aşağıdaki çizelgelerde verilmiştir. Renk parametrelerinde hızlandırılmış dış ortam test süresine göre meydana gelen değişim Çizelge 4.1-4.14'de gösterilmiştir. ΔL^* değerlerinin negatif değerler alması örnek yüzeylerinin koyulaştığını, pozitif değerler ise açık renk aldığını; negatif Δa^* değeri yeşilimsi yüzeyleri, pozitif değer ise kırmızımsı yüzeyleri; Δb^* değerinin negatif değerler alması mavileşen yüzeyleri, pozitif değerler alması sarılaşan yüzeyleri göstermektedir. ΔE^* değerinin fazla çıkması renk değişiminin o örneklerde fazla olduğunu ifade etmektedir. 1512 saat sonrasında ΔL^* değerleri, kullanılan konsantrasyon değerlerine bağlı olarak valeks taneni katkılı şeffaf üst yüzey işlem maddesi ile muamele edilen örneklerde, -18,25 ile -10,17 arasında, opaklı örneklerde 0,99 ile 3,53 arasında; mimoza taneni + şeffaf üst yüzey işlemlili örneklerde -21,13 ile -11,01 arasında, mimoza taneni + opaklı örneklerde 1,61 ile 2,22 arasında; kızılçam kabuk taneni + şeffaf üst yüzey işlemlili örneklerde -19,55 ile -1,71 arasında, kızılçam kabuk taneni + opaklı örneklerde -0,15 ile 5,40 arasında değişim göstermektedir. ΔL^* değerleri 1512 saat sonrasında sadece şeffaf üst yüzey işlem maddesi (ÜYM) ile muamele edilen örneklerde -25,79; opaklı örneklerde -2,12 ve kontrol örneklerinde -31,43 olarak bulunmuştur.

1512 saat sonrasında Δa^* değerleri valeks tanenli şeffaf üst yüzey işlemlili örneklerde konsantrasyon değerlerine bağlı olarak 8,19 ile 11,59 arasında, valeks taneni + opaklı örneklerde -0,70 ile -1,51 arasında; mimoza tanenli şeffaf üst yüzey işlemlili örneklerde 7,03 ile 10,87 arasında, mimoza taneni + opaklı örneklerde -1,42 ile -0,57 arasında; kızılçam kabuk tanenli şeffaf üst yüzey işlemlili örneklerde -5,32 ile 7,24 arasında, kızılçam kabuk taneni + opaklı örneklerde -3,21 ile -0,57 arasında değişim göstermektedir. Δa^* değerleri ÜYM ile muamele edilen örneklerde 11,90; opak madde ile yüzeyi kaplanan örneklerde 0,39 ve kontrol örneklerinde 7,86 olarak bulunmuştur.

Gruplar	Hızlandırılmış dış ortam test süresi (saat)															
	24	48	72	96	120	144	168	336	504	672	840	1008	1176	1344	1512	
%0,1 Valeks+ÜYM	Ort.	-5,64	-9,66	-11,23	-12,15	-12,22	-12,62	-15,08	-17,81	-18,00	-20,49	-20,58	-21,24	-20,21	-19,04	-18,25
	S.s	1,39	1,64	1,96	1,97	1,80	2,04	2,36	2,37	2,06	3,40	2,50	3,58	2,65	2,92	3,23
%0,5 Valeks+ÜYM	Ort.	-2,71	-5,40	-6,44	-8,05	-8,43	-8,46	-9,28	-11,19	-13,69	-15,22	-15,64	-16,22	-14,97	-14,61	-14,23
	S.s	1,83	1,36	2,05	1,40	2,02	2,74	2,37	3,02	2,69	2,52	2,93	3,77	2,04	3,73	3,62
%1 Valeks+ÜYM	Ort.	-2,33	-5,24	-5,45	-5,69	-5,51	-5,62	-5,67	-6,68	-9,75	-10,33	-12,23	-12,65	-11,19	-10,36	-10,17
	S.s	2,12	1,39	1,40	1,55	1,41	1,84	0,97	2,18	2,45	2,80	3,06	2,62	3,18	3,10	2,98
%0,1 Valeks+OPAK	Ort.	0,43	0,55	0,87	0,90	0,96	1,00	1,10	1,43	1,56	1,61	1,73	1,73	1,43	1,37	0,99
	S.s	0,15	0,29	0,15	0,37	0,49	0,51	0,43	0,50	0,49	0,58	0,54	0,54	0,49	0,53	0,57
%0,5 Valeks+OPAK	Ort.	0,55	0,88	1,26	1,40	1,95	2,16	2,27	3,26	3,71	3,92	4,00	4,37	4,02	3,70	3,50
	S.s	0,25	0,39	0,32	0,34	0,31	0,98	0,20	0,29	0,31	0,35	0,38	0,64	0,76	0,79	0,94
%1 Valeks+OPAK	Ort.	-0,34	-0,07	-0,07	-0,02	0,47	0,46	1,35	2,25	3,19	3,41	4,00	4,48	4,10	3,99	3,53
	S.s	0,48	0,64	0,60	0,38	0,79	0,55	0,69	0,58	0,36	0,47	0,61	0,49	0,76	0,90	1,10
ÜYM	Ort.	-13,04	-15,53	-17,37	-18,42	-18,94	-20,90	-21,89	-24,44	-24,95	-25,94	-26,05	-28,31	-30,00	-28,84	-25,79
	S.s	1,52	1,74	1,71	2,44	2,73	2,36	2,61	3,32	3,22	3,44	3,88	3,67	4,57	3,53	3,42
OPAK	Ort.	-0,34	-0,93	-0,53	-0,73	-1,09	-0,98	-1,12	-1,13	-1,23	-1,43	-1,33	-1,81	-2,07	-1,97	-2,12
	S.s	0,25	0,50	0,28	0,65	0,46	0,50	0,71	0,78	0,78	0,86	0,69	1,01	1,48	2,14	0,75
Kontrol	Ort.	-8,39	-10,38	-13,29	-15,14	-15,69	-16,01	-16,91	-22,34	-22,32	-24,55	-27,52	-27,52	-31,85	-31,81	-31,43
	S.s	1,41	0,91	1,15	1,06	1,57	1,10	1,74	1,80	3,54	4,60	3,42	4,11	3,73	3,22	4,21

Çizelge 4.1: Valeks tanenile muamele edilen numunelerin AL* degerleri

Gruplar	Hızlandırılmış dış ortam test süresi (saat)															
	24	48	72	96	120	144	168	336	504	672	840	1008	1176	1344	1512	
%0,5Mimoza+ÜYM	Ort.	-14,48	-17,45	-17,89	-18,06	-18,25	-18,39	-18,04	-18,42	-19,02	-19,98	-20,88	-22,07	-22,75	-23,63	-21,13
	S.s	1,72	2,02	1,44	1,49	1,63	1,15	1,22	2,07	2,53	2,71	3,65	3,15	2,48	3,49	3,43
%1Mimoza+ÜYM	Ort.	-15,77	-21,46	-23,45	-23,50	-23,99	-22,78	-22,35	-20,29	-19,54	-19,26	-19,31	-18,87	-19,45	-19,63	-17,65
	S.s	1,78	1,32	1,13	1,50	1,44	1,30	0,66	1,38	1,83	2,20	1,85	1,19	1,36	1,18	1,69
%3 Mimoza+ÜYM	Ort.	-12,11	-23,21	-26,44	-26,72	-27,47	-27,09	-28,03	-25,97	-22,95	-19,26	-12,04	-12,04	-11,68	-11,32	-11,01
	S.s	1,27	1,36	1,00	0,83	1,11	0,82	1,42	1,90	3,37	2,77	1,99	3,35	1,12	1,78	2,09
%0,5Mimoza+OPAK	Ort.	-1,03	-0,86	-0,63	-0,31	-0,06	0,25	0,62	1,55	2,03	2,18	2,60	2,46	1,75	1,81	1,61
	S.s	0,20	0,29	0,69	0,67	0,37	0,46	0,65	0,47	0,66	0,42	0,54	0,56	0,70	0,62	0,58
%1Mimoza+OPAK	Ort.	-1,53	-1,52	-1,17	-1,07	-1,19	-0,71	-0,29	0,93	1,82	1,91	2,71	3,04	2,94	2,69	2,22
	S.s	0,33	0,38	0,92	0,55	0,63	0,63	0,53	0,61	0,59	0,57	0,80	0,77	0,75	0,72	0,90
%3 Mimoza+OPAK	Ort.	-6,64	-5,95	-5,73	-5,50	-5,40	-5,12	-4,18	-2,27	-0,68	0,13	0,74	1,96	2,17	1,93	1,94
	S.s	1,61	1,06	1,16	1,69	1,09	0,79	1,11	1,18	1,64	1,28	1,12	1,48	1,32	1,89	1,90

Çizelge 4.2: Mimoza taneni ile muamele edilen numunelerin AL* değerleri

Çizelge 4.3: Kızılçam kabuk taneni ile muamele edilen numunelerin AL* değerleri

Gruplar		Hızlandırılmış dış ortam test süresi (saat)														
		24	48	72	96	120	144	168	336	504	672	840	1008	1176	1344	1512
%0,1 KÇ+ÜYM	Ort.	-14,93	-15,71	-16,59	-16,91	-18,26	-18,38	-19,13	-19,92	-21,14	-22,35	-22,73	-23,43	-24,51	-21,91	-19,55
	S.s	1,72	1,59	2,25	1,79	1,83	1,63	2,14	2,25	2,38	3,21	2,78	3,67	3,44	3,35	3,52
%0,5 KÇ+ÜYM	Ort.	-11,93	-13,49	-14,01	-14,40	-13,83	-13,65	-12,59	-11,30	-11,65	-11,16	-12,57	-13,29	-13,31	-13,16	-7,67
	S.s	2,55	2,51	2,56	1,92	2,24	2,77	2,78	2,83	1,64	2,43	3,24	3,20	3,10	3,09	2,13
%1 KÇ+ÜYM	Ort.	-11,86	-14,52	-15,12	-14,86	-15,39	-15,37	-15,53	-13,46	-10,63	-7,81	-7,33	-7,32	-6,36	-4,49	-1,71
	S.s	1,07	1,47	1,19	1,37	1,88	1,43	1,41	1,69	1,76	2,18	2,16	2,25	1,29	1,80	2,55
%0,1 KÇ+OPAK	Ort.	0,06	0,15	0,20	0,23	0,43	0,63	0,62	0,91	0,98	0,88	0,89	0,92	0,55	0,21	-0,15
	S.s	0,33	0,38	0,44	0,54	0,54	0,61	0,61	0,47	0,50	0,78	0,82	0,68	0,64	0,70	0,60
%0,5 KÇ+OPAK	Ort.	-1,62	-1,26	-0,85	-0,42	-0,16	0,09	0,32	1,53	1,80	2,28	2,80	2,80	2,60	2,54	2,28
	S.s	2,33	2,24	2,30	2,34	2,31	2,30	2,22	2,14	2,32	2,20	2,36	2,36	2,31	2,36	2,44
%1 KÇ+OPAK	Ort.	-0,83	-0,02	0,29	0,91	1,24	1,86	2,03	3,37	4,10	4,61	5,68	5,64	5,37	5,58	5,40
	S.s	0,19	0,35	0,20	0,24	0,17	0,39	0,24	0,40	0,37	0,43	0,63	0,64	0,64	0,70	0,68

Gruplar	Hızlandırılmış dış ortam test süresi (saat)															
	24	48	72	96	120	144	168	336	504	672	840	1008	1176	1344	1512	
%0,1Valeks+ÜYM	Ort.	3,98	6,74	8,64	9,55	9,92	10,72	11,65	13,64	13,72	14,12	14,22	13,82	13,01	11,72	11,59
	S.s	1,11	1,34	1,18	1,06	1,04	0,94	1,44	1,02	1,34	1,46	1,95	2,37	2,26	2,21	1,69
%0,5Valeks+ÜYM	Ort.	2,30	5,02	6,56	7,72	8,45	8,65	9,50	11,82	12,65	12,96	13,09	12,82	11,83	11,31	11,24
	S.s	0,86	1,52	1,27	1,55	1,40	1,39	1,46	1,50	1,59	1,73	1,80	1,28	1,66	2,16	2,16
%1 Valeks+ÜYM	Ort.	2,08	3,99	4,95	6,49	6,87	6,92	7,25	9,22	10,86	11,18	11,79	10,80	9,81	9,01	8,19
	S.s	1,48	1,65	1,32	1,52	1,07	1,61	0,97	1,50	1,60	1,83	2,05	1,14	1,16	1,35	1,45
%0,1 Valeks+OPAK	Ort.	-0,28	-0,34	-0,38	-0,44	-0,46	-0,50	-0,54	-0,65	-0,73	-0,73	-0,85	-0,71	-0,70	-0,69	-0,70
	S.s	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,07	0,08	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,12	0,09
%0,5 Valeks+OPAK	Ort.	-0,60	-0,64	-0,68	-0,71	-0,85	-0,84	-0,90	-1,18	-1,36	-1,48	-1,60	-1,54	-1,53	-1,54	-1,51
	S.s	0,05	0,05	0,07	0,06	0,23	0,07	0,07	0,08	0,07	0,08	0,08	0,08	0,09	0,11	0,09
%1 Valeks+OPAK	Ort.	-0,30	-0,27	-0,21	-0,22	-0,22	-0,27	-0,37	-0,68	-0,95	-1,08	-1,28	-1,33	-1,29	-1,32	-1,33
	S.s	0,12	0,13	0,15	0,17	0,17	0,18	0,17	0,14	0,12	0,15	0,17	0,14	0,15	0,16	0,15
ÜYM	Ort.	7,51	9,80	11,27	12,35	12,75	13,54	14,24	15,93	15,95	15,99	15,40	15,09	15,01	13,94	11,90
	S.s	1,04	1,14	0,80	1,21	1,29	0,97	1,22	1,47	1,62	1,71	2,13	2,05	1,49	1,67	1,75
OPAK	Ort.	0,20	0,27	0,28	0,26	0,24	0,22	0,27	0,20	0,25	0,32	0,32	0,38	0,34	0,35	0,39
	S.s	0,06	0,07	0,07	0,09	0,07	0,05	0,08	0,07	0,09	0,10	0,11	0,10	0,05	0,05	0,10
Kontrol	Ort.	4,85	6,56	7,7	8,35	8,84	9,19	9,49	9,39	10,78	10,68	10,97	10,17	9,76	8,87	7,86
	S.s	1,10	0,57	1,09	1,55	1,09	2,62	0,69	1,08	2,74	1,73	3,39	2,73	2,43	2,26	1,88

Çizelge 4.4: Valeks taneni ile muamele edilen numunelerin D_{a^*} değerleri

Gruplar	Hızlandırılmış dış ortam test süresi (saat)															
		24	48	72	96	120	144	168	336	504	672	840	1008	1176	1344	1512
%0,5Mimoza+ÜYM	Ort.	8,47	11,91	12,78	12,89	12,88	12,83	12,98	13,63	13,89	13,82	13,58	13,09	12,89	12,15	10,87
	S.s	1,25	1,06	0,72	0,90	0,52	0,75	0,80	1,02	1,40	1,53	1,73	2,05	1,81	2,31	2,08
%1Mimoza+ÜYM	Ort.	8,68	13,54	15,46	16,12	15,99	16,18	16,05	15,35	14,74	14,54	13,98	12,97	12,84	11,95	10,14
	S.s	0,99	0,91	0,51	0,51	0,67	0,60	0,53	1,24	1,25	1,58	1,01	0,91	1,54	1,21	1,27
%3Mimoza+ÜYM	Ort.	7,22	14,08	15,55	15,88	15,95	16,50	16,41	17,33	16,83	15,30	11,23	10,31	9,02	8,52	7,03
	S.s	0,75	0,78	0,64	0,75	0,98	0,73	1,10	0,88	1,08	1,29	2,07	2,00	1,61	1,34	0,86
%0,5Mimoza+OPAK	Ort.	0,58	0,61	0,57	0,48	0,46	0,36	0,29	-0,02	-0,20	-0,30	-0,47	-0,38	-0,39	-0,38	-0,57
	S.s	0,14	0,07	0,08	0,06	0,06	0,06	0,07	0,08	0,09	0,09	0,08	0,07	0,07	0,07	0,61
%1Mimoza+OPAK	Ort.	0,54	0,71	0,75	0,73	0,75	0,69	0,64	0,31	0,03	-0,11	-0,36	-0,33	-0,36	-0,38	-0,89
	S.s	0,09	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,07	0,06	0,06	0,04	0,06	0,04	0,54
%3Mimoza+OPAK	Ort.	0,16	0,28	0,29	0,26	0,26	0,16	0,11	-0,21	-0,55	-0,81	-1,09	-1,18	-1,29	-1,33	-1,42
	S.s	0,24	0,20	0,20	0,18	0,20	0,19	0,20	0,15	0,17	0,18	0,25	0,22	0,22	0,25	0,15

Çizelge 4.5: Mimoza taneni ile nuamele edilen numunelerin Δa^* değerleri

Gruplar	Hızlandırılmış dış ortam test süresi (saat)															
	24	48	72	96	120	144	168	336	504	672	840	1008	1176	1344	1512	
%0,1KÇ+ÜYM	Ort.	8,50	9,49	10,00	10,47	11,22	11,44	11,84	12,77	13,77	13,03	13,14	12,85	12,18	10,37	7,24
	S.s	0,92	0,92	1,11	0,79	1,08	1,04	0,89	0,73	0,92	0,99	1,51	1,75	1,55	1,95	1,65
%0,5 KÇ+ÜYM	Ort.	6,49	7,84	8,16	8,35	8,12	8,15	7,68	6,33	5,52	5,55	5,77	4,92	4,46	3,08	-0,57
	S.s	1,40	1,45	1,03	1,38	0,86	1,25	1,02	1,16	0,91	1,27	1,36	1,65	1,40	1,32	1,42
%1KÇ+ÜYM	Ort.	6,19	8,02	8,53	8,63	8,50	8,68	8,52	7,47	5,72	3,35	2,18	1,52	-0,01	-2,44	-5,32
	S.s	0,86	1,04	0,84	0,86	1,06	0,83	0,65	0,80	1,16	1,03	1,17	1,00	0,77	0,81	1,52
%0,1KÇ+OPAK	Ort.	0,00	-0,11	-0,21	-0,28	-0,33	-0,41	-0,45	-0,58	-0,67	-0,66	-0,77	-0,63	-0,62	-0,58	-0,57
	S.s	0,06	0,09	0,07	0,09	0,08	0,10	0,09	0,12	0,12	0,11	0,14	0,13	0,14	0,13	0,14
%0,5KÇ+OPAK	Ort.	0,39	0,13	-0,08	-0,28	-0,37	-0,50	-0,61	-1,13	-1,39	-1,55	-1,73	-1,70	-1,71	-1,72	-1,76
	S.s	0,88	0,88	0,90	0,90	0,90	0,89	0,89	0,89	0,91	0,92	0,94	0,94	0,95	0,95	0,94
%1KÇ+OPAK	Ort.	0,00	-0,35	-0,65	-0,89	-1,04	-1,23	-1,38	-2,07	-2,49	-2,74	-2,99	-3,05	-3,10	-3,15	-3,21
	S.s	0,06	0,09	0,09	0,10	0,09	0,09	0,07	0,08	0,09	0,10	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08

Çizelge 4.6: Kızılçam kabuk taneni ile muamele edilen numunelerin Δa^* değerleri

Gruplar	Hızlandırılmış dış ortam test süresi (saat)															
		24	48	72	96	120	144	168	336	504	672	840	1008	1176	1344	1512
%0,1	Ort.	9,89	14,79	17,41	18,48	18,89	19,52	19,61	17,66	16,58	14,83	14,05	10,92	9,83	6,17	0,74
Valeks+ÜYM	S.s	0,98	1,62	1,53	2,16	2,68	2,15	2,36	3,38	2,75	2,72	3,14	3,27	2,38	2,09	2,03
%0,5	Ort.	5,73	11,17	12,72	14,07	14,57	14,63	15,21	14,30	12,15	10,09	8,53	5,27	4,06	0,62	-2,06
Valeks+ÜYM	S.s	1,57	1,18	1,87	1,70	2,07	2,78	2,45	2,39	2,62	2,74	3,66	2,10	2,01	3,93	4,44
%1	Ort.	1,61	5,80	8,24	9,22	10,07	10,18	10,54	9,19	6,63	5,28	2,70	-1,74	-3,20	-5,86	-6,47
Valeks+ÜYM	S.s	1,41	1,15	1,18	1,41	1,68	2,05	1,11	2,56	2,04	2,07	3,20	3,49	3,78	3,32	3,65
%0,1	Ort.	-0,59	-1,06	-1,38	-1,68	-1,84	-1,97	-2,10	-2,55	-2,61	-2,69	-2,32	-2,77	-2,61	-2,77	-2,59
Valeks+OPAK	S.s	0,79	0,99	1,07	1,03	1,09	1,11	1,07	0,95	0,83	0,70	0,58	0,51	0,49	0,41	0,37
%0,5	Ort.	-0,44	-1,23	-1,93	-2,44	-3,05	-3,17	-3,38	-4,60	-5,02	-5,31	-4,97	-5,62	-5,34	-5,50	-5,36
Valeks+OPAK	S.s	0,38	0,47	0,52	0,49	0,86	0,49	0,46	0,43	0,40	0,31	0,39	0,27	0,19	0,19	0,13
%1	Ort.	0,86	0,10	-0,81	-1,50	-2,09	-2,58	-2,94	-4,83	-5,81	-6,33	-6,14	-7,38	-6,97	-7,29	-7,17
Valeks+OPAK	S.s	1,03	1,35	1,43	1,54	1,47	1,47	1,41	1,35	1,23	1,27	1,31	1,01	1,06	0,87	0,77
ÜYM	Ort.	20,00	23,61	25,04	25,60	25,88	25,58	25,37	23,67	21,70	18,69	16,90	14,42	12,23	9,99	6,31
	S.s	1,20	1,47	1,60	2,05	2,51	1,93	2,40	2,37	2,75	2,30	2,00	1,19	1,69	1,39	1,43
OPAK	Ort.	-0,12	-0,40	-0,49	-0,43	-0,42	-0,44	-0,26	-0,39	-0,26	-0,18	-0,16	-0,10	-0,19	-0,23	-0,19
	S.s	0,13	0,13	0,24	0,18	0,20	0,22	0,23	0,25	0,25	0,18	0,26	0,23	0,24	0,29	0,23
Kontrol	Ort.	17,14	16,16	15,37	14,53	14,92	13,84	13,25	11,20	7,39	6,83	7,00	5,43	3,09	3,03	2,00
	S.s	2,86	2,40	3,23	2,38	3,32	3,00	2,27	2,79	2,53	2,28	1,67	1,71	1,02	1,08	1,68

Çizelge 4.7: Valeks taneni ile muamele edilen numunelerin Δb^* değerleri

Gruplar	Hızlandırılmış dış ortam test süresi (saat)															
		24	48	72	96	120	144	168	336	504	672	840	1008	1176	1344	1512
%0,5	Ort.	13,19	18,06	20,14	20,99	21,62	22,26	22,62	21,49	19,68	16,75	14,98	12,82	11,36	9,92	6,50
Mimoza+ÜYM	S.s	1,67	1,77	1,80	1,65	1,83	2,00	2,05	2,45	3,43	3,47	3,04	3,22	2,88	2,18	1,55
%1	Ort.	10,22	13,50	15,10	16,58	17,16	18,76	18,91	20,38	20,10	18,44	16,26	14,63	11,37	10,76	6,33
Mimoza+ÜYM	S.s	0,85	0,92	1,29	0,94	1,53	1,73	1,31	1,23	2,04	1,53	1,94	1,66	1,84	1,29	1,77
%3	Ort.	0,50	-1,50	-2,67	-3,07	-3,68	-2,89	-2,73	-0,07	3,76	6,39	10,21	8,36	6,49	3,33	2,01
Mimoza+ÜYM	S.s	1,13	1,72	1,48	1,82	2,08	1,22	1,14	1,90	2,12	1,61	1,08	1,74	1,52	1,86	1,67
%0,5	Ort.	-0,25	-0,74	-1,10	-1,41	-1,61	-1,77	-1,90	-2,67	-2,94	-3,12	-2,90	-3,37	-3,24	-3,38	-3,60
Mimoza+OPAK	S.s	0,29	0,21	0,22	0,24	0,23	0,24	0,25	0,29	0,28	0,32	0,23	0,22	0,25	0,24	0,52
%1	Ort.	1,10	0,72	0,37	0,09	-0,09	-0,27	-0,44	-1,36	-1,78	-2,00	-2,10	-2,55	-2,45	-2,61	-2,59
Mimoza+OPAK	S.s	0,20	0,16	0,16	0,24	0,24	0,18	0,16	0,15	0,21	0,29	0,20	0,16	0,14	0,15	0,32
%3	Ort.	2,59	2,20	2,16	1,79	1,47	1,22	0,94	-0,42	-0,99	-1,38	-1,42	-1,99	-1,97	-2,09	-2,31
Mimoza+OPAK	S.s	0,18	0,40	0,20	0,28	0,25	0,20	0,27	0,24	0,20	0,17	0,53	0,24	0,34	0,55	0,50

Çizelge 4.8: Mimoza taneni ile muamele edilen numunelerin Ab* değerleri

Çizelge 4.9: Kızılçam kabuk taneni ile muamele edilen numunelerin Δb^* değerleri

Gruplar		Hızlandırılmış dış ortam test süresi (saat)														
		24	48	72	96	120	144	168	336	504	672	840	1008	1176	1344	1512
%0,1 KÇ+ÜYM	Ort.	17,61	20,40	21,69	22,23	22,48	22,61	22,48	20,86	19,36	16,09	13,93	11,43	7,97	6,34	-2,37
	S.s	0,94	1,26	1,24	1,17	1,38	1,48	1,78	2,82	3,22	3,47	2,02	3,03	2,30	2,28	2,18
%0,5 KÇ+ÜYM	Ort.	9,80	11,36	11,76	12,44	11,72	12,05	12,38	11,65	11,42	9,09	7,18	3,64	0,05	-4,75	-12,13
	S.s	2,07	2,10	1,73	1,33	1,66	1,35	1,65	1,73	2,01	1,66	1,26	1,28	2,35	2,33	2,59
%1 KÇ+ÜYM	Ort.	8,55	7,85	8,13	7,88	6,56	7,31	6,12	6,29	6,55	6,10	3,61	1,17	-3,89	-10,68	-16,86
	S.s	1,51	1,29	1,84	1,22	1,24	1,18	1,14	1,45	1,58	1,36	1,02	1,17	1,97	1,21	2,45
%0,1 KÇ+OPAK	Ort.	-0,93	-1,16	-1,36	-1,49	-1,58	-1,69	-1,76	-2,01	-2,02	-2,09	-1,72	-2,09	-1,98	-2,08	-1,75
	S.s	0,38	0,49	0,51	0,55	0,62	0,59	0,52	0,51	0,39	0,35	0,32	0,28	0,24	0,22	0,20
%0,5 KÇ+OPAK	Ort.	0,55	-0,16	-0,69	-1,11	-1,47	-1,64	-1,79	-2,93	-3,37	-3,86	-3,73	-4,26	-4,16	-4,42	-4,25
	S.s	1,50	1,50	1,57	1,60	1,55	1,56	1,49	1,59	1,63	1,53	1,59	1,57	1,47	1,54	1,60
%1 KÇ+OPAK	Ort.	-0,82	-1,80	-2,63	-3,23	-3,73	-4,08	-4,33	-5,88	-6,48	-7,02	-7,07	-7,63	-7,50	-7,83	-7,73
	S.s	0,13	0,11	0,13	0,10	0,11	0,13	0,12	0,18	0,18	0,26	0,29	0,24	0,18	0,16	0,17

Gruplar		Hızlandırılmış dış ortam test süresi (saat)														
		24	48	72	96	120	144	168	336	504	672	840	1008	1176	1344	1512
%0,1	Ort.	12,10	19,01	22,56	24,23	24,46	25,74	26,87	28,78	28,31	28,99	28,30	27,42	25,73	23,04	22,96
Valeks+ÜYM	S.s	1,74	1,70	1,37	1,67	2,06	1,27	2,50	1,93	2,09	2,17	2,52	3,95	3,58	3,65	2,79
%0,5	Ort.	6,83	13,52	15,71	17,99	18,58	18,86	19,94	21,94	22,16	22,20	22,04	21,99	19,35	19,27	19,25
Valeks+ÜYM	S.s	1,23	1,49	2,15	1,11	2,17	2,11	2,09	3,09	3,10	3,33	3,05	3,05	3,13	3,65	3,19
%1	Ort.	4,30	8,74	10,94	12,65	13,49	13,52	13,65	14,88	16,29	16,41	16,79	16,94	16,03	16,31	16,22
Valeks+ÜYM	S.s	1,35	1,48	1,54	2,11	1,90	2,86	1,75	2,33	2,47	2,98	3,16	2,26	3,06	2,12	2,53
%0,1	Ort.	1,02	1,45	1,71	2,00	2,18	2,33	2,48	3,02	3,15	3,24	3,06	3,37	3,08	3,19	2,91
Valeks+OPAK	S.s	0,38	0,67	0,92	0,98	1,10	1,09	1,03	1,00	0,88	0,83	0,62	0,59	0,56	0,53	0,43
%0,5	Ort.	0,98	1,68	2,43	2,92	3,76	3,98	4,17	5,77	6,39	6,77	6,58	7,30	6,88	6,83	6,62
Valeks+OPAK	S.s	0,27	0,51	0,46	0,51	0,76	0,86	0,43	0,42	0,43	0,40	0,43	0,49	0,51	0,46	0,53
%1	Ort.	1,11	1,36	1,71	1,97	2,39	2,68	3,26	5,37	6,71	7,29	7,46	8,76	8,25	8,48	8,19
Valeks+OPAK	S.s	1,00	0,63	0,27	0,92	1,31	1,48	1,56	1,45	1,20	1,27	1,30	0,90	0,81	0,68	0,49
ÜYM	Ort.	25,07	29,96	32,56	33,95	34,63	35,78	36,51	37,67	36,82	35,86	35,51	35,69	35,58	33,87	29,18
	S.s	1,69	1,86	1,37	2,44	2,66	1,95	2,38	3,20	3,46	3,70	3,61	3,95	3,49	3,33	3,44
OPAK	Ort.	0,47	1,04	0,82	0,96	1,20	1,14	1,21	1,25	1,32	1,49	1,44	1,89	2,15	2,09	2,19
	S.s	0,20	0,39	0,27	0,56	0,46	0,45	0,70	0,77	0,75	0,85	0,61	0,98	1,44	2,09	0,71
Kontrol	Ort.	20,36	20,89	21,82	22,65	23,48	23,40	23,47	26,95	26,40	28,09	30,97	30,24	33,65	33,56	32,49
	S.s	2,06	3,45	2,95	2,47	3,12	3,72	1,84	3,55	4,56	3,01	4,57	3,46	3,59	4,14	4,23

Çizelge 4.10: Valeks taneni ile muamele edilen numunelerin ΔE* değerleri

Çizelge 4.11: Mimoza tanımlı muamele edilen numunelerin AF* değerleri

Gruplar		Hızlandırılmış dış ortam test süresi (saat)														
		24	48	72	96	120	144	168	336	504	672	840	1008	1176	1344	1512
%0,5	Ort.	21,37	27,86	29,40	30,57	31,16	31,83	32,02	31,49	30,86	29,66	28,93	28,34	28,26	28,00	24,76
Mimoza +ÜYM	S.s	2,46	2,09	1,80	1,98	1,37	1,56	1,80	2,43	3,05	3,45	3,65	3,28	2,83	1,48	3,18
%1	Ort.	20,72	28,75	31,08	32,99	33,60	33,70	33,40	32,63	31,22	30,45	28,95	27,23	25,34	25,42	21,20
Mimoza+ÜYM	S.s	2,02	1,74	2,91	1,24	1,13	1,25	0,98	1,63	2,18	2,13	1,39	1,21	3,16	1,55	2,34
%3	Ort.	14,15	27,25	30,82	31,29	32,05	31,87	32,64	31,37	29,08	25,61	19,45	18,25	16,30	13,90	13,35
Mimoza+ÜYM	S.s	1,46	1,38	1,00	0,94	1,06	0,83	1,09	1,52	2,41	2,26	2,47	3,14	1,90	1,24	1,09
%0,5	Ort.	1,25	1,32	1,54	1,65	1,71	1,87	2,11	3,10	3,60	3,82	3,93	4,20	3,74	3,88	4,04
Mimoza+OPAK	S.s	0,19	0,17	0,24	0,26	0,23	0,27	0,32	0,46	0,59	0,47	0,46	0,49	0,52	0,47	0,71
%1	Ort.	1,98	1,84	1,65	1,35	1,46	1,14	0,97	1,75	2,57	2,79	3,47	4,00	3,88	3,79	3,63
Mimoza+OPAK	S.s	0,28	0,33	0,40	0,50	0,53	0,41	0,20	0,38	0,47	0,54	0,68	0,67	0,58	0,57	0,62
%3	Ort.	7,15	6,36	6,14	5,80	5,61	5,27	4,29	2,36	1,97	2,03	2,16	3,21	3,27	3,44	3,66
Mimoza+OPAK	S.s	1,55	1,05	1,13	1,68	1,11	0,80	1,14	1,11	0,69	0,26	0,81	1,04	1,04	1,35	1,22

Çizelge 4.12: Kızılçam kabuk taneni ile muamele edilen numunelerin AF* değerleri

Gruplar		Hızlandırılmış dış ortam test süresi (saat)														
		24	48	72	96	120	144	168	336	504	672	840	1008	1176	1344	1512
%0,1	Ort.	24,65	27,48	29,15	29,87	31,13	31,36	31,92	31,72	31,91	30,39	29,93	29,37	28,83	25,46	21,92
KÇ+ÜYM	S.s	1,57	1,50	1,76	1,63	1,26	1,37	1,07	1,07	1,30	1,89	2,31	3,19	3,06	3,20	3,19
%0,5	Ort.	17,23	19,61	20,49	21,00	20,26	20,40	19,23	17,48	17,21	15,21	15,63	14,59	14,43	14,39	14,50
KÇ+ÜYM	S.s	2,10	3,12	2,15	2,14	1,91	2,34	2,65	2,54	0,94	2,57	2,01	3,03	3,08	3,34	3,18
%1	Ort.	15,91	18,37	19,24	18,95	18,83	19,14	18,78	16,73	13,88	10,70	8,90	7,53	7,70	12,00	17,86
KÇ+ÜYM	S.s	1,15	2,05	1,60	1,55	1,91	1,58	1,28	1,44	1,63	1,48	2,15	1,46	1,40	1,56	3,11
%0,1	Ort.	0,99	1,23	1,45	1,62	1,73	1,92	1,99	2,31	2,38	2,46	2,20	2,44	2,22	2,27	1,94
KÇ+OPAK	S.s	0,35	0,48	0,50	0,58	0,68	0,66	0,62	0,58	0,52	0,52	0,51	0,44	0,35	0,28	0,18
%0,5	Ort.	2,19	2,15	2,49	2,82	3,05	3,20	3,28	4,27	4,80	5,20	5,39	5,76	5,59	5,80	5,65
KÇ+OPAK	S.s	2,57	2,21	1,82	1,40	1,09	0,89	0,69	1,21	1,38	1,80	2,09	2,09	1,96	1,98	1,87
%1	Ort.	1,18	1,86	2,73	3,48	4,07	4,66	4,99	7,09	8,07	8,84	9,46	9,98	9,74	10,14	9,97
KÇ+OPAK	S.s	0,18	0,12	0,12	0,08	0,10	0,12	0,09	0,26	0,28	0,39	0,74	0,54	0,46	0,48	0,45

Hızlandırılmış dış ortam test süresi sonrasında Δb^* değerleri ise valeks tanenli şeffaf üst yüzey işlemlili örneklerde -6,47 ile 0,74 arasında, valeks taneni + opaklı örneklerde -7,17 ile -2,59 arasında; mimoza tanenli şeffaf üst yüzey işlemlili örneklerde 2,01 ile 6,50 arasında, mimoza taneni + opaklı örneklerde -3,60 ile -2,31 arasında; kızılçam kabuk tanenli şeffaf üst yüzey işlemlili örneklerde -16,86 ile -2,37 arasında, kızılçam kabuk taneni + opaklı örneklerde -7,73 ile -1,75 arasında değişim göstermektedir. Δb^* değerleri ÜYM ile muamele edilen örneklerde 6,31; opaklı örneklerde -0,19 ve kontrol örneklerinde 2 olarak bulunmuştur.

Toplam renk değişimi (ΔE^*) test sonunda valeks taneninin kullanıldığı şeffaf ÜYM'li örneklerde 16,22 ile 22,96; valeks taneninin opak boya ile kombine edildiği örneklerde 2,91 ile 8,19 aralığında değişim göstermektedir. ΔE^* değerleri mimoza tanenli şeffaf üst yüzey işlemlili örneklerde 13,35 ile 24,76 aralığında, mimoza taneninin opak boya ile kombine edildiği örneklerde 3,63 ile 4,04 arasında bulunmuştur. Kızılçam kabuk taneni ve şeffaf ÜYM kullanılması durumunda ΔE^* değerleri 14,50 ile 21,92 arasında, tanenin opak boya ile birlikte kullanılması durumunda 1,94 ile 9,97 arasında bulunmuştur. Toplam renk değişim değerleri ÜYM için 29,18; opaklı örneklerde 2,19 ve kontrol örneklerinde 32,49 olarak tespit edilmiştir.

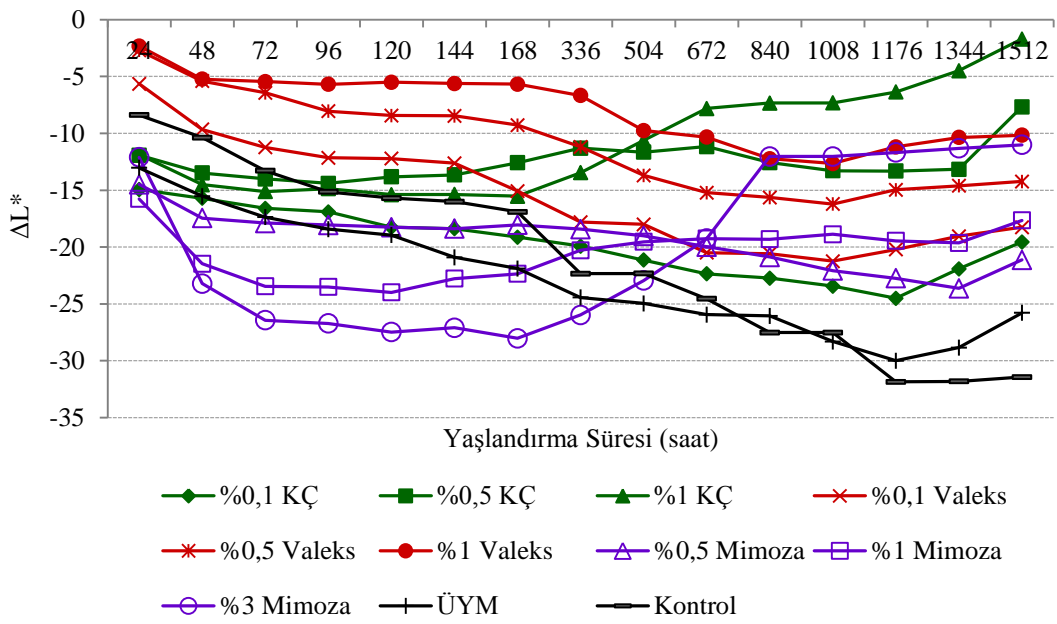
Çizelge 4.13: Tanen ile muamele edilen numunelerin 1512 saat sonrasındaki toplam renk değişim değerlerinin basit varyans analizi

Renk Parametreleri		Kareler toplamı	df	Ort. Karesi	F	Önem derecesi
Valeks	Gruplar arası	15193,154	8	1899,144	304,850	0,000
	Gruplar içi	760,031	122	6,230		
	Toplam	15953,184	130			
Mimoza	Gruplar arası	17446,883	8	2180,860	373,316	0,000
	Gruplar içi	741,916	127	5,842		
	Toplam	18188,799	135			
KÇ	Gruplar arası	15312,264	8	1914,033	230,135	0,000
	Gruplar içi	1064,578	128	8,317		
	Toplam	16376,842	136			

Basit varyans analizi değerlerine göre (Çizelge 4.13) her bir tanen çözeltilisinin toplam renk değişim sonuçları ile kontrol numuneleri arasında %95 güven seviyesiyle istatistikseldeğerlerde önemli farklar görülmüştür ($p < 0,05$).

Çizelge 4.14: Tanen ile muamele edilennumunelerin 1512 saat sonrasındaki toplam renk değişim değerlerinin Duncan homojenlik grupları

¹ Deneme Grupları	H. Grupları *	Deneme Grupları	H. Grupları	Deneme Grupları	H. Grupları
%0,1 Valeks+ÜYM	C	%0,5Mimoza +ÜYM	C	%0,1 KÇ+ÜYM	C
%0,5 Valeks+ÜYM	D	%1 Mimoza+ÜYM	D	%0,5 KÇ+ÜYM	E
%1 Valeks+ÜYM	E	%3 Mimoza+ÜYM	E	%1 KÇ+ÜYM	D
%0,1Valeks+OPAK	G	%0,5Mimoza+OPAK	F	%0,1 KÇ+OPAK	H
%0,5Valeks+OPAK	F	%1 Mimoza+OPAK	F	%0,5KÇ+OPAK	G
%1 Valeks+OPAK	F	%3 Mimoza+OPAK	F	%1 KÇ+OPAK	F
ÜYM	B	ÜYM	B	ÜYM	B
OPAK	G	OPAK	F	OPAK	H
Kontrol	A	Kontrol	A	Kontrol	A



Şekil 4.1: Tanen katkılı şeffaf üst yüzey işlemlili örneklerin ΔL^* değerlerindeki değişim

Hızlandırılmış dış ortam testine maruz bırakılan tanen katkılı şeffaf üst yüzey işlemlili örneklerin yüzeyleri koyulaşmıştır. Yüzeylerin koyu renk alması Şekil 4.1’de tüm grupların negatif ΔL^* değerine sahip olması ile belirlenmiştir. %1 valeks tanenli örneklerde negatif ΔL^* değerleri ilk 48 saatte azalırken daha sonra 168 saate kadar stabil gitmiş ardından 1008 saat sonuna kadar tekrar azalma eğilimi ve sonra test süresi sonuna kadar hafif artış göstermiştir. %0,1 ve %0,5 konsantrasyonlu örneklerde %1 konsantrasyonlu örneklere benzer bir davranış sergilemiştir. Ancak bu örneklerde ilk 96 saat boyunca ΔL^* değerleri sürekli azalma göstermiş, 144. saat

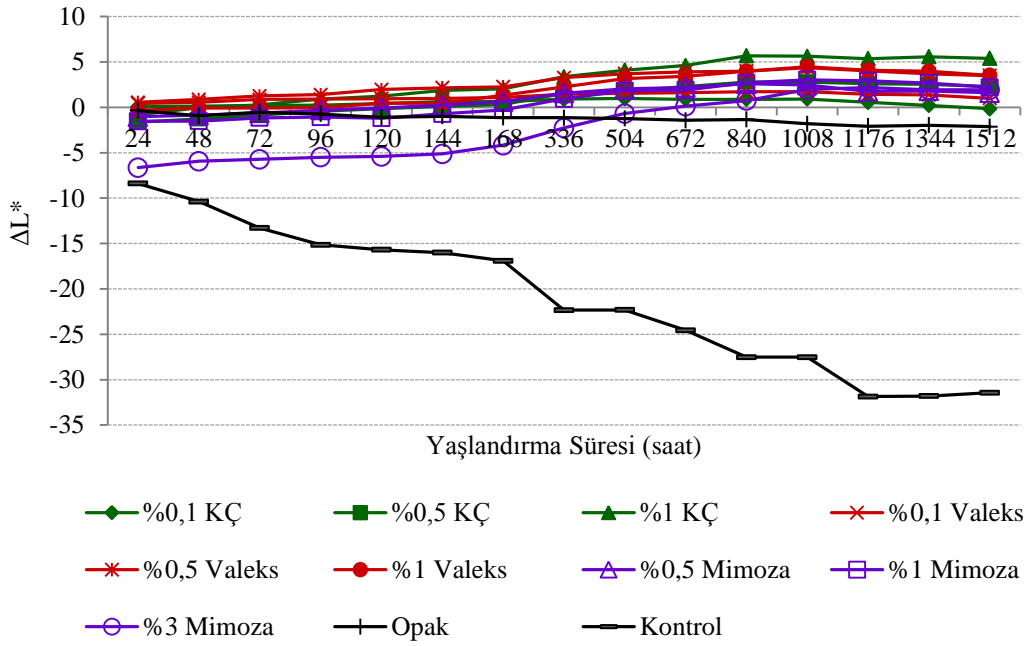
* Homojenlik gruplarındaki harf sıralaması en yüksek ortalamadan en düşük ortalamaya doğru sıralanmıştır. Aynı harfle işaretlenmiş gruplar istatistiksel açıdan farksızdır.

sonuna kadar bu değerler stabil gitmiş, 1008 saat sonuna kadar azalma devam etmiş ve sonra hafif artış görülmüştür. Bu örnek grubunda, ΔL^* değerlerindeki değişim bakımından en iyi sonuç %1 konsantrasyonlu örneklerde gözlenmiş, konsantrasyon azaldıkça yüzeylerde UV ışınlarının neden olduğu renk koyulaşmasına karşı koruyucu etkinlikte bir azalma bulunmuştur.

%3 konsantrasyonlu mimoza tanenli örneklerin ΔL^* değerlerinde ilk 72 saatte önemli azalmalar gözlenmiştir. 168 saat sonuna kadar bu değerler stabil gitmiş ardından 840 saat sonuna kadar önemli artışlar olmuş ve sonrasında değerler yine hafifçe artmıştır. %1 konsantrasyonlu örneklerde ilk 72 saatte dikkat çeken azalmaları 120 saat sonuna kadar hafif azalmalar, ardından test süresi sonuna (1512 saat) kadar hafif artışlar takip etmiştir. %0,5 konsantrasyonda ise ΔL^* değerleri ilk 48 saatte azalmış, ardından 336. saat sonuna kadar neredeyse stabil olarak gitmiştir. Bu değerler, 1344. saat sonuna kadar hafifçe azalmış ve 1512 saat sonunda ise hafifçe artmıştır. Grafik incelendiğinde bu grupta UV ışınları nedeniyle yüzeyde oluşan en koyu renk ve test devam ettikçe açılan renk, yoğun olarak %3 konsantrasyonda ve sonrasında %1 konsantrasyonda gözlenmiştir. %0,5 konsantrasyon ise test sonunda diğer konsantrasyonlara kıyasla daha düşük ΔL^* değerleri vermesine rağmen test süresinin başından sonuna kadar ölçüm yapılan 15 periyodik ölçümde daha stabil bir eğilim göstermiştir. Ancak Tablo 4.2’de belirtildiği üzere 1512 saat sonundaki ΔL^* değerleri bakımından en iyi etkinlik %3 konsantrasyonlu örneklerde bulunmuş, konsantrasyon azaldıkça yüzeyin koyu renk alması daha fazla olmuştur.

Kızılçam tanenli örneklerin %1 konsantrasyonlu grubunda ilk 168 saatteki hafif azalmayı test süresi sonuna kadar artışlar takip etmiştir. Test sonunda örneklerin ΔL^* değerleri 0’a yaklaşmıştır. %0,5 konsantrasyonlu örneklerin ΔL^* değerleri ilk 96 saate hafifçe azalmış sonra 336 saate kadar hafifçe artmış ardından 1344 saat sonuna kadar azalmış ve test sonunda yine artmıştır. %0,1 konsantrasyonlu örnekler ise test süresinin başından 1178 saate kadar sürekli azalmış sonra artış göstermiştir. Kızılçam kabuk tanenli grupta test sonunda konsantrasyon arttıkça yüzeyin koyulaşması daha az olmuştur. Ancak test başından sonuna kadar yüzeydeki renk (koyulaşma-açılma) stabilitesi en iyi %0,5 konsantrasyonda ardından %0,1 konsantrasyonda gözlenmiştir. Her üç tanen çözültisi arasında 1512 saat sonunda en koyu renk mimoza taneni ile elde edilmiştir. Bunu valeks taneni ve kızılçam kabuk taneni takip etmiştir.

Kontrol örneklerinin ΔL^* değerleri ise test süresi boyunca sürekli azalma eğilimi göstermiş ve test sonunda yüzeyin rengi koyulaşmıştır. Üst yüzey işlem maddesi ile yüzeyi kaplanan örnekler de kontrol örneklerine benzer şekilde oldukça koyu yüzeyler vermiştir. Bu örnek grubunda 1178 saat sonunda koyu renkte hafifçe azalmalar gözlenmiştir. Tüm tanenli test örnekleri, kontrol ve ÜYM örnekli gruba kıyasla daha açık renk ve ΔL^* değerleri bakımından daha iyi bir stabilite göstermiştir.

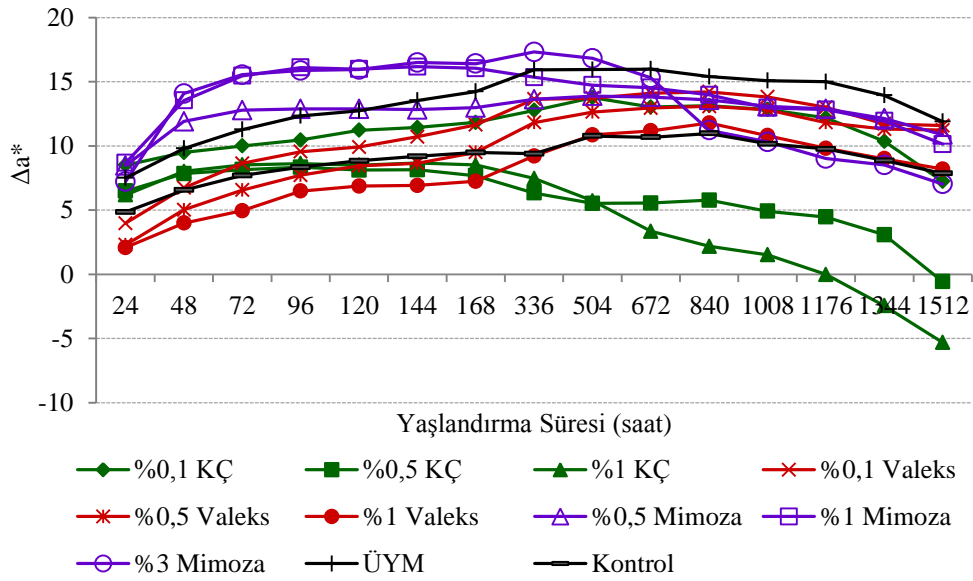


Şekil 4.2: Tanen katkılı opak üst yüzey işlemlili örneklerin ΔL^* değerlerindeki değişim

Şekil 4.2'den görüleceği üzere tanen katkılı opak üst yüzey işlemlili örneklerin başlangıçta ΔL^* değerleri negatif iken yani koyu renk hakim iken test sonunda pozitif değerler almış ve yüzeylerde renk açılması gözlenmiştir. Ancak örnek yüzeyleri test başından sonuna kadar önemli ölçüde değişim göstermemiştir. Sadece opak boya ile yüzeyleri kaplanan örnekler test sonunda tanen katkılı gruplara kıyasla daha koyu renkli yüzey vermiştir. Her 3 tanen çeşidi arasında önemli bir farklılık gözlenmemiştir.

Hızlandırılmış dış ortam testine maruz bırakılan tanen katkılı şeffaf üst yüzey işlemlili örneklerin yüzeyleri pozitif Δa^* değerlerine sahip olması nedeniyle kırmızımsı renk almıştır. Bu durumdan farklı olarak, %0,5 ve %1 konsantrasyondaki kızılçam kabuk tanenli örneklerde test sonunda negatif Δa^* değerleri nedeniyle yeşilimsi yüzeyler

elde edilmiştir (Şekil 4.3). Valeks taneni katkıli üst yüzey işlem maddesi ile yüzeyi kaplanan örneklerin Δa^* değerleri 840 saatin sonuna kadar artış göstermiş daha sonra test sonuna kadar hafifçe azalmıştır. Artan pozitif Δa^* değerleri bu grup örneklerde kırmızımsı yüzeylerin meydana geldiğini göstermiş ve bu değerlerin azalması ise kırmızı rengin yüzeydeki baskınlığının giderek azaldığını belirtmiştir. Test sonunda en yüksek Δa^* değerleri %0,1 konsantrasyonda elde edilmiş ve konsantrasyon arttıkça bu değerler azalmıştır. Bu örnek grubunda, test süresince Δa^* değerlerindeki stabilite en iyi %1 konsantrasyonlu örneklerde gözlenmiştir.



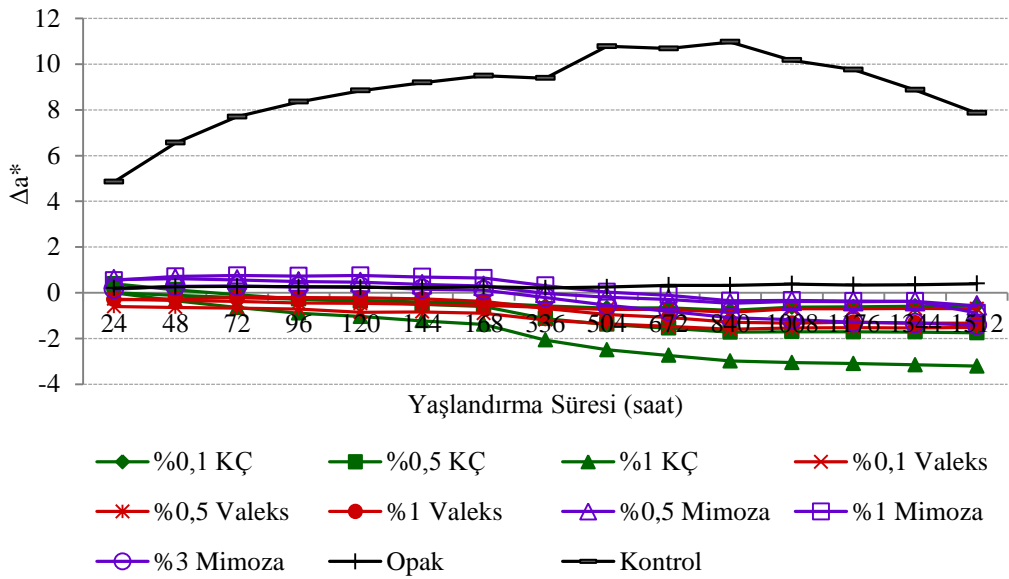
Şekil 4.3: Tanen katkıli şeffaf üst yüzey işlemlenmiş örneklerin Δa^* değerlerindeki değişim

%3 konsantrasyonlu mimoza tanenli örneklerde ilk 48 saatlik test sonunda Δa^* değerlerinde önemli oranda artış gözlenmiş ve bu artış 336 saate kadar hafifçe devam etmiştir. Ardından test sonuna kadar önemli oranda azalmalar gözlenmiştir. %1 konsantrasyonda ilk 48 saatteki önemli artışı, 168 saate kadar hafif artış takip etmiş ardından değerler azalma eğilimi göstermiştir. %0,5 konsantrasyonda ise ilk 48 saatteki önemli artışı 168 saate kadar stabilite ve ardından 840 saate kadar hafif artış ve sonrasında azalma takip etmiştir. Test sonunda en düşük Δa^* değerleri ile test süresince bu değerlerdeki en iyi stabilite %3 konsantrasyonlu örneklerde gözlenmiş ve konsantrasyon azaldıkça Δa^* değerlerinde artışlar görülmüştür.

%0,5 ve %1 konsantrasyonlu kızılçam kabuk taneninde 144. saat sonuna kadar Δa^* değerlerinde hafif bir artış, sonrasında ise önemli bir azalma gözlenmiştir. Test sonunda bu örnekler negatif Δa^* değerleri ile yeşilimsi renk almıştır. %1

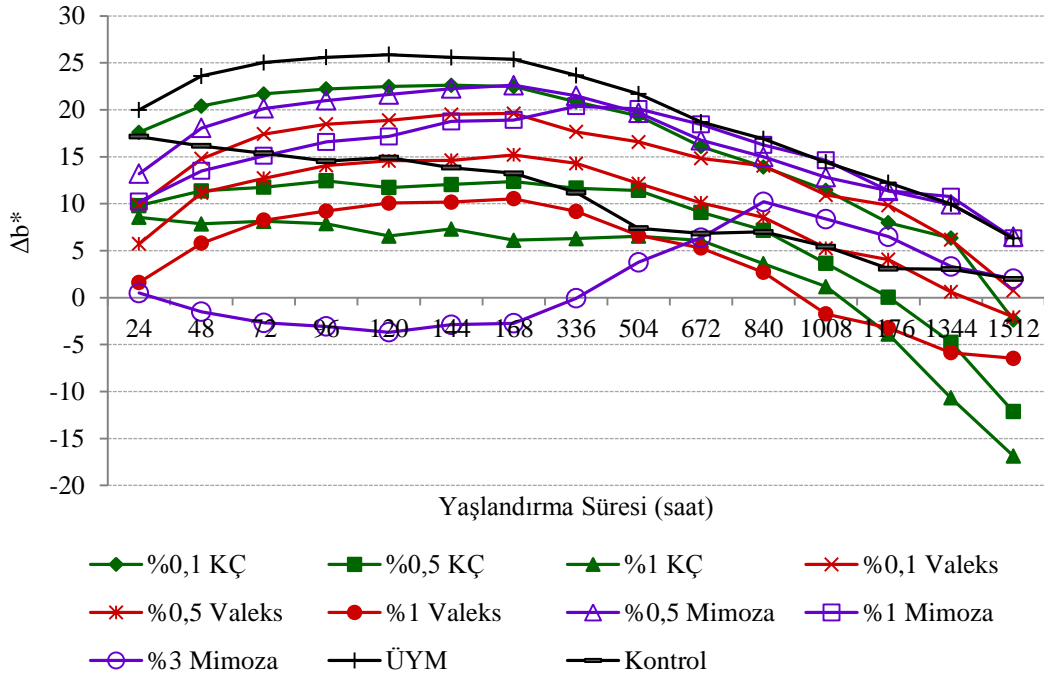
konsantrasyonlu örneklerde gözlenen bu değişim, %0,5 konsantrasyona kıyasla daha fazla olmuştur. %0,1 konsantrasyonlu örneklerin Δa^* değerlerinde 504 saate kadar lineer bir artış gözlenmiş sonrasında ise azalma olmuştur. Test başından sonuna kadar olan süreçte en iyi stabilite %0,1 konsantrasyonlu örnek grubunda elde edilmiştir. Bu örneklerde kırmızı olan başlangıç rengi test sonunda korunabilmiştir. Her üç tanen çözeltisi arasında 1512 saat sonunda en kırmızı renk valeks taneni ile elde edilmiştir. Bunu sırasıyla mimoza taneni ve kızılçam kabuk taneni takip etmiştir. Kontrol örneklerinin Δa^* değerleri, 840 saate kadar artış, sonrasında ise azalma göstermiştir. Yüzeyler kırmızımsı bir renktedir. Üst yüzey işlem maddesi ile yüzeyi kaplanan örneklerin Δa^* değerlerinde, 672 saate kadar bir artış göstermiş sonrasında ise azalma gözlenmiştir. Kontrol örneklerinin yüzeyleri tüm ölçümlerde ÜYM kıyasla daha az kırmızımsı bir renk almıştır. Δa^* değerleri tanenli örneklerin tüm gruplarında ÜYM'li örneklere kıyasla daha düşük olmuştur.

Tanen katkılı opak boyalı örneklerde test başında kırmızımsı olan yüzeyler test sonunda yeşilimsi renk almaya başlamıştır. ΔL^* değerlerine benzer şekilde %1 kızılçam kabuk taneni hariç gruplar arasında ve başlangıç ile son değerler arasında dikkat çeken önemli bir farklılık gözlenmemiştir. En fazla değişim %1 kızılçam kabuk taneni içeren gruplarda görülmüştür. Sadece opak boya ile yüzeyleri kaplanan örnekler Δa^* değerleri açısından daha stabil bulunmuştur. Δa^* değerleri tüm gruplarda 168. saat sonundan daha fazla olmuştur (Şekil 4.4).



Şekil 4.4: Tanen katkılı opak üst yüzey işlemlenmiş örneklerin Δa^* değerlerindeki değişim

Valeks taneni + şeffaf ÜYM ile muamele edilen örneklerin pozitif Δb^* değerleri 168 saate kadar artış göstererek yüzeyler sarımsı renk almıştır. Bu süreden sonra değerlerde azalmalar gözlenmiş ve test sonunda %0,5 ve %1 konsantrasyonlu örnekler, negatif Δb^* değerleri alarak mavi renk kazanmıştır. Konsantrasyon arttıkça test sonunda Δb^* değerinde değişim daha fazla olmuştur. Ancak testin başından sonuna kadar Δb^* değerlerindeki stabilite en iyi %0,5 konsantrasyonda sağlanmıştır (Şekil 4.5).



Şekil 4.5: Tanen katkılı şeffaf üst yüzey işlemlenmiş örneklerin Δb^* değerlerindeki değişim

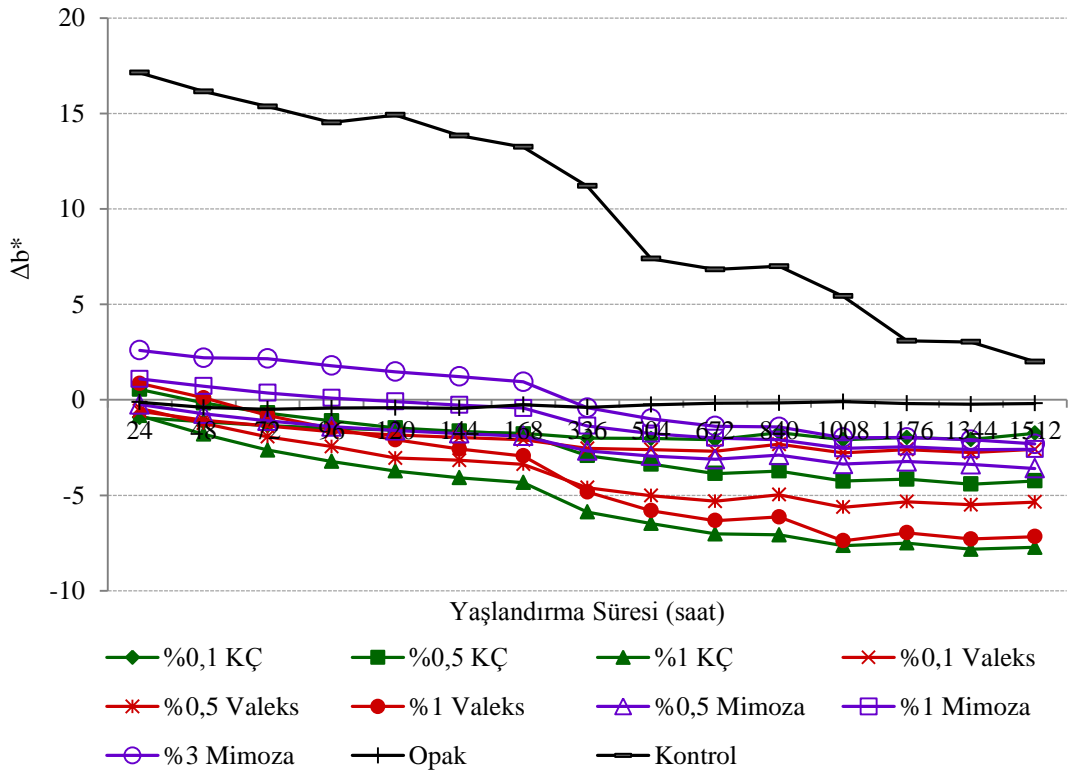
%3 konsantrasyonlu mimoza taneninde 120 saate kadar Δb^* değerleri azalmış ve negatif değerler almıştır. Sonrasında 840 saate kadar önemli oranda artmış ve test sonuna kadar tekrar düşme eğilimi sergilemiştir. Test sonunda %3 konsantrasyon kullanılan diğer 2 konsantrasyon değeri gibi sarı renkli yüzeyler vermiştir. %0,5 ve %1 konsantrasyon birbirine benzer bir performans sergilemiş, 336 saat sonuna kadar artan Δb^* değerleri test sonuna kadar giderek azalmıştır. 1512 saat sonunda bu örneklerin Δb^* değerleri ÜYM ile muamele edilen örnekler ile benzer çıkmıştır. En düşük Δb^* değerleri %3 konsantrasyonda elde edilmiş olup, konsantrasyon azaldıkça değerlerde artış bulunmuştur.

%0,5 ve %1 konsantrasyonlu kızılçam kabuk tanenli örnekler 504 saat boyunca pozitif Δb^* değerlerinde stabilite göstermiş ardından azalarak test sonunda negatif

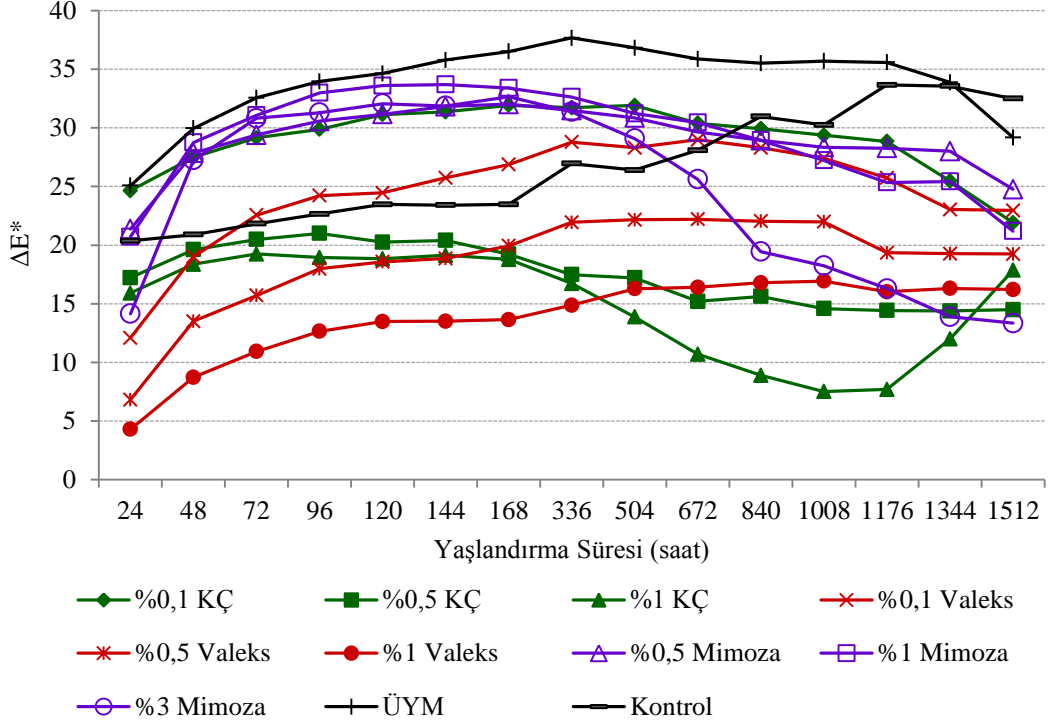
değerler almış ve yüzeyler mavileşme özelliği göstermişlerdir. %0,1 konsantrasyonda ise örneklerin 168 saat boyunca Δb^* değerleri hafifçe artış göstermiş ardından azalarak 1512 saat sonunda negatif değerlere ulaşmıştır. Bu grupta en düşük değerler ve en iyi stabilite %0,1 konsantrasyonlu örneklerde elde edilmiştir. Konsantrasyon arttıkça Δb^* değerlerinde azalmalar daha fazla olmuştur. Her üç tanen çözeltisi arasında 1512 saat sonunda en sarı renk mimoza taneni ile elde edilmiştir. En mavi renkli yüzeyler ise kıvılcık kabuk taneninde bulunmuştur.

Kontrol örneklerinin pozitif olan Δb^* değerleri zamanla azalma eğilimi göstermiştir. ÜYM ile yüzeyi kaplanan örnekler kontrol ve tüm test örneklerine kıyasla daha yüksek Δb^* değeri vermiştir.

Tanen katkılı opak boyalı örneklerde test başında sarımsı olan yüzeyler test sonunda mavimsi renk almaya başlamıştır. Δb^* değerlerindeki en büyük değişim yüksek konsantrasyonlu kıvılcık ve valeks taneninde görülmüştür. Δb^* değerleri tüm gruplarda 168. saat sonundan daha fazla olmuştur (Şekil 4.6).



Şekil 4.6: Tanen katkılı opak üst yüzey işlemlili örneklerin Δb^* değerlerindeki değişim



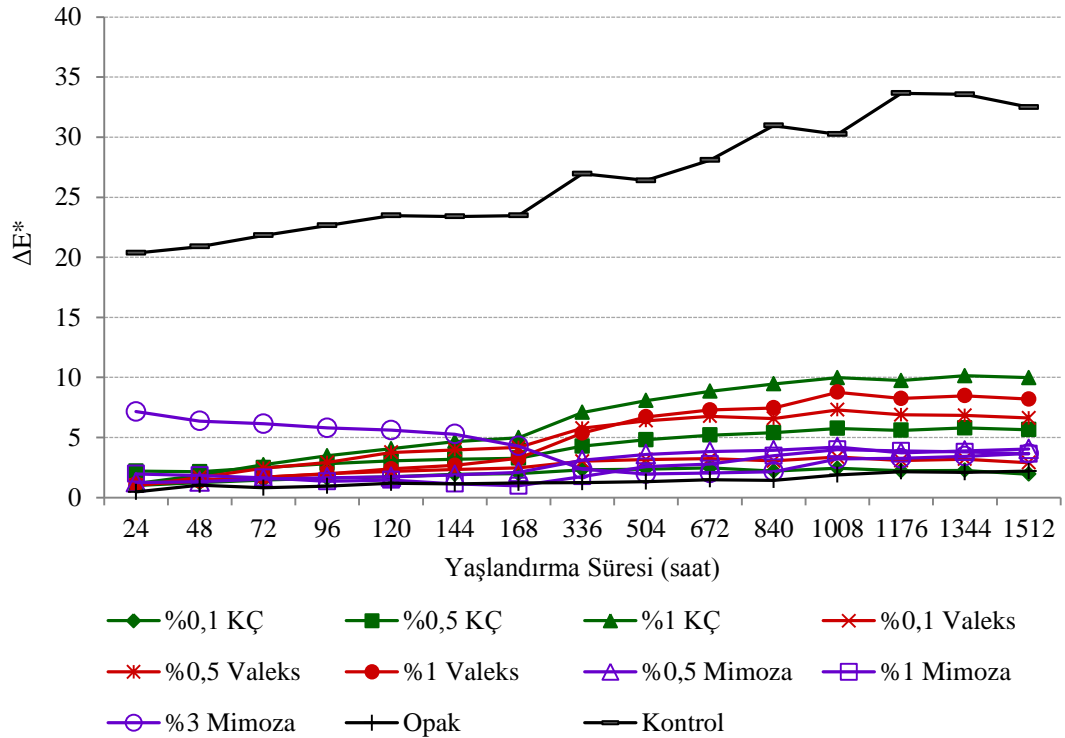
Şekil 4.7: Tanen katkılı şeffaf üst yüzey işlemleri örneklerinin ΔE^* değerlerindeki değişim

Valeks tanenli örneklerin toplam renk değişimi 1008 saat sonuna kadar sürekli artmıştır. Sonrasında değerlerde hafifçe bir azalma gözlenmiştir. ΔE^* değerleri açısından en az renk değişimi %1 konsantrasyonda görülmüştür. Konsantrasyon azaldıkça renkteki değişim daha fazla olmuştur (Şekil 4.7).

Mimoza tanenli örneklerde ise renk değişimindeki önemli artış ilk 48 saate olmuş ardından çok hafif artışlar ile 168 saat boyunca devam etmiştir. Test süresi devam ettikçe renk değişiminde azalmalar gözlenmiştir. Test sonunda %0,5 ve %1 konsantrasyonlar birbirine yakın değerler verirken, toplam renk değişimindeki azalma en fazla %3 konsantrasyonda görülmüştür.

Kızılcık taneninin %0,1 konsantrasyonunda 504 saat boyunca hafif artışlar gözlenmiş ardından test sonuna kadar ΔE^* değerleri azalma eğilimi sergilemiştir. %0,5 ve %1 konsantrasyonda ilk 168 saat boyunca hafif artışlar görülmüş ardından değerler azalmaya başlamıştır. %0,5 konsantrasyonda değerler neredeyse stabil olarak devam etmiştir. %1 konsantrasyonda 1176 saat sonrasında ΔE^* değerlerinde artışlar görülmüştür. Test sonunda en düşük renk değişimi %0,5 konsantrasyonda elde edilmiştir.

Her üç tanen çözeltisi arasında 1512 saat sonunda az renk değişimi %3 mimoza taneni ile %0,5 kızılçam kabuk taneninde elde edilmiştir. Kontrol örneklerinin ΔE^* değerleri ise test süresi boyunca sürekli artma eğilimi göstermiştir. Sadece üst yüzey işlem maddesi ile yüzeyi kaplanan örneklerin ΔE^* değerleri 336 saat boyunca artış göstermiş ardından çok hafifçe azalmaya başlamıştır. Tüm tanenli test örnekleri, kontrol ve ÜYM örnekli gruba kıyasla daha az renk değişimi göstermiştir. Tanen katkılı opak boyalı örneklerde toplam renk değişimi ΔL^* , Δa^* ve Δb^* değerlerine uyumlu olarak çok büyük bir değişim göstermemiştir. Renk değişimi 168. saatin sonunda daha fazla olmuştur. En fazla renk değişimi kızılçam ve valeks taneninde görülmüş, bu gruplarda konsantrasyon arttıkça renk değişimi daha fazla olmuştur. Opak boya için mimosa taneni daha az renk değişimine neden olmuştur (Şekil 4.8). Toplam renk değişimi kontrol örneklerine kıyasla oldukça düşük bulunmuştur. Tanen katkılı örnekler sadece opak boya ile yüzeyleri kaplanan örneklere göre daha fazla renk değişimine sebep olmuştur. Grafikten de görüleceği üzere opak boyanın kendisi hızlandırılmış yaşlandırmaya karşı oldukça dayanıklı bulunmuştur. Bu boyaya ilave bir tanen katkısı iyileştirmeden çok, daha fazla renk değişimine neden olmuştur.



Şekil 4.8: Tanen katkılı opak üst yüzey işlemlili örneklerin ΔE^* değerlerindeki değişim

Basit Varyans Analizindeki Duncan homojenlik sonuçlarına göre, valeks tanenli örneklerde toplam renk değişimi, Kontrol > ÜYM > %0,1 Valeks+ÜYM > %0,5 Valeks+ÜYM > %1 Valeks+ÜYM > %0,5 Valeks+OPAK = %1 Valeks+OPAK > %0,1 Valeks+OPAK = OPAK şeklindedir.

Renk değişimi mimoza tanenli örneklerde, Kontrol > ÜYM > %0,5 Mimoza+ÜYM > %1 Mimoza+ÜYM > %3 Mimoza+ÜYM > %0,5 Mimoza+OPAK = %1 Mimoza+OPAK = %3 Mimoza+OPAK = OPAK şeklinde olmuştur.

ΔE^* değerleri kızılçam kabuk tanenli örneklerde, Kontrol > ÜYM > %0,1 KÇ+ÜYM > %1 KÇ+ÜYM > %0,5+ÜYM > %1 KÇ+OPAK > %0,5 KÇ+OPAK > %0,1 KÇ+OPAK = OPAK şeklindedir.

Özetle Duncan homojenlik sonuçları, şeffaf üst yüzey işlem maddesinin opak boyaya kıyasla daha fazla renk değişimine neden olduğunu, şeffaf üst yüzey işlemleri örneklerde konsantrasyon arttıkça renk değişiminin daha az olduğunu, opak boyaya tanen ilavesinin daha fazla renk değişimine neden olduğunu ve bununda konsantrasyon artışı ile arttığını göstermiştir.

Yaşlandırma testine tabi tutulan örneklerde meydana gelen renk değişimleri çoğunlukla lignin başta olmak üzere odun bileşenlerinde meydana gelen fotokimyasal reaksiyonlar nedeniyledir (Temiz, 2005). Odun tarafından absorbe edilen UV ışını, ligninin oksidasyonuna ve selülozun depolimerizasyonuna yol açan serbest radikal oluşumuna neden olmaktadır (Kartal, 1992). Oksijen ile serbest radikaller arasında bir reaksiyon oluşmaktadır. Bu reaksiyon sonucu odun yüzeyinde renk değişimlerine sebep olan kinon, karboksil, kromoforik gruplar ile karbonil oluşumunu sağlamaktadır (Deka ve Petric, 2008; Ozgenç, 2014; Tomak, 2017). Şeffaf üst yüzey işlem uygulamalarında güneş ışınları üst yüzey işlem maddesinden geçerek odun yüzeyinde degradasyona neden olabilmektedir (Deka ve Petric, 2008). Akrilik poliüretan verniklerde oluşan sarı rengin, UV ışınları absorpsiyonu sonrasında kinon ve stilben-kinon gibi renkli kromoforik grupların oluşmasından kaynaklandığı belirtilmiştir (Hu vd., 2009; Singh vd., 2001). Saha vd. (2011, 2013) tarafından yapılan çalışmalarda, akrilik poliüretan kaplamaların degradasyonu oksidasyon reaksiyonlarına, akrilat çifte bağlarındaki kopmalara ve zincir kırılması ya da radikal oluşumuna atfedilmiştir. Serbest radikallerin başlattığı oksidasyon reaksiyonları nedeniyle oluşan akrilat çifte bağdaki azalmalar yaşlandırma test süresi

arttıkça artmaktadır (Saha vd., 2013). UV radyasyonu nedeniyle kaplamalarda oluşan foto oksidasyonun, çifte bağların oksidasyonuna ve polimer ile çapraz bağların kısılmasına neden olduğu Perara (2003) tarafından da kabul edilmiştir. Bu degradasyonlar da odun yüzey tabakasında önemli kimyasal modifikasyonlara ve mekanik yıkımlamalara sebebiyet verir (Hayoz vd., 2003).

Tanen katkılı üst yüzey işlem maddesinde test sonunda gözlenen koyu renk ise, tanenlerin fenolik ve aromatik yapılarına ve bu yapıların UV ışınlarını absorbe etmesine bağlanabilir. Benzer sonuçlar Tondi vd. (2013) tarafından tanenli örneklerin yaşlandırma testi sonrasında da elde edilmiş ve tanenlerin UV ışınlarını daha fazla absorbe eden aromatik olarak zengin koyu yüzeyler oluşturduğu belirtilmiştir. Ekstraktiflerin odunun fotodegradasyondaki renklenmeye etkisi Pastore vd. (2004), Pandey (2005) ve Nzoku ve Kamdem (2006) tarafından da araştırılmıştır.

4.2 Örneklerdeki Parlaklık Ölçüm Bulguları

Örneklerin parlaklık değerlerine (60°) ait sonuçlar Çizelge 4.15-4.17'de özetlenmiştir. Parlaklık değerleri hızlandırılmış dış ortam testi sonunda valeks taneninin şeffaf ÜYM ile kullanıldığı örneklerde 8,23 ile 15,42; valeks taneninin opak boya ile birlikte kullanıldığı örneklerde 6,46 ile 8,07 aralığında değişim göstermektedir. Parlaklık değerleri mimoza tanenli şeffaf ÜYM'li örneklerde 10,26 ile 15,71, mimoza taneninin opak boya ile birlikte kullanıldığı örneklerde 2,91 ile 5,87 arasında bulunmuştur. Kızılçam kabuk taneni ve şeffaf ÜYM kullanılımasında 3,81 ile 14,24 arasında, tanenin opak boya ile birlikte kullanılması durumunda 6,42 ile 7,05 arasında bulunmuştur. Parlaklık değerleri ÜYM için 21,58; opak boya için 5,13 ve kontrol örneklerinde 3,60 olarak belirlenmiştir.

Tüm test örnekleri kontrol örneklerine kıyasla daha yüksek başlangıç parlaklık değeri vermiştir. Örneklerin şeffaf üst yüzey işlem maddesi uygulamasında tanen konsantrasyonu arttıkça parlaklık değerlerinde azalmalar bulunmuştur. Yalçın (2018), mimoza ve kebraho tanenleri ile emprenye işleminden sonra vernik uygulanan örneklerde parlaklığının azaldığını bulmuştur. Emprenye maddeleri yansıyan ışığı absorbe etmesi veya dağıtması nedeniyle parlaklığı azaltabilirler (Baysal vd., 2014; Yalınkılıç vd., 1999).

Gruplar		Hızlandırılmış dış ortam test süresi (saat)															
		0	24	48	72	96	120	144	168	336	504	672	840	1008	1176	1344	1512
%0,1	Ort.	65,75	55,67	55,35	55,81	53,18	51,87	51,20	47,67	43,14	34,35	22,77	19,56	18,86	17,34	15,38	15,42
Valeks+ÜYM	S.s	5,09	5,04	5,42	5,14	5,23	5,14	5,03	5,55	4,75	5,08	3,07	3,14	3,07	3,04	2,88	2,16
%0,5	Ort.	47,33	35,04	34,69	34,20	32,88	34,11	32,79	32,04	15,05	14,86	14,51	13,43	12,28	11,68	10,69	10,10
Valeks+ÜYM	S.s	5,45	5,04	5,03	5,51	5,24	5,93	5,30	5,25	3,88	2,10	1,36	1,30	1,71	2,03	1,79	2,16
%1	Ort.	50,75	24,44	24,27	24,57	24,47	23,93	22,08	14,01	12,29	12,16	12,24	10,74	10,41	8,72	8,22	8,23
Valeks+ÜYM	S.s	4,81	2,76	2,52	2,99	2,24	2,03	1,92	2,01	1,41	0,97	1,91	1,44	2,55	1,36	1,67	1,82
%0,1	Ort.	28,39	27,45	28,37	28,05	27,81	26,53	26,97	26,45	26,20	22,52	19,35	14,68	10,93	9,18	7,53	6,46
Valeks+OPAK	S.s	3,49	4,24	2,12	3,66	3,78	2,60	3,69	2,95	2,15	1,32	2,27	2,75	2,32	1,73	1,47	1,06
%0,5	Ort.	33,69	29,58	30,90	30,23	29,52	29,01	28,78	27,97	27,17	26,50	25,20	22,69	17,94	13,57	9,81	8,07
Valeks+OPAK	S.s	3,37	1,89	1,85	2,68	2,01	1,93	4,38	1,66	2,10	1,68	2,42	2,81	2,41	2,04	1,27	1,20
%1	Ort.	25,53	22,09	22,34	21,15	21,27	22,64	22,30	20,63	20,22	20,48	19,16	17,59	15,74	11,12	8,68	6,90
Valeks+OPAK	S.s	2,95	2,42	2,40	2,37	2,89	1,93	2,08	2,22	1,64	1,46	4,16	3,30	3,98	2,65	1,80	1,07
ÜYM	Ort.	52,90	48,45	46,70	43,42	42,81	41,55	41,75	36,85	32,53	31,14	30,58	27,03	26,86	23,46	21,48	21,58
	S.s	5,14	4,59	5,08	5,64	3,94	4,70	4,36	4,06	4,78	4,06	4,24	5,82	4,18	3,92	3,74	3,44
OPAK	Ort.	29,55	26,90	26,69	26,18	24,89	24,76	23,50	15,39	13,79	13,25	7,94	7,43	6,07	5,89	5,44	5,13
	S.s	3,47	3,53	2,63	2,95	3,00	2,20	3,27	3,27	2,90	2,61	2,29	1,68	0,45	1,10	0,87	0,55
Kontrol	Ort.	5,45	4,29	4,21	4,14	4,01	4,05	4,00	3,93	3,88	3,68	3,79	3,67	3,77	3,66	3,52	3,60
	S.s	0,29	0,37	0,31	0,66	0,33	0,40	0,20	0,12	0,10	0,21	0,60	0,68	0,94	1,03	0,40	0,96

Çizelge 4.15: Valeks tanenile muamele edilen numunelerin 60° parlaklık değerleri

Gruplar	Hızlandırılmış dış ortam test süresi (saat)																
	0	24	48	72	96	120	144	168	336	504	672	840	1008	1176	1344	1512	
%0,5	Ort.	62,08	43,58	43,51	43,37	41,96	40,10	41,72	39,38	33,73	27,55	23,16	20,45	17,57	17,15	16,80	15,71
Mimoza+ÜYM	S.s	5,02	5,80	5,45	5,49	5,96	5,29	5,46	4,87	5,20	4,99	4,26	4,04	4,19	3,54	3,79	3,12
%1	Ort.	63,39	32,24	31,82	31,85	29,40	29,58	30,59	29,99	26,26	20,47	20,44	16,66	15,16	10,53	10,77	10,26
Mimoza+ÜYM	S.s	5,44	4,28	4,86	4,41	4,45	3,93	4,59	3,60	5,42	5,11	5,31	3,48	4,69	2,46	2,85	2,68
%3	Ort.	58,20	23,06	23,01	22,65	22,61	22,41	20,60	20,47	18,35	16,60	17,66	14,32	12,99	11,45	10,78	10,30
Mimoza+ÜYM	S.s	5,28	2,57	2,98	3,41	3,21	3,93	4,68	4,87	4,01	4,12	3,28	3,20	3,55	2,03	2,36	2,83
%0,5	Ort.	26,83	25,50	25,15	24,92	23,53	23,23	22,73	22,09	19,03	18,89	15,17	12,26	8,91	7,61	6,21	5,87
Mimoza+OPAK	S.s	1,93	1,47	1,74	1,88	1,57	1,44	1,32	1,59	3,38	1,09	1,36	0,99	0,49	0,43	0,37	1,48
%1	Ort.	29,65	22,25	22,80	22,42	21,50	22,23	20,95	20,37	20,98	19,54	17,70	13,86	10,70	8,03	6,41	5,12
Mimoza+OPAK	S.s	1,78	1,34	1,56	1,58	1,39	1,31	1,52	1,45	1,38	1,31	1,46	1,25	1,37	0,74	1,15	0,48
%3	Ort.	9,51	8,57	8,75	8,54	8,66	8,64	8,94	8,91	8,95	8,90	7,54	5,70	4,67	3,56	3,23	2,91
Mimoza+OPAK	S.s	1,13	0,46	0,52	0,69	0,54	0,56	0,74	0,60	1,00	0,99	0,67	0,72	0,69	0,25	0,32	0,16

Gizelge 4.16: Mimoza taneni ile muamele edilen numunelerin 60° parlaklık değerleri

Çizelge 4.17: Kızılçam kabuk taneni ile muamele edilen numunelerin 60° parlaklık değerleri

Gruplar	Hızlandırılmış dış ortam test süresi (saat)																
	0	24	48	72	96	120	144	168	336	504	672	840	1008	1176	1344	1512	
%0,1 KÇ+ÜYM	Ort.	80,88	73,62	71,33	67,70	64,56	62,00	60,45	58,51	45,92	39,64	31,78	24,87	20,19	18,07	18,00	14,24
	S.s	4,04	4,20	3,98	4,53	3,83	3,94	5,08	4,84	3,95	4,89	4,63	4,91	3,07	3,82	3,07	2,19
%0,5 KÇ+ÜYM	Ort.	81,19	54,10	45,28	41,47	36,71	33,24	32,42	30,65	21,19	17,97	17,71	15,41	13,90	12,58	12,55	10,16
	S.s	3,97	5,53	5,24	5,07	3,64	3,89	4,91	5,23	5,28	4,43	4,12	5,27	3,05	2,80	3,55	2,64
%1 KÇ+ÜYM	Ort.	73,43	42,33	35,33	34,61	27,52	21,01	17,86	15,63	9,98	7,19	6,23	5,08	4,17	4,51	4,17	3,81
	S.s	5,10	5,19	5,06	4,43	4,37	5,30	3,57	3,21	2,73	2,19	1,39	1,15	1,08	1,15	0,92	0,92
%0,1 KÇ+OPAK	Ort.	30,13	29,64	30,57	31,29	30,93	29,13	28,76	28,73	26,45	23,72	19,42	16,01	11,00	9,23	7,43	6,81
	S.s	1,86	2,59	2,81	2,05	1,86	2,59	2,55	2,03	1,70	0,76	1,58	1,41	1,19	1,23	0,75	1,20
%0,5 KÇ+OPAK	Ort.	34,22	34,89	34,92	35,03	33,44	33,80	32,77	32,47	29,11	28,37	24,92	18,72	14,43	10,32	8,28	7,05
	S.s	2,14	2,58	4,15	4,61	5,65	6,08	5,12	4,32	4,97	2,67	3,25	1,39	2,63	0,92	0,69	1,00
%1 KÇ+OPAK	Ort.	34,01	31,48	30,92	32,19	30,90	30,32	30,86	29,55	26,07	26,85	25,55	20,63	14,71	10,97	7,92	6,42
	S.s	3,65	3,20	3,15	2,63	1,64	2,97	2,63	2,56	1,88	2,65	1,80	2,17	1,48	1,38	0,95	0,39

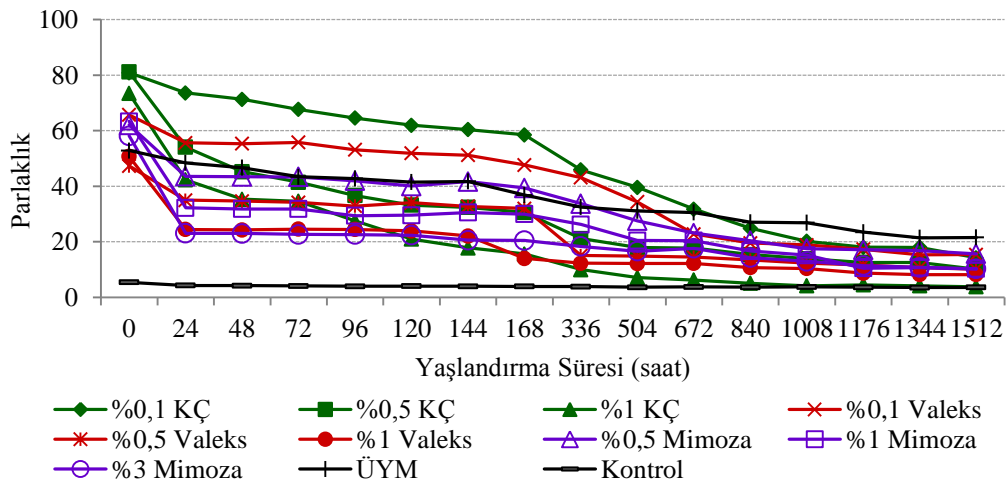
Çizelge 4.18: Tanen ile muamele edilen numunelerin 1512 saat sonrasındaki parlaklık değerlerinin basit varyans analizi

Parlaklık		Kareler toplamı	df	Ort. Karesi	F	Önem derecesi
Valeks	Gruplar arası	2604,637	8	325,580	66,571	0,000
	Gruplar içi	415,708	85	4,891		
	Toplam	3020,346	93			
Mimoza	Gruplar arası	3068,889	8	383,611	44,709	0,000
	Gruplar içi	712,152	83	8,580		
	Toplam	3781,041	91			
KÇ	Gruplar arası	2794,498	8	349,312	45,841	0,000
	Gruplar içi	632,468	83	7,620		
	Toplam	3426,967	91			

Çizelge 4.19: Tanen ile muamele edilen numunelerin 1512 saat sonrasındaki parlaklık değerlerinin Duncan homojenlik grupları

Gruplar	H. Grupları	Gruplar	H. Grupları	Gruplar	H. Grupları
%0,1 Valeks+ÜYM	B	%0,5Mimoza+ÜYM	B	%0,1 KÇ+ÜYM	B
%0,5 Valeks+ÜYM	C	%1 Mimoza+ÜYM	C	%0,5 KÇ+ÜYM	C
%1 Valeks+ÜYM	CD	%3 Mimoza+ÜYM	C	%1 KÇ+ÜYM	E
%0,1 Valeks+OPAK	DE	%0,5Mimoza+OPAK	D	%0,1 KÇ+OPAK	D
%0,5 Valeks+OPAK	CD	%1 Mimoza+OPAK	DE	%0,5 KÇ+OPAK	D
%1 Valeks+OPAK	DE	%3 Mimoza+OPAK	E	%1 KÇ+OPAK	D
ÜYM	A	ÜYM	A	ÜYM	A
OPAK	EF	OPAK	DE	OPAK	DE
Kontrol	F	Kontrol	DE	Kontrol	E

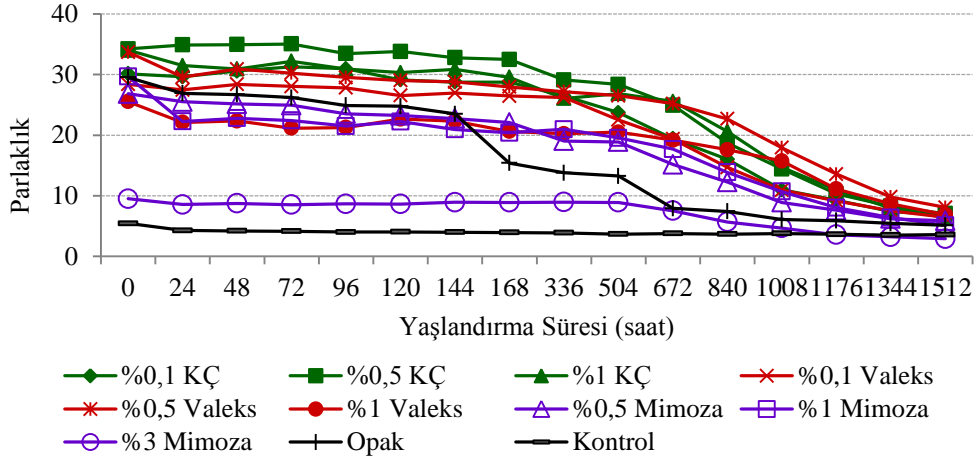
Basit varyans analizi değerlerine göre (Çizelge 4.18) her bir tanen çözeltisinin parlaklık değerleri ile kontrol örneklerinin parlaklık değerleri arasında %95 güven seviyesiyle istatistiksel değerlerde önemli farklar görülmüştür ($p < 0,05$).



Şekil 4.9: Tanen katkılı şeffaf üst yüzey işlemleri örneklerinin parlaklık değerlerindeki değişim

Parlaklık, teste tabi tutulan tanen katkılı şeffaf üst yüzey işlemlili örnek yüzeylerinde, test süresi boyunca sürekli azalma eğilimi göstermiştir (Şekil 4.9). Parlaklık değerlerinde keskin azalma tüm gruplar için en fazla ilk 24 saat sonrasında gerçekleşmiştir. 336 saatlik test sonunda da dikkat çeken azalmalar bulunmuştur. Bu da parlaklığın örneklerde ilk 336 saatlik zaman diliminde önemli ölçüde azaldığını göstermiştir. %0,5 ve %1 valeks tanenli örneklerin parlaklık değerlerinde 24 saat sonundaki keskin azalmayı bir süre stabilize (%1 konsantrasyon için 144. saat, %0,5 konsantrasyon için 168. saat sonuna kadar), ardından 336 saat sonuna kadar dikkat çeken bir azalma ve sonrasında hafif azalmalar takip etmiştir. Bu örnekler için parlaklık değerlerindeki değişim 336 saatten 1512 saate kadar çok dikkat çekici olmamıştır. Parlaklık, %0,1 valeks tanenli örneklerde ilk 24 saat sonrasında keskin azalmış, 144 saat sonuna kadar hafif azalmış ardından 672 saat sonuna kadar yine önemli ölçüde azalmış ve test sonuna kadar hafif azalmalar göstermiştir. Bu grupta konsantrasyon arttıkça test sonundaki parlaklık değerleri daha düşük bulunmuştur. Ancak test öncesindeki parlaklık değerleri ile test sonrasındaki parlaklık değerleri esas alınarak, test süresince parlaklık değerlerindeki değişim bakımından en iyi sonuç %0,5 konsantrasyon ardından %1 konsantrasyonda elde edilmiştir. %3 konsantrasyonlu mimoza tanenli örneklerin parlaklık değerlerindeki ilk 24 saatteki önemli azalmaları test süresi boyunca hafif azalmalar takip etmiştir. Parlaklık, %0,5 ve %1 konsantrasyonlu örneklerde ilk 24 saatte dikkat çekici azalmış, 168 saat sonuna kadar stabil gitmiş ardından test sonunda kadar azalmıştır. Mimoza tanenli örnek grubunda test sonunda en yüksek parlaklık değeri ile test başından sonuna kadar parlaklık değerlerindeki en az değişim %0,5 konsantrasyonda elde edilmiştir. Kızılçam tanenli örneklerin %1 konsantrasyonlu grubunda ilk 24 saatteki önemli azalmayı test süresi sonuna kadar sürekli azalmalar takip etmiştir. Test sonunda örneklerin parlaklık değerleri kontrol örneklerine benzer çıkmıştır. %0,5 konsantrasyonlu örnekler %1 konsantrasyonlu örneklere benzer bir performans sergilemiştir. Ancak test sonunda bu örneklerin parlaklık değerleri kontrolden daha yüksek çıkmıştır. %0,1 konsantrasyonlu örneklerin parlaklık değerleri test süresince sürekli azalma göstermiştir. Test sonunda en yüksek parlaklık değeri %0,1 konsantrasyon ile elde edilmiştir. Bu örnekler ayrıca test süresince en az parlaklık değişimine sahip olmuşlardır. Her üç tanen çözültüsü arasında 1512 saat sonunda en parlak yüzeyler mimoza taneni ile elde edilmiştir. Bunu valeks taneni ve kızılçam kabuk taneni takip etmiştir.

Kontrol örneklerinin parlaklık değerleri test süresi boyunca stabil kalmıştır. Şeffaf üst yüzey işlem maddesi ile yüzeyi kaplanan örneklerin parlaklık değerleri ise test boyunca sürekli azalma eğilimi göstermiştir. Tanenli örneklerin test sonundaki parlaklık değerleri, sadece üst yüzey işlem maddesi ile yüzeyi kaplanan örneklerden daha düşük bulunmuştur. Bu da hızlandırılmış dış ortam testine maruz bırakılan örneklerde tanen katkısı ile daha az parlak yüzeyler elde edilebileceğini göstermiştir.



Şekil 4.10: Tanen katkılı opak üst yüzey işlemlili örneklerin parlaklık değerlerindeki değişim

Opak boyalı örneklerde mimoza taneninin tüm konsantrasyonları ve %1'lik valeks taneni başlangıç parlaklık değerlerinde azalmaya neden olmuştur. Şeffaf üst yüzey işlem maddesine benzer şekilde opak boyada da tanen konsantrasyonu arttıkça parlaklık azalmıştır. Yaşlandırma test süresi ile parlaklık azalmıştır. Genel olarak tüm gruplarda 336 saat sonrasında önemli derecede parlaklık azalması gözlenmiştir. Yaşlandırma test süresinin başlarında tanenli örneklerde parlaklık çok az azalma eğilimi göstermiştir. Şekil 4.10 tanen katkılı opak boyalı örneklerin 336 saate kadar parlak yüzeylerini koruyabildiğini ancak daha sonra yaşlandırma faktörlerinin etkilerine karşı parlaklığın korunamadığını göstermiştir. Valeks ve kızılçam taneni parlaklık değişimi üzerinde daha etkili bulunmuştur. Mimoza taneninin %3 konsantrasyon seviyesi diğer gruplardan daha düşük parlak yüzeyler vermiş ve parlaklıktaki değişim trendi daha farklı olmuştur. Bu örneklerde parlaklık testin başından 504. saatte kadar neredeyse stabil olmuş daha sonra azalmaya başlamıştır. Test sonunda tüm gruplar kontrol örneklerine benzer bir parlaklık değeri vermiştir. Test başından sonuna kadar parlaklık değerlerinde keskin azalma sadece opak boyalı örneklerde tanen katkılı opaklı örneklere kıyasla daha fazla olmuştur.

Basit Varyans Analizindeki Duncan homojenlik sonuçlarına göre, valeks tanenli örneklerde parlaklık değerleri, $\ddot{U}YM > \%0,1$ Valeks+ $\ddot{U}YM > \%0,5$ Valeks+ $\ddot{U}YM \geq \%1$ Valeks+ $\ddot{U}YM = \%0,5$ Valeks+OPAK $\geq \%0,1$ Valeks+OPAK = $\%1$ Valeks+OPAK \geq OPAK \geq Kontrol şeklindedir.

Parlaklık, mimoza tanenli örneklerde, $\ddot{U}YM > \%0,5$ Mimoza+ $\ddot{U}YM > \%1$ Mimoza+ $\ddot{U}YM = \%3$ Mimoza+ $\ddot{U}YM \geq \%0,5$ Mimoza+OPAK $\geq \%1$ Mimoza+OPAK = OPAK = Kontrol $\geq \%3$ Mimoza+OPAK şeklinde olmuştur.

Parlaklık değerleri, kızılçam kabuk tanenli örneklerde, $\ddot{U}YM > \%0,1$ KÇ+ $\ddot{U}YM > \%0,5$ KÇ+ $\ddot{U}YM = \%0,1$ KÇ+OPAK = $\%0,5$ KÇ+OPAK = $\%1$ KÇ+OPAK \geq OPAK $\geq \%1$ KÇ+ $\ddot{U}YM =$ Kontrol şeklindedir.

Duncan homojenlik sonuçları, şeffaf üst yüzey işlem maddesinin opak boyadan daha parlak yüzeyler verdiğini; tanen katkılı şeffaf üst yüzey işlem maddesinin, şeffaf üst yüzey işlem maddesine kıyasla parlaklığı daha fazla azalttığını ancak opak boyada bu durumun tam tersi olduğunu, üst yüzey işlem maddelerindeki tanen konsantrasyon artışının daha fazla parlaklık azalmasına neden olduğunu göstermiştir. Tüm test örnekleri yaşlandırma testi sonrasında kontrol örneklerinden daha parlak yüzeyler verdiği istatistiksel açıdan bulunmuştur.

Hızlandırılmış yaşlandırma testi sonrasında vernikli veya emprenyeli odun yüzeylerinde azalan parlaklık değerleri Topgül vd. (2009) ve Çakıcıer vd. (2011) tarafından belirtilmiştir. Vernik tabakasındaki degradasyon parlaklık azalmasının nedeni olabilir. Tanenler ile muamele edilen örneklerde hızlandırılmış dış ortam testi sonrasında azalan parlaklık değerleri Yalçın (2018) tarafından da belirtilmiştir. Çalışmada, %5 ve %10 konsantrasyonlarda mimoza ve kebraho taneni ile emprenye edilen ardından poliüretan, selülozik ve su bazlı vernikler ile üst yüzey işlemine tabi tutulan örnekler 300 saate kadar hızlandırılmış dış ortam testine maruz bırakılmış ve örneklerin parlaklık özellikleri incelenmiştir. Sonuçlarda tanenler ile emprenye edilen örneklerde konsantrasyon seviyesi arttıkça parlaklık değerlerinde azalma görülmüştür (Yalçın, 2018).

4.3 Örneklerdeki Yüzey Pürüzlülük Ölçüm Bulguları

Örneklerin yüzey pürüzlülük değerlerine ait sonuçlar Çizelge 4.20-4.22 ve Şekil4.11 ve 4.12'de özetlenmiştir.

Gruplar		Hızlandırılmış dış ortam test süresi (saat)															
		0	24	48	72	96	120	144	168	336	504	672	840	1008	1176	1344	1512
%0,1	Ort.	2,91	2,76	3,06	2,95	3,18	3,55	3,71	3,79	3,89	3,86	3,99	4,23	4,22	4,32	4,93	4,88
Valeks+ÜYM	S.s	0,65	0,42	0,71	0,44	0,62	1,07	0,96	0,79	0,92	0,92	1,14	0,53	0,95	0,69	0,97	0,81
%0,5	Ort.	3,78	4,40	4,41	4,84	4,76	4,63	4,81	4,99	5,22	5,23	5,32	5,58	5,48	5,93	6,49	7,12
Valeks+ÜYM	S.s	0,56	1,25	1,07	1,46	0,48	1,45	0,91	1,52	0,71	1,98	1,92	0,69	1,11	1,10	1,19	1,24
%1	Ort.	4,02	3,74	3,97	4,23	4,13	4,07	4,25	4,59	4,41	4,35	4,58	5,21	5,26	5,43	5,76	6,68
Valeks+ÜYM	S.s	1,32	0,75	1,30	1,27	0,82	1,21	0,56	1,25	1,04	0,74	0,89	0,91	0,65	0,78	1,02	1,07
%0,1	Ort.	3,37	3,84	4,38	4,65	5,07	5,27	5,92	6,04	6,59	7,09	7,25	7,60	8,21	8,42	8,97	9,46
Valeks+OPAK	S.s	1,11	1,14	1,14	1,16	1,32	1,18	1,17	1,34	0,96	0,91	0,94	1,01	1,20	1,08	1,07	1,14
%0,5	Ort.	3,61	4,07	4,40	4,64	4,82	4,93	5,19	5,34	6,06	6,43	7,14	7,57	7,96	8,30	8,81	9,58
Valeks+OPAK	S.s	0,82	0,55	0,57	0,78	0,69	0,63	0,48	0,74	0,59	0,46	0,77	0,62	0,56	0,60	0,46	0,79
%1	Ort.	3,88	4,78	5,78	6,53	6,62	6,86	7,53	7,55	7,90	8,52	8,71	9,07	9,32	9,83	10,04	10,50
Valeks+OPAK	S.s	0,78	1,06	0,68	1,41	1,43	1,33	1,79	1,91	1,57	1,28	1,02	1,06	0,95	0,74	0,74	0,80
ÜYM	Ort.	3,54	3,68	4,36	4,56	5,15	5,30	5,06	5,32	5,26	5,57	5,36	5,59	6,09	6,07	8,16	12,65
	S.s	1,31	0,95	1,78	1,92	1,42	1,59	1,84	1,79	1,17	2,33	1,98	1,67	1,80	1,82	2,38	3,34
OPAK	Ort.	3,18	3,43	3,62	3,63	3,62	3,76	3,73	3,84	3,89	3,90	4,21	4,20	4,17	4,99	5,16	6,07
	S.s	0,94	0,62	0,41	0,92	1,19	0,80	0,80	0,79	1,30	1,27	1,97	0,91	1,39	1,23	0,98	1,35
Kontrol	Ort.	8,18	8,82	10,30	10,62	13,41	14,01	14,79	14,79	15,38	16,88	17,22	19,35	20,24	21,37	25,26	26,62
	S.s	2,98	3,44	2,40	2,57	0,88	0,88	0,59	0,84	1,08	2,35	1,76	1,34	1,92	1,63	1,52	1,47

Çizelge 4.20: Valeks taneni ile muamele edilen numunelerin yüzey pürüzlülük değerleri

Gruplar		Hızlandırılmış dış ortam test süresi (saat)															
		0	24	48	72	96	120	144	168	336	504	672	840	1008	1176	1344	1512
%0,5	Ort.	2,90	3,13	3,26	3,39	3,75	3,77	3,87	4,25	4,21	4,09	5,05	5,47	5,49	6,10	6,45	8,37
Mimoza+ÜYM	S.s	1,12	0,79	0,86	0,93	0,79	0,88	0,55	0,90	1,09	1,51	0,73	1,45	1,16	1,06	1,73	1,09
%1	Ort.	3,08	3,50	3,40	3,33	3,67	3,83	4,09	4,12	5,07	4,92	5,32	5,68	6,11	6,63	8,09	9,48
Mimoza+ÜYM	S.s	1,25	1,13	1,17	1,38	1,49	0,77	1,40	1,03	1,47	1,41	1,44	1,17	1,07	1,26	1,54	2,55
%3	Ort.	2,55	2,55	2,81	2,68	2,86	3,05	3,12	3,12	3,28	3,31	3,26	3,78	4,18	4,34	4,53	4,61
Mimoza+ÜYM	S.s	0,46	0,48	0,87	0,60	0,82	0,89	0,91	0,71	1,17	0,73	0,67	0,55	0,69	0,57	1,07	1,09
%0,5	Ort.	4,43	4,59	5,54	5,84	6,08	6,91	7,30	7,57	7,80	7,93	8,22	8,77	9,37	9,57	9,96	11,12
Mimoza+OPAK	S.s	0,76	0,61	0,98	1,00	0,79	0,80	0,79	0,96	0,95	0,75	0,75	0,69	0,74	0,79	0,77	0,51
%1	Ort.	4,69	4,99	5,50	6,16	6,78	6,97	7,23	7,46	7,64	8,27	8,46	9,01	9,52	10,00	10,48	10,86
Mimoza+OPAK	S.s	1,12	0,92	0,77	0,58	0,69	0,69	0,96	1,04	0,98	1,02	0,95	1,04	0,77	1,05	1,08	1,02
%3	Ort.	6,77	7,36	7,69	7,86	8,19	8,30	8,56	8,95	8,69	8,90	9,37	9,93	10,13	10,33	10,85	11,40
Mimoza+OPAK	S.s	0,24	0,49	0,34	0,36	0,40	0,51	0,58	0,55	0,32	0,36	0,40	0,68	0,64	0,60	0,43	0,39

Çizelge 4.21: Mimoza taneni ile muamele ediliennunmelerin yüzey pürüzlülük değerleri

Gruplar	Hızlandırılmış dış ortam test süresi (saat)																
	0	24	48	72	96	120	144	168	336	504	672	840	1008	1176	1344	1512	
%0,1	Ort.	1,92	1,86	2,21	2,14	2,42	2,44	2,73	2,87	2,84	2,74	2,89	3,54	4,24	4,32	4,81	5,41
KÇ+ÜYM	S.s	0,60	0,81	0,72	0,59	0,48	0,65	0,69	1,28	1,09	0,99	1,25	0,57	1,50	1,04	1,04	1,56
%0,5	Ort.	2,18	2,10	2,18	2,14	2,11	2,65	2,73	2,88	2,98	3,51	4,03	4,05	4,47	4,39	4,48	4,96
KÇ+ÜYM	S.s	0,61	0,20	0,44	0,65	0,60	0,41	0,98	1,20	0,56	0,78	0,98	0,96	1,31	1,42	0,94	1,07
%1	Ort.	3,17	2,90	3,16	2,91	3,12	3,13	3,26	4,32	5,00	5,07	5,92	6,66	6,74	6,69	7,12	7,58
KÇ+ÜYM	S.s	0,85	0,68	1,41	0,82	0,77	0,72	0,77	0,98	1,41	1,09	1,49	1,14	0,75	1,20	1,39	1,16
%0,1	Ort.	4,07	4,37	5,32	5,60	5,84	5,99	6,45	6,48	6,83	6,87	7,26	7,78	8,41	8,57	8,76	9,10
KÇ+OPAK	S.s	1,14	0,89	0,50	0,51	0,53	0,81	1,16	1,37	1,25	1,41	1,49	1,66	1,57	1,46	1,48	1,56
%0,5	Ort.	3,32	3,65	4,40	4,77	4,94	5,39	5,52	5,94	6,50	6,89	7,22	7,77	8,46	8,72	9,00	9,52
KÇ+OPAK	S.s	0,89	0,82	0,91	0,71	0,69	0,58	0,62	0,88	0,55	0,62	0,65	0,70	0,37	0,44	0,51	0,56
%1	Ort.	3,44	3,92	4,50	4,91	5,47	5,87	6,33	6,41	6,62	6,96	7,17	7,57	7,74	8,03	8,46	8,96
KÇ+OPAK	S.s	0,61	0,43	0,29	0,14	0,20	0,41	0,51	0,80	0,72	0,66	0,69	0,73	0,78	0,88	1,05	1,10

Çizelge 4.22: Kızılcıam kabuk taneni ile muamele edilen numunelerin yüzey pürüzlülük değerleri

Pürüzlülük değerleri test sonunda valeks taneninın şeffaf ÜYM ile kullanıldığı örneklerde 4,88 ile 7,12; valeks taneninın opak boya ile kombine edildiği örneklerde 9,46 ile 10,50 aralığında değişim göstermektedir. Pürüzlülük değerleri mimoza tanenli şeffaf ÜYM'li örneklerde 4,61 ile 9,48 aralığında, mimoza taneninın opak boya ile kombine edildiği örneklerde 10,86 ile 11,40 arasında bulunmuştur. Kızılçam kabuk taneni ve şeffaf ÜYM kullanılması durumunda pürüzlülük değerleri 4,96 ile 7,58 arasında, tanenin opak boya ile birlikte kullanılması durumunda 8,96 ile 9,52 arasında bulunmuştur. Pürüzlülük değerleri ÜYM için 12,65; opak boya için 6,07 ve kontrol örneklerinde 26,62 olarak tespit edilmiştir.

Üst yüzey işlemleri sonrasında örneklerin yüzey pürüzlülük değerleri azalmıştır. Çalışmadaki bulguların tersine Yalçın ve Ceylan (2017) tarafından yapılan çalışmada, mimoza ve kebraho tanen ekstraktları ile emprenye edilen örneklerde yüzey pürüzlülüğünün arttığı ve bunun konsantrasyon artışı ile gerçekleştiği belirtilmiştir. Yüzey pürüzlülüğündeki artışın tanenlerin su esaslı karakteristik özelliklerine atfedilmiştir. Ancak Çakıcıer (2007) organik esaslı kimyasallar ile emprenye edilen örneklerde kontrole kıyasla pürüzlülükte %24 oranında bir azalma tespit etmiştir. Çalışmaların sonuçları arasındaki farklılıklar tanen çeşidi, tanenlerin üst yüzey işlem maddesi ile uyumu ve odunda oluşturdıkları film yapısı ile ilgili olabilir.

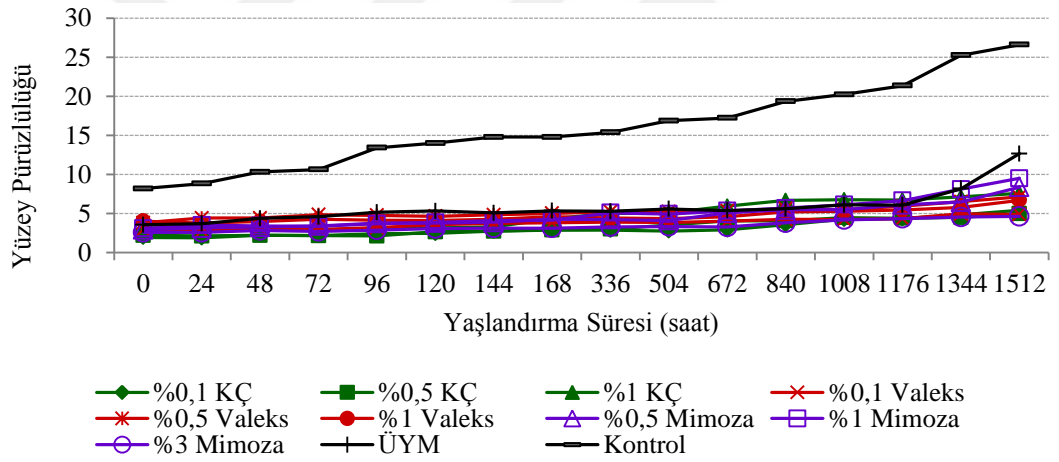
Çizelge 4.23: Tanen ile muamele edilen numunelerin 1512 saat sonrasındaki pürüzlülük değerlerinin basit varyans analizi

Parlaklık		Kareler toplamı	df	Ort. Karesi	F	Önem derecesi
Valeks	Gruplar arası	2205,027	8	275,628	109,963	0,000
	Gruplar içi	137,860	55	2,507		
	Toplam	2342,887	63			
Mimoza	Gruplar arası	2078,650	8	259,831	83,510	0,000
	Gruplar içi	171,126	55	3,111		
	Toplam	2249,776	63			
KÇ	Gruplar arası	2261,095	8	282,637	99,859	0,000
	Gruplar içi	155,669	55	2,830		
	Toplam	2416,764	63			

Çizelge 4.24: Tanen ile muamele edilen numunelerin 1512 saat sonrasındaki pürüzlülük değerlerinin Duncan homojenlik grupları

Gruplar	H. Grupları	Gruplar	H. Grupları	Gruplar	H. Grupları
%0,1 Valeks+ÜYM	E	%0,5 Mimoza+ÜYM	D	%0,1 KÇ+ÜYM	E
%0,5 Valeks+ÜYM	D	%1 Mimoza+ÜYM	CD	%0,5 KÇ+ÜYM	E
%1 Valeks+ÜYM	D	%3 Mimoza+ÜYM	E	%1 KÇ+ÜYM	CD
%0,1 Valeks+OPAK	C	%0,5 Mimoza+OPAK	BC	%0,1 KÇ+OPAK	C
%0,5 Valeks+OPAK	C	%1 Mimoza+OPAK	BC	%0,5 KÇ+OPAK	C
%1 Valeks+OPAK	C	%3 Mimoza+OPAK	BC	%1 KÇ+OPAK	C
ÜYM	B	ÜYM	B	ÜYM	B
OPAK	DE	OPAK	E	OPAK	DE
Kontrol	A	Kontrol	A	Kontrol	A

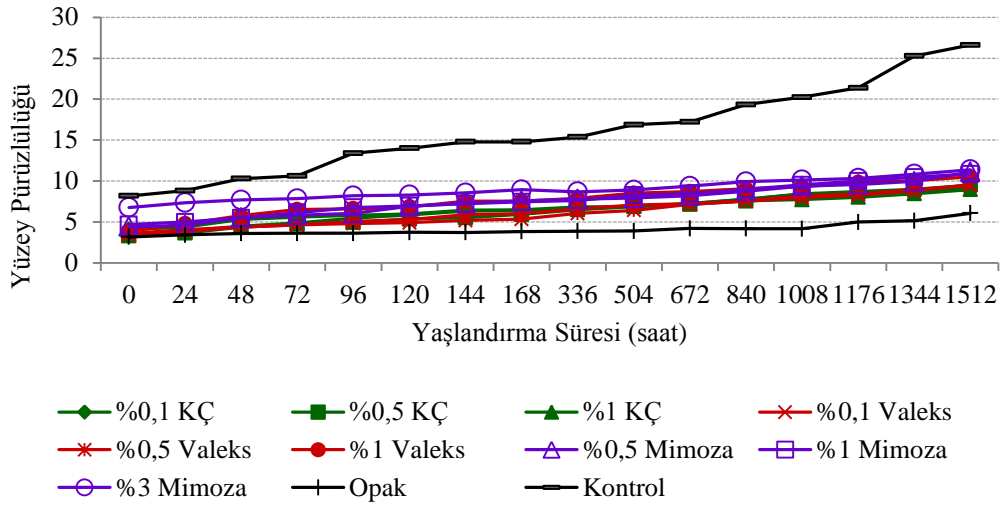
Basit varyans analizi sonuçları göre (Çizelge 4.23) her bir tanen çözeltisinin pürüzlülük değerleri ile kontrol örneklerinin pürüzlülük değerleri arasında %95 güven düzeyi ile istatistiksel anlamda önemli farklılıklar bulunmuştur ($p < 0,05$).



Şekil 4.11: Tanen katkılı şeffaf üst yüzey işlemlenmiş örneklerin pürüzlülük değerlerindeki değişim

Valeks, mimoza ve kızılcık kabuk tanenlerinin şeffaf üst yüzey madde ile uygulamasında pürüzlülük değerleri, hızlandırılmış dış ortam test süresi boyunca hafif artış eğilimi göstermiştir. Test süresi sonunda en düşük pürüzlülük valeks taneni için %0,1 konsantrasyonda, mimoza taneni için %3 konsantrasyonda ve kızılcık kabuk taneni için %0,5 konsantrasyonda elde edilmiştir. Her üç tanen çözeltisi arasında 1512 saat sonunda en az pürüzlü yüzeyler genel olarak valeks taneni ve kızılcık kabuk taneninde ve daha düşük konsantrasyonlu örneklerde gözlenmiştir. Kontrol örneklerinin pürüzlülük değerleri test süresi boyunca sürekli artış halindedir. Tanenli örneklere kıyasla kontrol örnekleri test süresinin tüm

periyotlarında oldukça fazla pürüzlü yüzeyler göstermiştir. Şekil 4.11'deki grafikten de görüleceği üzere tanen + ÜYM'li örnekler sadece ÜYM ile işlem gören örneklerle kıyasla test sonunda daha düşük pürüzlülük değerleri vermiştir. ÜYM'li örneklerin yüzey pürüzlülük değerlerinde 1176 saat sonrasında dikkat çeken bir artış olmuştur. Buna yaşlandırma testi ile artan yüzey çatlak oluşumu neden olmuş olabilir. Bu örneklerde 1176 saat sonrasında çatlak oluşumu gözlenmiştir. Sonuç olarak tanen ve ÜYM uygulaması ile hızlandırılmış dış ortam test faktörlerine karşı daha düzgün yüzeyler elde edilebileceği belirlenmiştir.



Şekil 4.12: Tanen katkılı opak üst yüzey işlemlenmiş örneklerin pürüzlülük değerlerindeki değişim

Opak boyalı örneklerde hızlandırılmış yaşlandırma test süresi ile birlikte artan pürüzlülük değerleri Şekil 4.12'de gösterilmektedir. Yüzeyleri kaplanan örnekler kontrol örneklerine kıyasla daha düzgün yüzeyler vermiştir. Tanen katkılı opak uygulaması sadece opak boya ile yüzeyi kaplanan örneklerle kıyasla daha pürüzlü yüzeyler göstermiştir. Bu durum boya içindeki tanen partiküllerinden kaynaklanmış olabilir. Grafik incelendiğinde konsantrasyon seviyesinin belirgin bir etkisi görülmektedir. Ancak tanen çeşidi açısından valeks ve kızılçam tanenlerinin mimoza taneninden daha etkili olduğu gözlenmiştir.

Basit Varyans Analizindeki Duncan homojenlik sonuçlarına göre, valeks tanenli örneklerde pürüzlülük değerleri, Kontrol > ÜYM > %0,1 Valeks+OPAK = %0,5 Valeks+OPAK = %1 Valeks+OPAK > %0,5 Valeks+ÜYM = %1 Valeks+ÜYM ≥ OPAK ≥ %0,1 Valeks+ÜYM şeklindedir.

Pürüzlülük mimoza tanenli örneklerde, Kontrol > ÜYM ≥ %0,5 Mimoza+OPAK = %1 Mimoza+OPAK = %3 Mimoza+OPAK ≥ %1 Mimoza+ÜYM ≥ %0,5 Mimoza+ÜYM > %3 Mimoza+ÜYM = OPAK şeklinde olmuştur.

Pürüzlülük değerleri kızılçam kabuk tanenli örneklerde, Kontrol > ÜYM > %0,1 KÇ+OPAK = %0,5 KÇ+OPAK = %1 KÇ+OPAK ≥ %1 KÇ+ÜYM ≥ OPAK ≥ %0,1 KÇ+ÜYM = %0,5 KÇ+ÜYM şeklindedir.

Duncan homojenlik sonuçları, kontrol örneklerinin test örneklerinden daha pürüzlü yüzeyler verdiğini, tanen + opak'lı örneklerin tanen +ÜYM'li örneklerden daha pürüzlü yüzeyler sergilediğini ve genel olarak konsantrasyon artışının pürüzlülüğü arttırdığını göstermiştir. Hızlandırılmış dış ortam testinin örneklerin yüzey pürüzlülüğünü arttırdığı bilinmektedir (Yalçın ve Ceylan, 2017; Yıldız vd., 2013). Vernik tabakalarında artan yüzey gerilimi ve mikro çatlaklar yüzeyin daha pürüzlü olmasına neden olabilir (Demirci vd., 2013; Yalçın ve Ceylan, 2017). Pürüzlülük üzerine tanen konsantrasyon artışının negatif etkisi Yalçın ve Ceylan (2017) tarafından da rapor edilmiştir.

4.4 Örneklerin Makroskopik Açından Değerlendirilmesi

Örneklerin makroskopik olarak puanlandırılması Çizelge 4.25 ve 4.26'da ve fotoğrafları Şekil 4.13-4.25'de verilmiştir.

Test süresince 0-10 arasında puanın verildiği gözlemsel değerlendirmeler sonucunda kontrol örneklerinin ortalama puanı 4,87 olarak bulunmuştur. Bu örneklerde 48. saatten itibaren çatlak oluşumu ve yüzey deformasyonları görülmüştür. Test sonuna doğru çatlaklar daha derin ve sayıca giderek artan bir şekilde devam etmiştir. Şeffaf ÜYM uygulanan örnekler 8,67'lik ortalama puan almıştır. Bu örneklerde 504 saatin sonundan itibaren çatlak oluşumu gözlenmeye başlanmıştır. %0,5 ve %1 konsantrasyonlu valeks tanenli örnekler hariç diğer tüm gruplarda örnek yüzeylerinde gözle görülebilen herhangi bir çatlak ve deformasyon oluşmamış ve örnekler ortalama 10 puan almıştır. %0,5 ve %1 konsantrasyonlu valeks tanenli örneklerde 1344 saat sonunda küçük çatlaklar oluşmaya başlamıştır. Odunun daralması ve genişlemesi sonucu oluşan odun içi stres, çatlaklara sebebiyet vermektedir (Feist, 1983).

Çizelge 4.25: Tanen katkılı şeffaf üst yüzey işlemlili örneklerin görsel puan değerleri

Süre (sa)	Valeks taneni			Mimoza taneni			Kızılçam taneni			ÜYM	Kont.
	%0,1	%0,5	%1	%0,5	%1	%3	%0,1	%0,5	%1		
0	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
24	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
48	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	9
72	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	8
96	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	8
120	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	7
144	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	6
168	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	5
336	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	5
504	10	10	10	10	10	10	10	10	10	9	4
672	10	10	10	10	10	10	10	10	10	8	3
840	10	10	10	10	10	10	10	10	10	8	3
1008	10	10	10	10	10	10	10	10	10	7	2
1176	10	10	10	10	10	10	10	10	10	7	1
1344	10	9	8	10	10	10	10	10	10	6	1
1512	10	8	7	10	10	10	10	10	10	5	1
Ort.	10,0	9,80	9,67	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	8,67	4,87

Çizelge 4.26: Tanen katkılı opak üst yüzey işlemlili örneklerin görsel puan değerleri

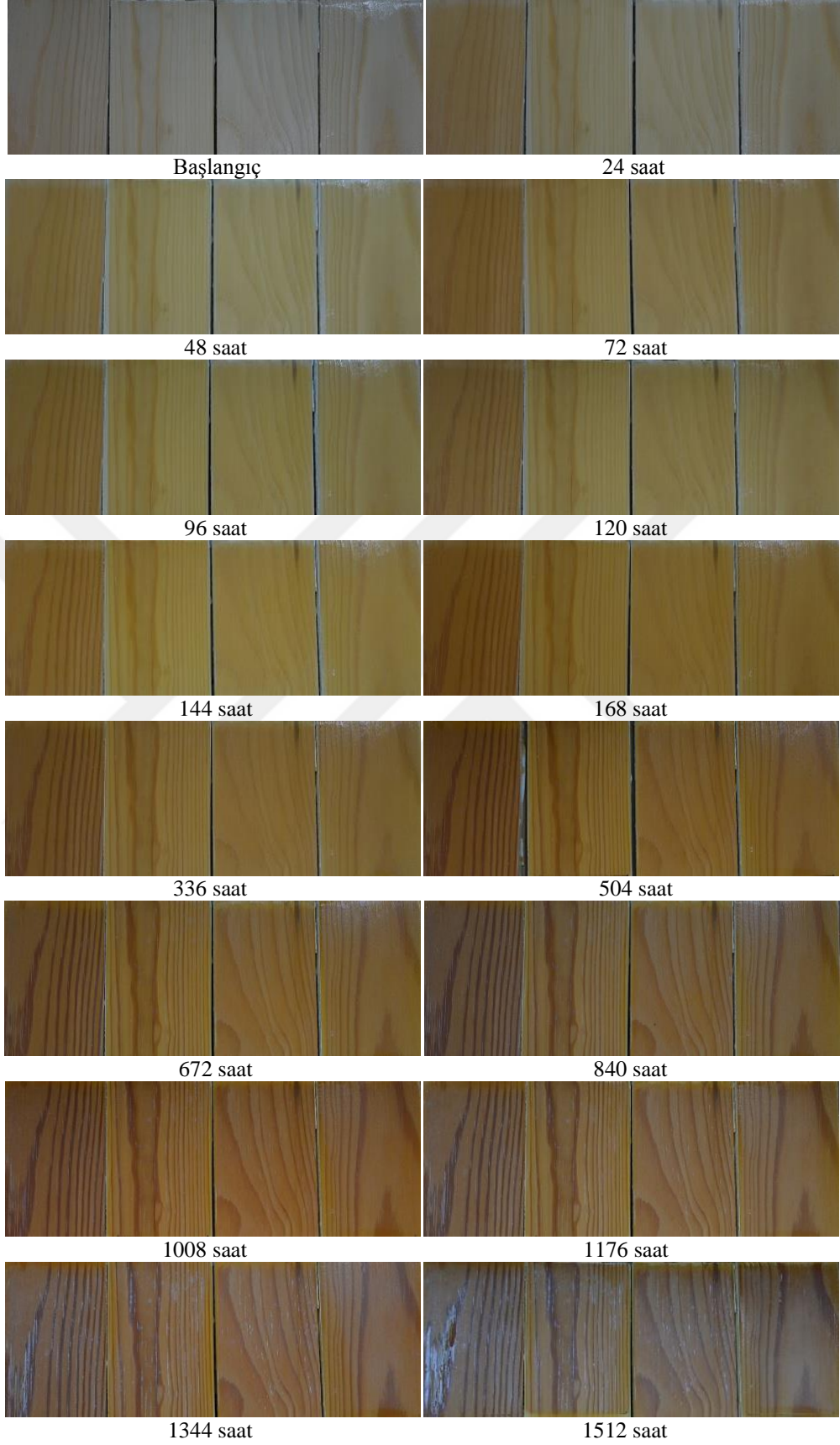
Süre (sa)	Valeks taneni			Mimoza taneni			Kızılçam taneni			OPAK	Kont.
	%0,1	%0,5	%1	%0,5	%1	%3	%0,1	%0,5	%1		
0	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
24	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
48	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	9
72	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	8
96	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	8
120	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	7
144	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	6
168	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	5
336	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	5
504	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	4
672	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	3
840	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	3
1008	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	2
1176	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	1
1344	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	1
1512	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	1
Ort.	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	4,87

Opak boyalı tüm gruplarda örnek yüzeylerinde gözle görülebilen herhangi bir çatlak ve deformasyon oluşmamış ve örneklerin hepsi ortalama 10 puan almıştır. Görsel değerlendirme renk ve parlaklık ölçümleri ile uyumludur. Bu örnekler hızlandırılmış yaşlandırma test faktörlerine karşı oldukça dayanıklı çıkmıştır. Dolayısı ile opak

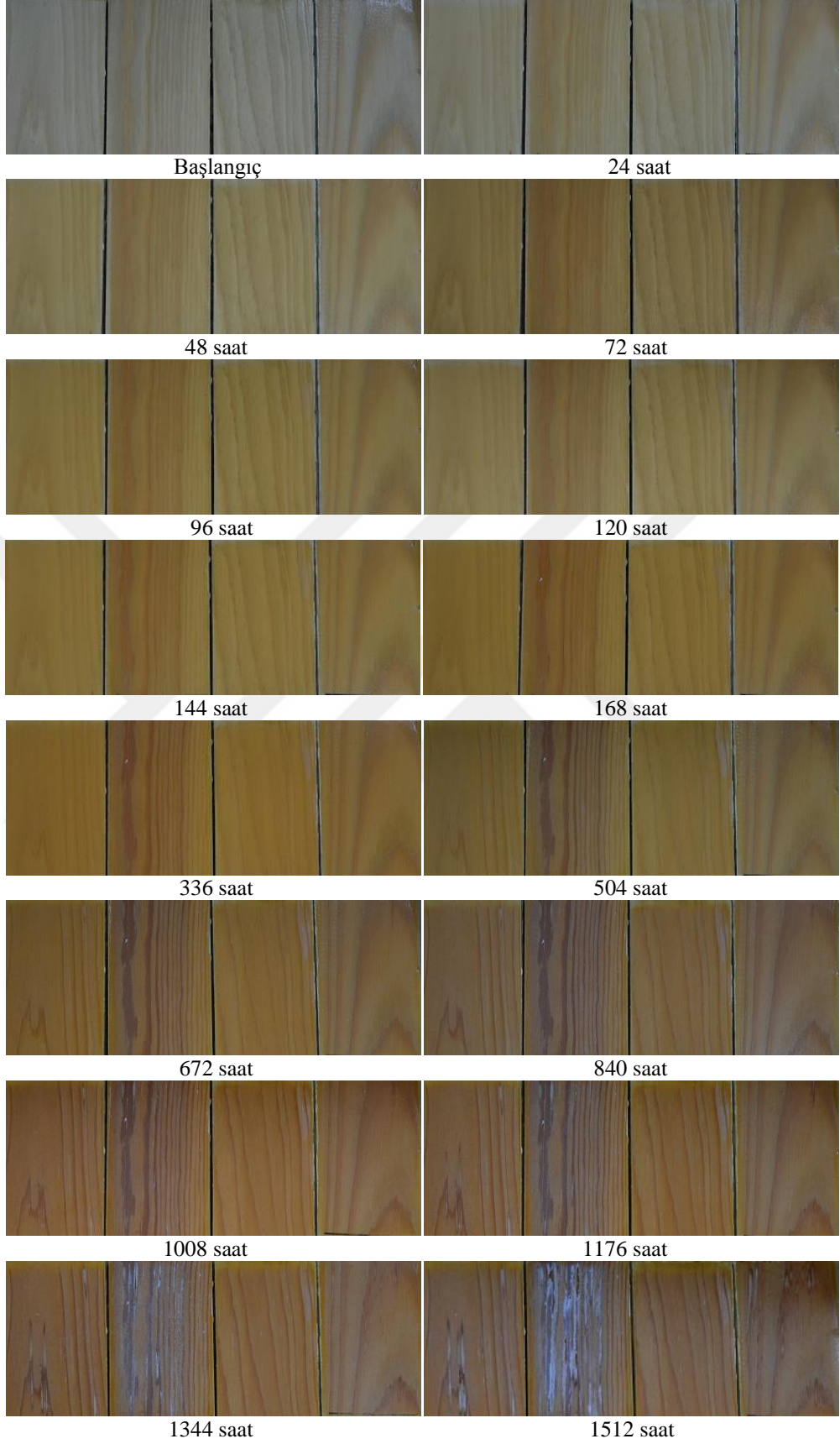
boyaya ilave bir katkı maddesinin katılmasına gerek duyulmadığı belirlenmiştir. Opak boyalı örneklerde yaşlandırma ile renk daha çok açılmış ve beyazlaşma gözlenmiştir (Şekil 4.25).

Şekil 4.13-4.24 görüldüğü gibi tanen katkılı şeffaf üst yüzey işlemlili örneklerin hızlandırılmış dış ortam testi sonrasında renklerinde koyulaşmalar gözlenmiştir. Bu durum daha önce renk parametrelerinin değerlendirilmesinde de anlatıldığı üzere örneklerin negatif ΔL^* değerine sahip olması ile belirlenmiştir. %0,1 valeks tanenli örneklerde 24 saat sonunda, %0,5 ve %1 valeks tanenli örneklerde 48 saat sonunda gözle görülebilir koyu renk belirgin olmaya başlamış ve test devam ettikçe koyulaşma artmıştır. %0,1 ve %0,5 konsantrasyonlarda 840 saat sonunda, %1 konsantrasyonda 672 saat sonunda yüzeyler hafifçe flulaşmaya başlamış ve flulaşma 1344 saatten sonra belirgin olmaya başlamıştır. Test sonunda yüzeylerin donuklaşması dikkat çekicidir. %0,5, %1 ve %3 mimoza tanenli örneklerde 24 saat sonunda koyu renk belirgin olmaya başlamış ve test süresi ile renk değişimi artmıştır. %0,5 konsantrasyonda 672 saatten itibaren renk hafifçe azalmaya başlamış ve test sonuna kadar hafifçe azalmaya devam etmiştir. %1 konsantrasyonlu örneklerde renk 168 saatten sonra hafifçe açılmaya başlamış ve 1008 saat sonunda flulaşma net olarak gözlenebilmiştir. %3 konsantrasyonlu örnekler 48 saatte koyu kırmızimsı renk almıştır. 168 saatten sonra renk açılmaya başlamış ve test sonuna kadar açılma devam etmiştir. %0,1, %0,5 ve %1 kızılçam kabuk tanenli örneklerde 24 saat sonunda koyu renk belirgin olmaya başlamıştır ve test süresi ile renk değişimi artmıştır. %0,1 ve %0,5 konsantrasyonlu örneklerde 504 saat sonunda flulaşma hafifçe başlamış ve 1344 saatte belirgin hale gelmiştir. %1 konsantrasyonlu örneklerde koyulaşan renk 336 saat sonundan itibaren açılmaya başlamıştır. 1008 saat sonundan itibaren flulaşma eğilimi gözlenmiş ve 1344 saatte çok belirgin hale gelmiştir.

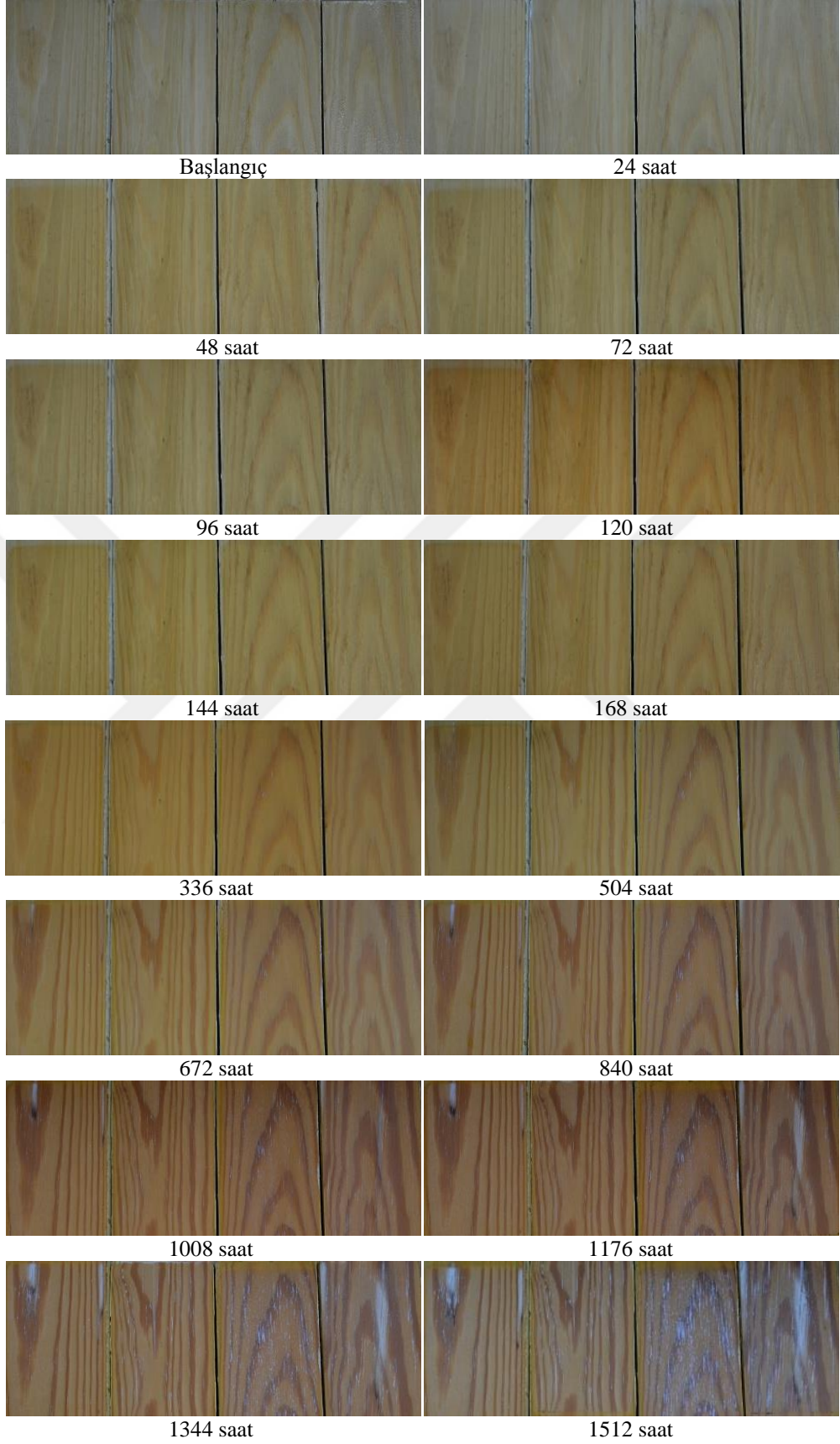
Kontrol örneklerinde 24 saat sonrasında koyu renk gözlenmiş ve renk değişimi süre ile artmıştır. 48 saat sonrasında çatlak oluşumu resimlerde de görülebilmektedir. Süre arttıkça çatlaklar daha derinleşip sayıca artmıştır. Örnek yüzeylerinde 336 saat sonunda grileşme başlamıştır ve test süresi ile grileşme artmıştır. Üst yüzey işlem maddesi ile yüzeyi kapatılan örneklerin ilk 24 saat sonrasında rengi sararmış ve koyulaşmaya başlamıştır. 1008 saat sonundan itibaren renkte hafif azalmalar gözlenmiştir.



Şekil 4.13: %0,1 valeks taneni + şeffaf ÜYM ile yüzeyi kapatılan örneklerin hızlandırılmış dış ortam testi sonrası fotoğrafları



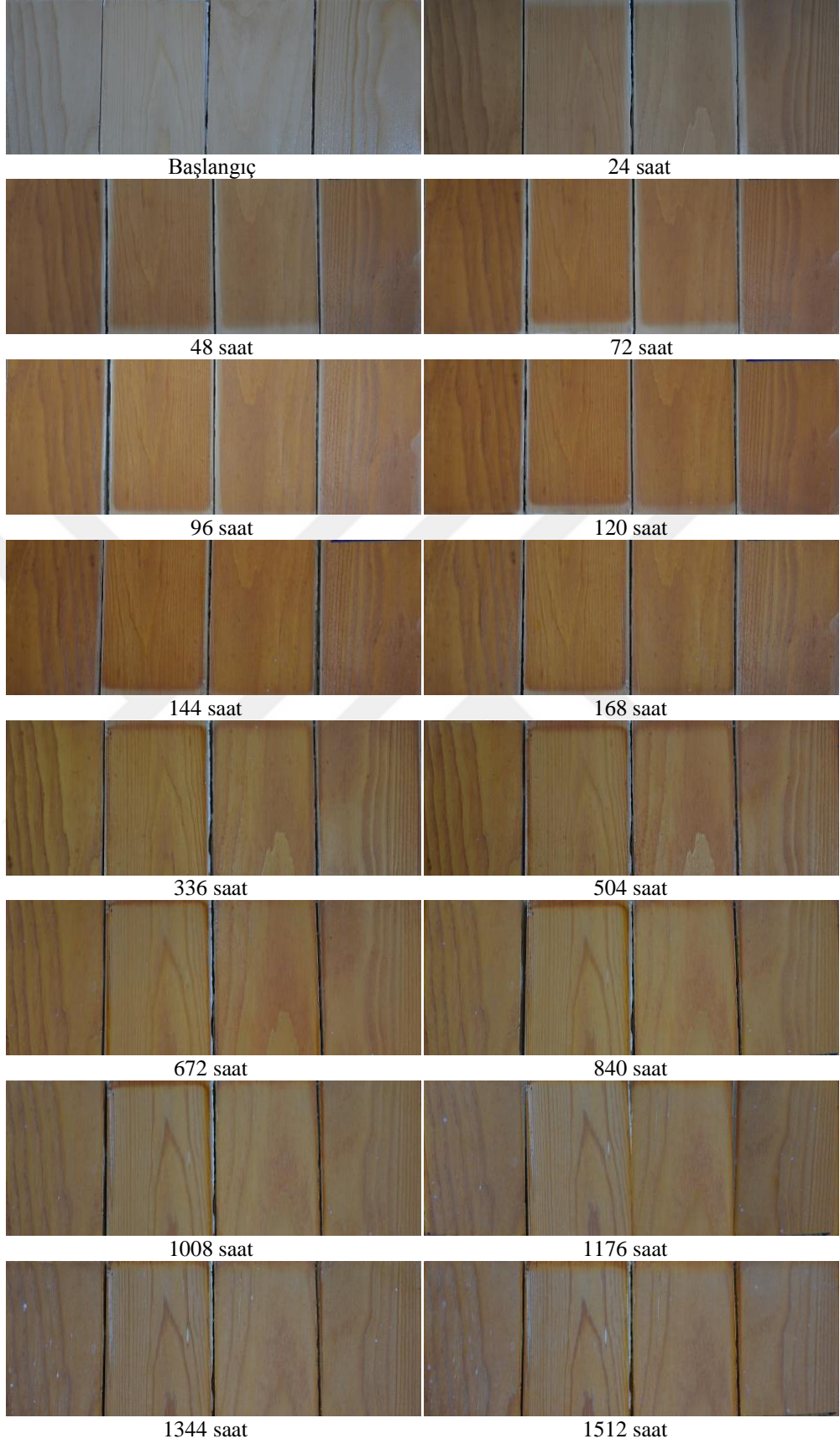
Şekil 4.14: %0,5 valeks taneni + şeffaf ÜYM ile yüzeyi kapatılan örneklerin hızlandırılmış dış ortam testi sonrası fotoğrafları



Şekil 4.15: %1 valeks taneni + şeffaf ÜYM ile yüzeyi kapatılan örneklerin hızlandırılmış dış ortam testi sonrası fotoğrafları



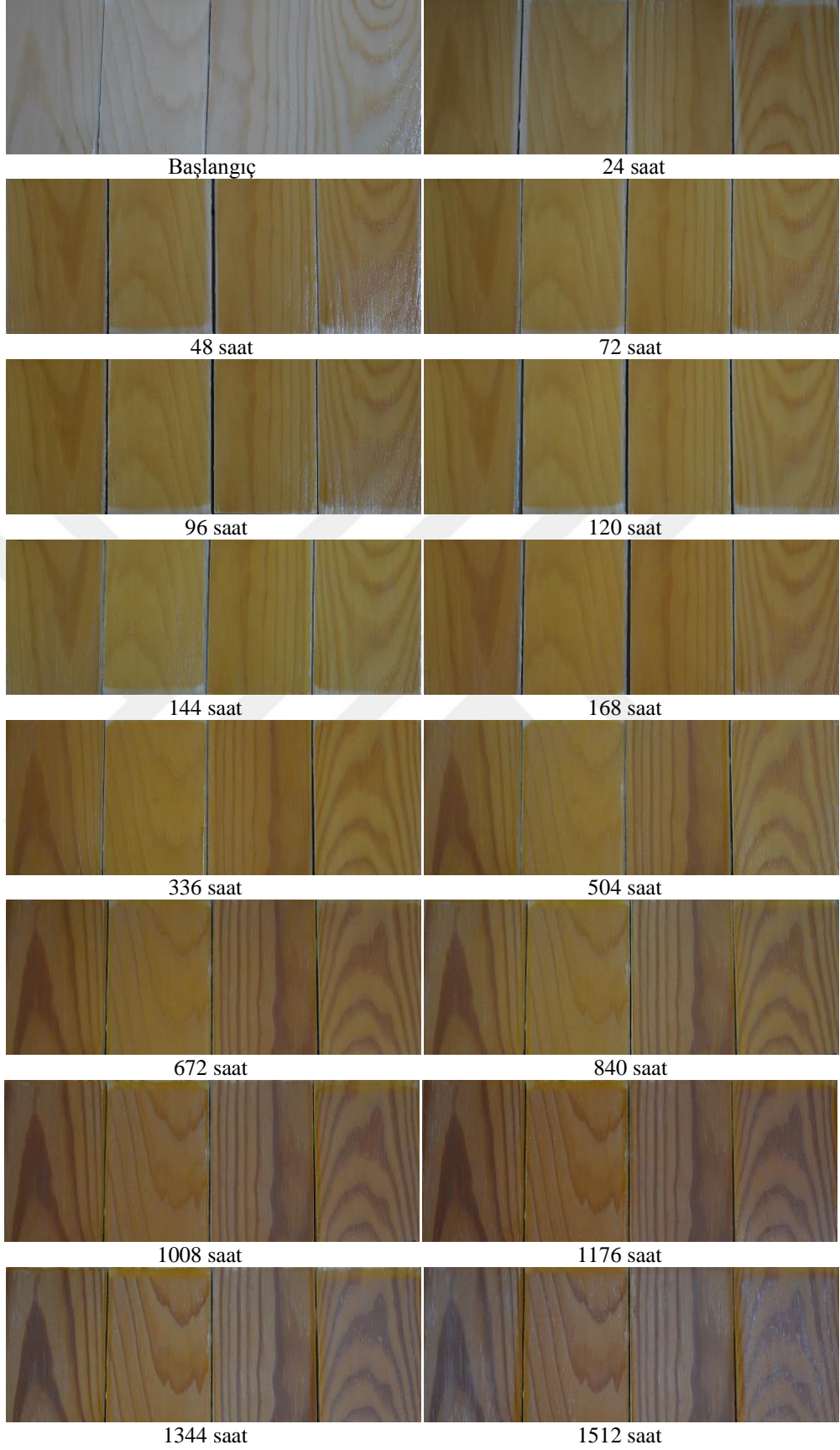
Şekil 4.16: %0,5 mimoza taneni + şeffaf ÜYM ile yüzeyi kapatılan örneklerin hızlandırılmış dış ortam testi sonrası fotoğrafları



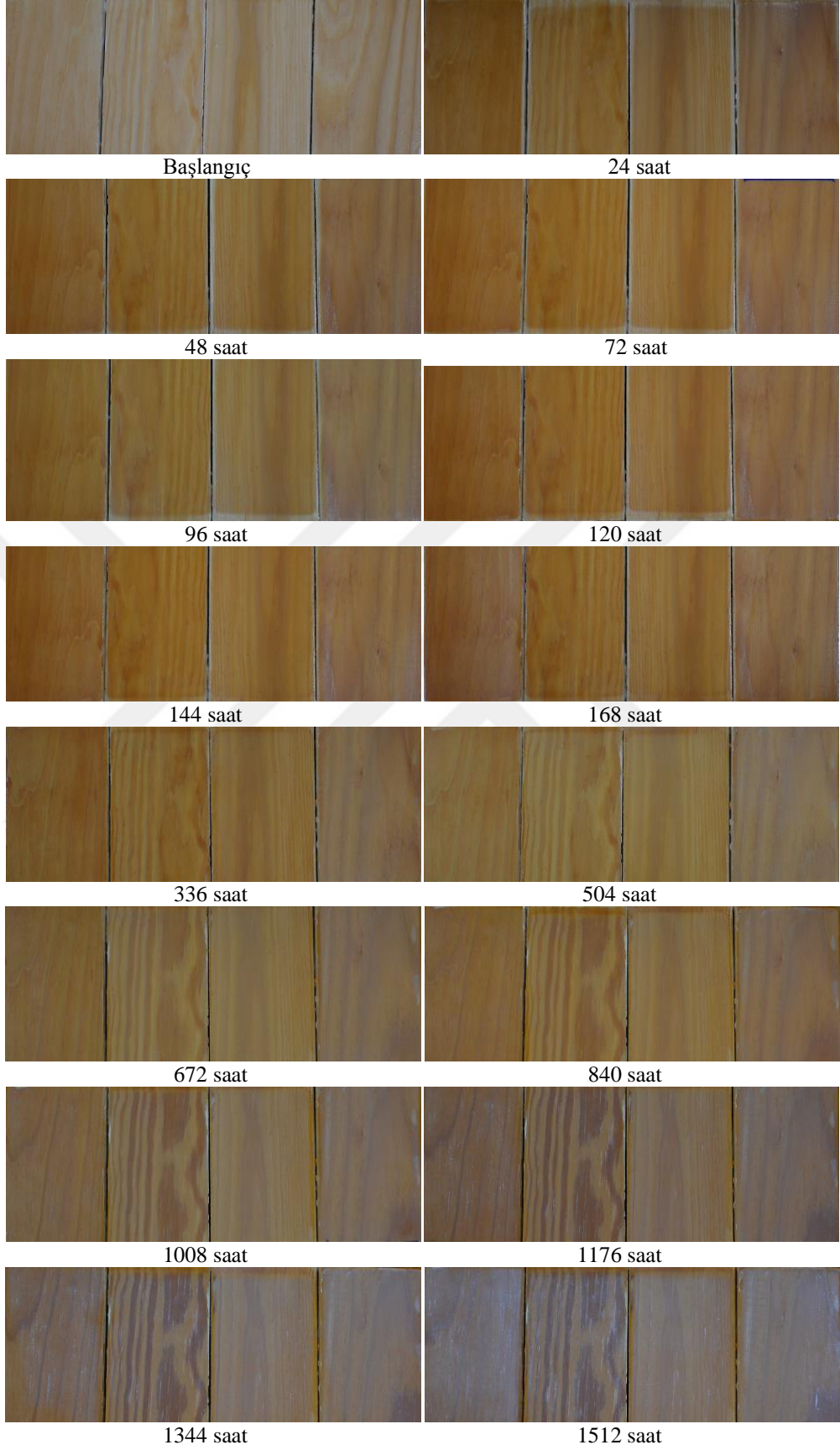
Şekil 4.17: %1 mimoza taneni + şeffaf ÜYMile yüzeyi kapatılan örneklerin hızlandırılmış dış ortam testi sonrası fotoğrafları



Şekil 4.18: %3 mimoza taneni + şeffaf ÜYM ile yüzeyi kapatılan örneklerin hızlandırılmış dış ortam testi sonrası fotoğrafları



Şekil 4.19: %0,1 kıvılcık kabuk taneni + şeffaf ÜYM ile yüzeyi kapatılan örneklerin hızlandırılmış dış ortam testi sonrası fotoğrafları



Şekil 4.20: %0,5 kıvılcık kabuk taneni + şeffaf ÜYM ile yüzeyi kapatılan örneklerin hızlandırılmış dış ortam testi sonrası fotoğrafları



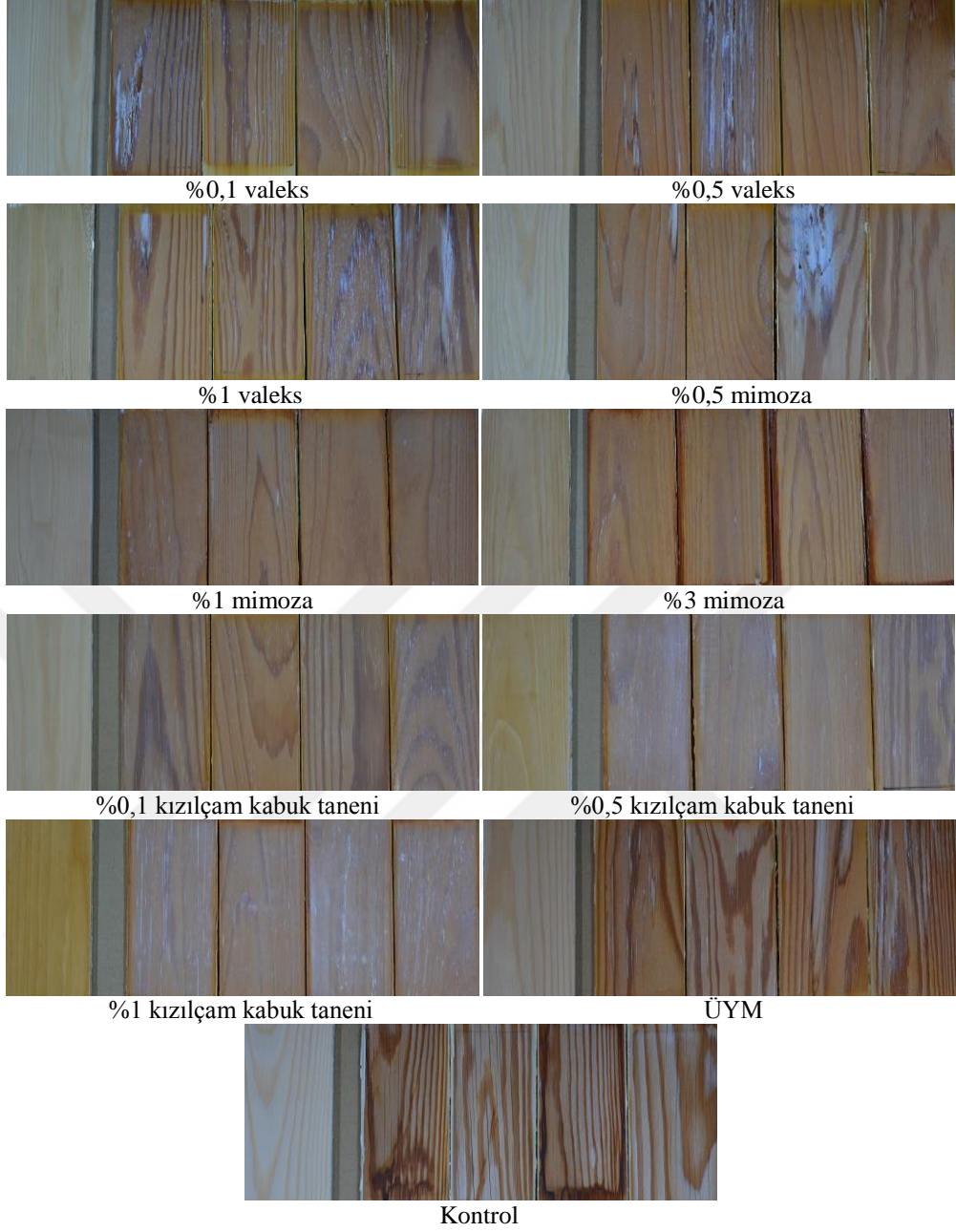
Şekil 4.21: %1 kıızılcam kabuk taneni + şeffaf ÜYM ile yüzeyi kapatılan örneklerin hızlandırılmış dış ortam testi sonrası fotoğrafları



Şekil 4.22: Kontrol örneklerin hızlandırılmış dış ortam testi sonrası görüntüleri



Şekil 4.23: ÜYM ile yüzeyi kapatılan örneklerin hızlandırılmış dış ortam testi sonrası fotoğrafları



Şekil 4.24: Test sonunda şeffaf ÜYM'li örneklerin görüntüleri



Şekil 4.25: Opak boyalı örneklerin başlangıç ve 1512 saat sonraki görünüşleri

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1 Örneklerin Renk Değişimine Ait Sonuçlar

Tanen katkılı şeffaf üst yüzey işlemlerinin yüzeyleri hızlandırılmış dış ortam testi sonrasında koyulaşmış ve genel olarak kırmızımsı renk almıştır. Yüzeylerin koyu renk ve kırmızı renk alması tüm grupların negatif ΔL^* ve pozitif Δa^* değerine sahip olması ile belirlenmiştir. Valeks tanenli şeffaf ÜYM'li örneklerde ΔL^* değerlerindeki değişim bakımından en iyi sonuç %1 konsantrasyonlu örneklerde gözlenmiş, konsantrasyon azaldıkça yüzeylerde UV ışınlarının neden olduğu renk koyulaşmasına karşı koruyucu etkinlikte bir azalma gözlenmiştir. Örneklerin Δa^* değerleri konsantrasyon arttıkça azalmıştır. Ancak Δb^* değerinde değişim konsantrasyon arttıkça daha fazla olmuştur. Mimoza tanenli şeffaf ÜYM'li örneklerde 1512 saat sonundaki ΔL^* değerleri bakımından en iyi etkinlik %3 konsantrasyonlu örneklerde bulunmuş, konsantrasyon azaldıkça yüzeyin koyu renk alması daha fazla olmuştur. Benzer şekilde konsantrasyon azaldıkça Δa^* ve Δb^* değerlerinde artışlar görülmüştür.

Kızılçam kabuk tanenli şeffaf ÜYM'li grupta test sonunda konsantrasyon arttıkça yüzeyin koyulaşması daha az olmuştur. Bu grupta Δa^* bakımından en düşük değerler ve en iyi stabilite %0,1 konsantrasyonlu örneklerde elde edilmiştir. Konsantrasyon arttıkça Δb^* değerlerinde azalmalar daha fazla olmuştur.

Şeffaf ÜYM'li grupta her üç tanen çözeltisi arasında 1512 saat sonunda, en koyu renk sırasıyla mimoza, valeks ve kızılçam kabuk taneninde elde edilmiştir. En kırmızımsı yüzeyler valeks taneni ile elde edilmiştir. Bunu mimoza taneni ve kızılçam kabuk taneni takip etmiştir. En sarımsı yüzeyler ise mimoza taneninde gözlenmiştir.

Kontrol örnekleri ve ÜYM ile yüzeyi kaplanan örneklerin ΔL^* değerleri test süresi boyunca sürekli azalma eğilimi göstermiş ve test sonunda yüzeyin rengi koyulaşmıştır. Kontrol örneklerinin yüzeyleri tüm ölçümlerde ÜYM'li örneklere kıyasla daha az kırmızımsı bir renk almıştır. Tüm tanenli test örnekleri, kontrol ve

ÜYM örneklili gruba kıyasla daha açık renk ve ΔL^* değeri bakımından daha iyi bir stabilite göstermiştir.

Tanen katkıli opak üst yüzey işlemlili örneklerin başlangıçta ΔL^* değeri negatif iken test sonunda pozitif değeri almış ve yüzeylerde renk açılması gözlenmiştir. Örneklerin test başında kırmızımsı ve sarımsı olan yüzeyler test sonunda yeşilimsi ve mavimsi renk almaya başlamıştır. Sadece opak boya ile yüzeyleri kaplanan örnekler test sonunda tanen katkıli gruplara kıyasla daha koyu renkli yüzey vermiştir. Her 3 tanen çeşidi arasında önemli bir farklılık gözlenmemiştir. Tanen katkıli opak boyalı örneklerde toplam renk değeri ΔL^* , Δa^* ve Δb^* değeri uyumlu olarak çok büyük bir değeri göstermemiştir. Renk değeri 168. saatin sonunda daha fazla olmuştur. En fazla renk değeri kızılçam ve valeks taneninde görülmüş, bu gruplarda konsantrasyon arttıkça renk değeri daha fazla olmuştur. Opak boya hızlandırılmış yaşlandırmaya karşı oldukça dayanıklı bulunmuştur. Bu boyaya ilave bir tanen katkısı iyileştirmeden çok, daha fazla renk değeri değişimine neden olmuştur. Valeks tanenli örneklerde toplam renk değeri, Basit Varyans Analizindeki Duncan homojenlik sonuçlarına göre, Kontrol > ÜYM > %0,1 Valeks+ÜYM > %0,5 Valeks+ÜYM > %1 Valeks+ÜYM > %0,5 Valeks+OPAK = %1 Valeks+OPAK > %0,1 Valeks+OPAK = OPAK şeklindedir.

Renk değeri değişimi mimoza tanenli örneklerde, Kontrol > ÜYM > %0,5 Mimoza+ÜYM > %1 Mimoza+ÜYM > %3 Mimoza+ÜYM > %0,5 Mimoza+OPAK = %1 Mimoza+OPAK = %3 Mimoza+OPAK = OPAK şeklinde olmuştur.

ΔE^* değeri kızılçam kabuk tanenli örneklerde, Kontrol > ÜYM > %0,1 KÇ+ÜYM > %1 KÇ+ÜYM > %0,5+ÜYM > %1 KÇ+OPAK > %0,5 KÇ+OPAK > %0,1 KÇ+OPAK = OPAK şeklindedir.

Duncan homojenlik sonuçları, şeffaf üst yüzey işlem maddesinin opak boyaya kıyasla daha fazla renk değeri değişimine neden olduğunu, şeffaf üst yüzey işlemlili örneklerde konsantrasyon arttıkça renk değeri değişiminin daha az olduğunu, opak boyaya tanen ilavesinin daha fazla renk değeri değişimine neden olduğunu ve bununda konsantrasyon artışı ile arttığını göstermiştir.

5.2 Örneklerin Parlaklık Değerlerine Ait Sonuçlar

Tanen katkılı şeffaf üst yüzey işlem maddesi ile yüzeyi kaplanan örneklerin parlaklık değerleri sadece ÜYM ile yüzeyi kaplanan örneklere kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Örneklerin üst yüzey işlem maddesi uygulamasında tanen konsantrasyonu arttıkça parlaklık değerlerinde azalmalar bulunmuştur. Tüm test örnekleri kontrol örneklerine kıyasla daha yüksek başlangıç parlaklık değeri vermiştir. Parlaklık, hızlandırılmış dış ortam testine maruz bırakılan tanen katkılı şeffaf üst yüzey işlemlenmiş örnek yüzeylerinde, test süresi boyunca sürekli azalma eğilimi göstermiştir. Parlaklık değerlerinde keskin azalma tüm gruplar için en fazla ilk 24 saat sonrasında gerçekleşmiştir. 336 saatlik test sonunda da dikkat çeken azalmalar bulunmuştur. Dolayısı ile parlaklığın örneklerde ilk 336 saatlik zaman diliminde önemli ölçüde azaldığını gözlenmiştir. Şeffaf üst yüzey işlem maddesinde her üç tanen çözeltisi arasında 1512 saat sonunda en parlak yüzeyler mimoza taneni ile elde edilmiştir. Bunu valeks taneni ve kızılçam kabuk taneni takip etmiştir. Tanen+şeffaf ÜYM'li örneklerin test sonundaki parlaklık değerleri, sadece üst yüzey işlem maddesi ile yüzeyi kaplanan örneklerden daha düşük bulunmuştur. Bu da hızlandırılmış dış ortam testine maruz bırakılan örneklerde tanen katkısı ile daha az parlak yüzeyler elde edilebileceğini göstermiştir. Tanen katkılı opak boyalı örneklerin 336 saate kadar parlak yüzeylerini koruyabildiğini ancak daha sonra yaşlandırma faktörlerinin etkilerine karşı parlaklığın korunamadığını göstermiştir. Opak boyada da tanen konsantrasyonu arttıkça parlaklık azalmıştır.

Valeks tanenli örneklerde parlaklık değerleri, Basit Varyans Analizindeki Duncan homojenlik sonuçlarına göre, $\text{ÜYM} > \%0,1$ $\text{Valeks}+\text{ÜYM} > \%0,5$ $\text{Valeks}+\text{ÜYM} \geq \%1$ $\text{Valeks}+\text{ÜYM} = \%0,5$ $\text{Valeks}+\text{OPAK} \geq \%0,1$ $\text{Valeks}+\text{OPAK} = \%1$ $\text{Valeks}+\text{OPAK} \geq \text{OPAK} \geq \text{Kontrol}$ şeklindedir.

Parlaklık, mimoza tanenli örneklerde, $\text{ÜYM} > \%0,5$ $\text{Mimoza}+\text{ÜYM} > \%1$ $\text{Mimoza}+\text{ÜYM} = \%3$ $\text{Mimoza}+\text{ÜYM} \geq \%0,5$ $\text{Mimoza}+\text{OPAK} \geq \%1$ $\text{Mimoza}+\text{OPAK} = \text{OPAK} = \text{Kontrol} \geq \%3$ $\text{Mimoza}+\text{OPAK}$ şeklinde olmuştur.

Parlaklık değerleri, kızılçam kabuk tanenli örneklerde, $\text{ÜYM} > \%0,1$ $\text{KÇ}+\text{ÜYM} > \%0,5$ $\text{KÇ}+\text{ÜYM} = \%0,1$ $\text{KÇ}+\text{OPAK} = \%0,5$ $\text{KÇ}+\text{OPAK} = \%1$ $\text{KÇ}+\text{OPAK} \geq \text{OPAK}$ $\geq \%1$ $\text{KÇ}+\text{ÜYM} = \text{Kontrol}$ şeklindedir.

Duncan homojenlik sonuçları, şeffaf üst yüzey işlem maddesinin opak boyadan daha parlak yüzeyler verdiğini; tanen katkılı şeffaf üst yüzey işlem maddesinin, şeffaf üst yüzey işlem maddesine kıyasla parlaklığı daha fazla azalttığını ancak opak boyada bu durumun tam tersi olduğunu, üst yüzey işlem maddelerindeki tanen konsantrasyon artışının daha fazla parlaklık azalmasına neden olduğunu göstermiştir. Tüm test örnekleri yaşlandırma testi sonrasında kontrol örneklerinden daha parlak yüzeyler verdiği istatistiksel açıdan bulunmuştur.

5.3 Örneklerin Yüzey Pürüzlülük Değerlerine Ait Sonuçlar

Hızlandırılmış dış ortam testi öncesinde, tanen katkılı üst yüzey işlem uygulaması, örneklerin başlangıç yüzey pürüzlülüğünü kontrol örneklerine kıyasla azaltmıştır.

Valeks, mimoza ve kızılçam kabuk tanenli ve şeffaf ÜYM'li örneklerin pürüzlülük değerleri, hızlandırılmış dış ortam test süresi boyunca hafif artış eğilimi göstermiştir. Her üç tanen çözeltisi arasında 1512 saat sonunda en az pürüzlü yüzeyler genel olarak valeks ve kızılçam kabuk taneninde ve düşük konsantrasyon seviyelerinde gözlenmiştir.

Kontrol örneklerinin pürüzlülük değerleri test süresi boyunca sürekli artış halindedir.

Tanen + şeffaf ÜYM'li örnekler sadece ÜYM ile işlem gören örneklere kıyasla test sonunda daha düşük pürüzlülük değerleri vermiştir. Sonuç olarak tanen uygulaması ile hızlandırılmış dış ortam test faktörlerine karşı daha düzgün yüzeyler elde edilebileceği ortaya çıkmıştır. Yüzeyleri opak boya ile kaplanan örnekler kontrol örneklerine kıyasla daha düzgün yüzeyler vermiştir. Tanen katkılı opak uygulaması sadece opak boya ile yüzeyi kaplanan örneklere kıyasla daha pürüzlü yüzeyler göstermiştir.

Valeks tanenli örneklerde pürüzlülük değerleri, Basit Varyans Analizindeki Duncan homojenlik sonuçlarına göre, Kontrol > ÜYM > %0,1 Valeks+OPAK = %0,5 Valeks+OPAK = %1 Valeks+OPAK > %0,5 Valeks+ÜYM = %1 Valeks+ÜYM ≥ OPAK ≥ %0,1 Valeks+ÜYM şeklindedir.

Pürüzlülük mimoza tanenli örneklerde, Kontrol > ÜYM ≥ %0,5 Mimoza+OPAK = %1 Mimoza+OPAK = %3 Mimoza+OPAK ≥ %1 Mimoza+ÜYM ≥ %0,5 Mimoza+ÜYM > %3 Mimoza+ÜYM = OPAK şeklinde olmuştur.

Pürüzlülük değerleri kızılçam kabuk tanenli örneklerde, Kontrol > ÜYM > %0,1 KÇ+OPAK = %0,5 KÇ+OPAK = %1 KÇ+OPAK ≥ %1 KÇ+ÜYM ≥ OPAK ≥ %0,1 KÇ+ÜYM = %0,5 KÇ+ÜYM şeklindedir.

Duncan homojenlik sonuçları, kontrol örneklerinin test örneklerinden daha pürüzlü yüzeyler verdiğini, tanen + opak'lı örneklerin tanen +ÜYM'li örneklerden daha pürüzlü yüzeyler sergilediğini ve genel olarak konsantrasyon artışının pürüzlülüğü arttırdığını göstermiştir.

5.4 Örneklerin Makroskopik Değişimlerine Ait Sonuçlar

Test başından sonuna kadar yapılan 0-10 arasında puanın verildiği gözlemsel değerlendirmeler sonucunda kontrol örneklerinin ortalama puanı 4,87 olarak bulunmuştur. Bu örneklerde 48. saatten itibaren çatlak oluşumu ve yüzey deformasyonları görülmüştür. Test sonuna doğru çatlaklar daha derin ve sayıca giderek artan bir şekilde devam etmiştir. ÜYM uygulanan örnekler 8,67'lik ortalama puan almıştır. Bu örneklerde 504 saatin sonundan itibaren çatlak oluşumu gözlenmeye başlanmıştır. %0,5 ve %1 konsantrasyonlu valeks tanenli örnekler hariç diğer tüm gruplarda örnek yüzeylerinde gözle görülebilen herhangi bir çatlak ve deformasyon oluşmamış ve örnekler ortalama 10 puan almıştır. %0,5 ve %1 konsantrasyonlu valeks tanenli örneklerde 1344 saat sonunda küçük çatlaklar oluşmaya başlamıştır. Opak boyalı tüm gruplarda örnek yüzeylerinde gözle görülebilen herhangi bir çatlak ve deformasyon oluşmamış ve örneklerin hepsi ortalama 10 puan almıştır. Görsel değerlendirme renk ve parlaklık ölçümleri ile uyumludur. Opak boyalı örnekler hızlandırılmış yaşlandırma test faktörlerine karşı oldukça dayanıklı çıkmıştır. Dolayısı ile opak boyaya ilave bir katkı maddesinin katılmasına gerek duyulmadığı belirlenmiştir. Opak boyalı örneklerde yaşlandırma ile renk daha çok açılmış ve beyazlaşma gözlenmiştir. Örneklerde makroskopik olarak gözlenen koyulaşma veya açılma, sarımsı ve kırmızımsı renkler ΔL^* , Δa^* ve Δb^* değerlerindeki değişimler ile uyumludur. Parlaklık hızlandırılmış dış ortam test süresi boyunca azalmıştır. Kontrol ve ÜYM ile yüzeyleri kaplanan örnekler ile kontrol örneklerinde gözlenen yoğun çatlaklar yüzeylerin daha pürüzlü olmasına sebebiyet vermiştir.

Bu çalışmamızdaki sonuçlara dayanarak şeffaf üst yüzey işlem maddelerine bitkisel esaslı UV absorbe edici tanenler katılarak elde edilen ürünlerin pigment v.b.

kimyasal içeren üst yüzey işlem maddelerine alternatif olduğu görülmüştür. Günümüzde insan sağlığına ve çevre kirliliğine neden olan ürünlerin yasaklanıp yerine doğa dostu ürünler tercih edilme oranı her geçen gün artmaktadır. Mevcuttaki şeffaf üst yüzey işlem maddelerinin koruyuculuk özellikleri pigment esaslı v.b. kimyasal içeren koruyuculara göre daha zayıftır. Organik ucuz ve çevre dostu bu tanenlerin mevcut kullanılan şeffaf üst yüzey işlem maddelerine katılarak koruyuculuk özellikleri artırıldığı görülmüştür. Renk stabilitesinin önemli olduğu yerlerde yüksek konsantrasyon, parlaklık ve yüzey pürüzlüğünün arandığı yerlerde ise düşük konsantrasyon seviyeleri tavsiye edilir. UV absorbe edici olarak en iyi sonuçları valeks vekızılçam tanenlerinden alınmıştır. Bu tanenleri elde edebileceğimiz ağaçlar ülkemizde yaygın olarak bulunmaktadır. Ülkemizdeki diğer yaygın olarak görülen ağaç türlerinin tanenleri içinde denenebilir. Bu çalışmada sarıçam örnekleri kullanılmıştır. Aynı çalışmayı dış mekanda ağırlıklı kullanılan egzotik ağaçlarda yapılabilir. Opak boyanın UV absorbe edici kimyasal maddeye gerek kalmadan kendisi hızlandırılmış dış ortam test faktörlerine karşı oldukça iyi dayanım sergilemiş olduğu görülüp herhangi bir katkıya gerek duyulmadığı gözlemlenmiştir.

KAYNAKLAR

Ahşap Üzerine Betimlemeler. Erişim: 05.05.2018. <http://www.sabittuncel.com/ahsap-uzerine-betimlemeler>.

Allen, N. S., Edge, M., Ortega, A., Liauw, C. M., Stratton, J., & McIntyre, R. B. (2002). Behaviour of Nanoparticle (Ultrafine) Titanium Dioxide Pigments and Stabilisers on The Photooxidative Stability of Water Based Acrylic and Isocyanate Based Acrylic Coatings. *Polymer Degradation and Stability*, 78(3), 467-478

Aloui, F., Ahajji, A., Irmouli, Y., George, B., Charrier, B., & Merlin, A. (2007). Inorganic UV Absorbers for The Photostabilisation of Wood-Clearcoating Systems: Comparison with Organic UV Absorbers. *Applied Surface Science*, 253(8), 3737-3745.

Anderson, E. L., Pawlak, Z., Owen, N. L., & Feist, W. C. (1991). Infrared Studies of Wood Weathering. Part I: Softwoods. *Applied Spectroscopy*, 45(4), 641-647.

Anttila, A. K., Pirttilä, A. M., Häggman, H., Harju, A., Venäläinen, M., Haapala, A., & Julkunen-Tiitto, R. (2013). Condensed Conifer Tannins As Antifungal Agents in Liquid Culture. *Holzforschung*, 67(7), 825-832.

ASTM D358-98. (2006). Standard Specification for Wood to Be Used as Panels in Weathering Tests of Coatings, American Society for Testing and Materials.

ASTM D4214-07. (2015). Standard Test Methods for Evaluating the Degree of Chalking of Exterior Paint Films, American Society for Testing and Materials.

ASTM D660-93. (2011). Standard Test Method for Evaluating Degree of Checking of Exterior Paints, American Society for Testing and Materials.

ASTM D661-93. (2011). Standard Test Method for Evaluating Degree of Cracking of Exterior Paints, American Society for Testing and Materials.

ASTM D662-93. (2011). Standard Test Method for Evaluating Degree of Erosion of Exterior Paints, American Society for Testing and Materials.

ASTM D714-02. (2017). Standard Test Method for Evaluating Degree of Blistering of Paints, American Society for Testing and Materials.

ASTM D772-86. (1993). Standard Test Method for Evaluating Degree of Flaking (Scaling) of Exterior Paints, American Society for Testing and Materials.

ASTM G154. (2006). Standard Practice for Operating Fluorescent Light Apparatus for UV Exposure of Nonmetallic Materials, American Society for Testing and Materials.

Bate-Smith, E. C. (1962). The Phenolic Constituents of Plants and Their Taxonomic Significance. I. Dicotyledons. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 58(371), 95-173.

Baysal, E., Dizman Tomak, E., Ozbey, M., & Altin, E. (2014). Surface Properties of Impregnated and Varnished Scots Pine Wood After Accelerated Weathering. *Coloration Technology*, 130(2), 140-146.

Blanchard, V., & Blanchet, P. (2011). Color Stability for Wood Products During Use: Effects of Inorganic Nanoparticles. *Bio Resources*, 6(2), 1219-1229.

Bozkurt, A. Y., & Erdin, N. (1997). *Ağaç Teknolojisi Ders Kitabı*, İstanbul Üniversitesi.

- Bozkurt, A. Y., Göker, Y., & Erdin, N.** (1993). *Emprenye Tekniği*, İstanbul Üniversitesi.
- Bozkurt, A.Y. & Erdin N.** (2000). *Odun Anatomisi*. İstanbul, İstanbul Üniversitesi.
- Bridson, J. H., Kaur, J., Zhang, Z., Donaldson, L., & Fernyhough, A.** (2015). Polymeric Flavonoids Processed with Co-Polymers As UV and Thermal Stabilisers for Polyethylene Films. *Polymer degradation and stability*, 122, 18-24.
- Calegari, L., Lopes, P. J. G., Santana, G. M., Stangerlin, D. M., De Oliveira, E., & Gatto, D. A.** (2014). Eficiência De Extrato Tânico Combinado Ou Não Com Ácido Bórico Na Proteção Da Madeira De Ceiba Pentandra Contra Cupim Xilófago. *Floresta E Ambiente Journal*, 44(1), 43-52.
- Chang, T. C., Hsiao, N. C., Yu, P. C., & Chang, S. T.** (2015). Exploitation of Acacia Confusa Heartwood Extract as Natural Photostabilizers. *Wood Science and Technology*, 49(4), 811-823.
- Chang, T. C., Lin, H. Y., Wang, S. Y., & Chang, S. T.** (2014). Study on Inhibition Mechanisms of Light-Induced Wood Radicals by Acacia Confusa Heartwood Extracts. *Polymer Degradation and Stability*, 105, 42-47.
- Çakıcıer, N.** (2007). *Ağaç Malzeme Yüzey İşlem Katmanlarında Yaşlanma Sonucu Belirlenen Değişiklikler*, (Doktora Tezi), İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Çakıcıer, N., Korkut, S., Korkut, D. S., Kurtoğlu, A., & Sönmez, A.** (2011). Effects of QUV Accelerated Aging on Surface Hardness, Surface Roughness, Glossiness, and Color Difference for Some Wood Species. *International Journal of Physical Sciences*, 6(8), 1929-1939.
- Deka, M., & Petric, M.** (2008). Photo-Degradation of Water Borne Acrylic Coated Modified and Non-Modified Wood During Artificial Light Exposure. *Bio Resources*, 3(2), 346-362.
- Demirci, Z., Sonmez, A., & Budakçı, M.** (2013). Effect of Thermal Ageing On The Gloss and The Adhesion Strength of The Wood Varnish Layers. *Bioresources*, 8(2), 1852-1867.
- Dirol, D., Scalbert A.** (1991). "Improvement of Wood Decay Resistance by Tannin Impregnation", *22nd Annual Meeting*, Kyoto, IRG-WP, Mayıs 20-24
- Dyo ürün bilgi formu.** Erişim: 05.01.2017. <http://www.dyo.com.tr/dyo/doc/993-massiveline-tr.pdf>.
- Evans, P., Chowdhury, J.M., Mathews, B., Schmalzl, K., Ayer, S., Kiguchi, M., & Kataoka, Y.** (2005). *Handbook of Environmental Degradation of Materials*. New York.
- Feist, W.C.** (1983). *Weathering and Protection of Wood*, Kansas City.
- Feist, W.C., & Hon, D.N.S.** (1984). *The Chemistry of Solid Wood*,. Washington.
- Galiñanes, C., Freire, M. S., & González-Álvarez, J.** (2015). UV Protection Effects of Phenolic Extracts from Chestnut Fruit and Forest Industries Residues. *European Journal of Wood and Wood Products*, 73(6), 731-739.
- George, B., Suttie, E., Merlin, A., & Deglise, X.** (2005). Photodegradation and Photostabilisation of Wood—The State of The Art. *Polymer Degradation and Stability*, 88(2), 268-274.
- Gönültaş, O.** (2013). *Doğu Ladini (Picea orientalis) ve Meşe (Quercus spp.) Kabukları Tanenin Biotutkal Üretiminde Kullanılması*, (Doktora Tezi), İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Grigsby, W. J., Bridson, J. H., & Schrade, C.** (2015). Modifying Biodegradable Plastics with Additives Based on Condensed Tannin Esters. *Journal of Applied Polymer Science*, 132(11).

- Hafizoğlu, H., & Deniz, İ.** (2012). *Odun Kimyası Ders Notları*, (Basılmamış). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Hart, J. H., & Hillis, W. E.** (1972). Inhibition of Wood-Rotting Fungi by Ellagitannins In The Heartwood of *Quercus alba*. *Phytopathology*, 62(6), 620-626.
- Haslam, E.** (1989), *Plant Polyphenols*, Cambridge University Press, Cambridge, U.K.
- Hayoz, P., Peter, W., & Rogez, D.** (2003). A New Innovative Stabilization Method for The Protection of Natural Wood. *Progress in Organic Coatings*, 48(2-4), 297-309.
- Hill, C. A.** (2007). *Wood Modification: Chemical, Thermal and Other Processes*, England.
- Hu, J., Li, X., Gao, J., & Zhao, Q.** (2009). Ageing Behavior of Acrylic Polyurethane Varnish Coating in Artificial Weathering Environments. *Progress in Organic Coatings*, 65(4), 504-509.
- ISO 4287:1997.** Geometrical Product Specifications (GPS) - Surface texture: Profile Method-Terms, Definitions and Surface Texture Parameters. Geneva, Switzerland.
- Jirous-Rajkovic, V., Bogner, A., & Radovan, D.** (2004). The Efficiency of Various Treatments in Protecting Wood Surfaces Against Weathering. *Surface Coatings International Part B: Coatings Transactions*, 87(1), 15-19.
- Jotun Teknik Föy.** Erişim: 2017. <https://www.jotun.com/tr/tr/b2b/technical-info/tds/>.
- Kartal, S.N.** (1992). Odun Degradasyonunda Güneş Işığı ve Su Etkileri, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 42, 169-176.
- Kılıç, A., & Hafizoğlu, H.** (2009). Açık Hava Koşullarının Ağaç Malzemenin Kimyasal Yapısında Meydana Getirdiği Değişimler ve Alınacak Önlemler. *Turkish Journal of Forestry*, 2, 175-183.
- Kielmann, B. C., & Mai, C.** (2016). Application and Artificial Weathering Performance of Translucent Coatings on Resin-Treated and Dye-Stained Beech-Wood. *Progress in Organic Coatings*, 95, 54-63.
- Kocafe, D., & Saha, S.** (2012). Comparison of The Protection Effectiveness of Acrylic Polyurethane Coatings Containing Bark Extracts on Three Heat-Treated North American Wood Species: Surface Degradation. *Applied Surface Science*, 258(13), 5283-5290.
- Kurtoğlu, A.** (2000). *Ağaç Malzeme Yüzey İşlemleri*, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi.
- Laks, P. E., McKaig, P. A., & Hemingway, R. W.** (1988). Flavonoid Biocides: Wood Preservatives Based on Condensed Tannins. *Holzforschung-International Journal of the Biology, Chemistry, Physics and Technology of Wood*, 42(5), 299-306.
- Liu, R., Ruddick, J. N. R., & Jin, L.** (1994). The Influence of Copper (II) Chemicals on The Weathering of Treated Wood, 1: ACQ Treatment of Wood on Weathering. *Document-the International Research Group on Wood Preservation*, 35, 201.
- Meijer, M.** (2001). Review on the Durability of Exterior Wood Coatings with Reduced VOC-Content, *Progress in Organic Coatings*, 43, 217-225.
- Miklečić, J., Turkulin, H., & Jirouš-Rajković, V.** (2017). Weathering Performance of Surface of Thermally Modified Wood Finished with Nanoparticles-Modified Waterborne Polyacrylate Coatings. *Applied Surface Science*, 408, 103-109.
- Militz, H., & Homan, W. J.** (1993). The Use of Natural and Synthetical Tannins to Improve the Dimensional Stability and Durability of Beechwood (*Fagus*

sylvatica). Document-the International Research Group on Wood Preservatio, 41, 215.

N. Erdin., (2009). *Ahşap Konservasyonu*, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.

Nzokou, P., & Kamdem, D. P. (2006). Influence of Wood Extractives on The Photo Discoloration of Wood Surfaces Exposed to Artificial Weathering. *Color Research & Application*, 31(5), 425-434.

Örs, Y., & Keskin, H. (2001). *Ağaç Malzeme Bilgisi*. Atlas Yayın, İstanbul.

Özgenç, Ö. 2014. *Doğu Karadeniz Bölgesi Yayla Evlerinde Kullanılan Ahşap Malzemenin Dış Hava Koşullarına Karşı Dayanımının Arttırılması*, (Doktora Tezi), Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Özgenç, Ö., Kuştaş, S., & Durmaz, S. Ağaç Kabuk Ekstraktı İçeren Su Bazlı Akrilik Yüzey Sistemlerinin Dış Ortam Koşullarındaki Dayanımı. *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*, 6(3), 41-51.

Pandey, K. K. (2005). A Note on The Influence of Extractives on The Photo-Discoloration and Photo-Degradation of Wood. *Polymer Degradation and Stability*, 87(2), 375-379.

Pastore, T. C., Santos, K. O., & Rubim, J. C. (2004). A Spectrocolorimetric Study on The Effect Of Ultraviolet Irradiation of Four Tropical Hardwoods. *Bioresource technology*, 93(1), 37-42.

Perera, D. Y. (2003). Physical Ageing of Organic Coatings. *Progress in organic coatings*, 47(1), 61-76.

Ramírez, M. G. L., Ruiz, H. G. O., Arzate, F. N., Gallegos, M. A. C., & Enriquez, S. G. (2012). Evaluation of Fungi Toxic Activity of Tannins and A Tannin-Copper Complex from The Mesocarp of Cocos Nucifera Linn. *Wood and Fiber Science*, 44(4), 357-364.

Saha, S., Kocaefe, D., Boluk, Y., & Pichette, A. (2011). Enhancing Exterior Durability of Jack Pine By Photo-Stabilization of Acrylic Polyurethane Coating Using Bark Extract. Part 1: Effect of UV on Color Change and ATR-FTIR Analysis. *Progress in Organic Coatings*, 70(4), 376-382.

Saha, S., Kocaefe, D., Boluk, Y., Mshvildadze, V., Legault, J., & Pichette, A. (2013). Boreal Forest Conifer Extracts: Potential Natural Additives for Acrylic Polyurethane Coatings for The Protection of Heat-Treated Jack Pine. *Journal of Coatings Technology and Research*, 10(1), 109-122.

Schaller, C., Rogez, D., & Braig, A. (2008). Hydroxyphenyl-s-triazines: Advanced Multipurpose UV-absorbers for Coatings. *Journal of Coatings Technology and Research*, 5(1), 25-31.

Schaller, C., Rogez, D., & Braig, A. (2009). Hindered Amine Light Stabilizers in Pigmented Coatings. *Journal of Coatings Technology and Research*, 6(1), 81-88.

Schaller, C., Rogez, D., & Braig, A. (2012). Organic & İnorganic Light Stabilizers for Waterborne Clear Coats: a Fair Comparison. *Journal of Coatings Technology and Research*, 9(4), 433-441.

Sen, S., Tascioglu, C., & Tırak, K. (2009). Fixation, Leachability, and Decay Resistance of Wood Treated With Some Commercial Extracts and Wood Preservative Salts. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 63(2), 135-141.

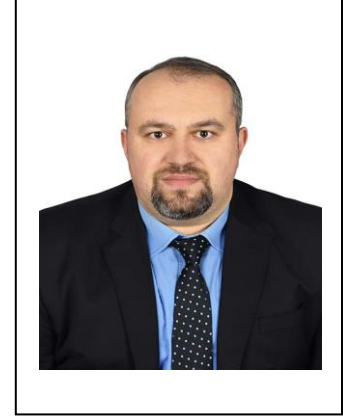
Singh, R. P., Tomer, N. S., & Bhadraiah, S. V. (2001). Photo-Oxidation Studies on Polyurethane Coating: Effect of Additives on Yellowing of Polyurethane. *Polymer degradation and stability*, 73(3), 443-446.

Singh, T., & Singh, A. P. (2012). A Review on Natural Products as Wood Protectant. *Wood Science and Technology*, 46(5), 851-870.

- Sönmez, A.** (2000). *Ağaç işlerinde Üstyüzey İşlemleri Hazırlık ve Renklendirme*. Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Ankara.
- Şen, S.** (2001). *Bitki Fenollerinin Odun Koruma Etkinliklerinin Belirlenmesi*, (Doktora Tezi), Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak.
- Şen, S., & Hafizoğlu, H.** (2008). Bazı Bitkisel Ekstraktların Toprakla Temasta Odun Koruyucu Etkinliklerinin Belirlenmesi. *Düzce Üniversitesi Ormancılık Dergisi*, 4(1-2), 69-82.
- Şen, S., Hafizoğlu, H., & Dıġrak, M.** (2002). Bazı Bitkisel Ekstraktların Fungisit Olarak Odun Koruyucu Etkilerinin Araştırılması. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 5(1), 99-110.
- Tascioġlu, C., Yalcin, M., de Troya, T., & Sivrikaya, H.** (2012). Termiticidal Properties of Some Wood and Bark Extracts Used as Wood Preservatives. *BioResources*, 7(3), 2960-2969.
- Tascioġlu, C., Yalcin, M., Sen, S., & Akcay, C.** (2013). Antifungal Properties of Some Plant Extracts Used As Wood Preservatives. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 85, 23-28.
- Temiz, A.** (2005). *Benzetilmiş Dış Hava Koşullarının Emprenyeli Ağaç Malzemeye Etkileri*, (Doktora Tezi), Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Temiz, A., Yildiz, U. C., Aydin, I., Eikenes, M., Alfredsen, G., & Çolakoglu, G.** (2005). Surface Roughness and Color Characteristics of Wood Treated With Preservatives After Accelerated Weathering Test. *Applied surface science*, 250(1-4), 35-42.
- Thébault, M., Pizzi, A., Essawy, H. A., Barhoum, A., & Van Assche, G.** (2015). Isocyanate Free Condensed Tannin-Based Polyurethanes. *European Polymer Journal*, 67, 513-526.
- Tišler, V., Ruparčič, M., & Sertić, V.** (2000). Impact of UV-rays on Stain Durability of Various Wood Species. *Drvna Industrija Journal*, 51(2), 77-83.
- Tondi, G., Palanti, S., Wieland, S., Thevenon, M. F., Petutschnigg, A., & Schnabel, T.** (2012). Durability of Tannin-Boron-Treated Timber. *Bio Resources*, 7(4), 5138-5151.
- Tondi, G., Schnabel, T., Wieland, S., & Petutschnigg, A.** (2013). Surface Properties of Tannin Treated Wood During Natural and Artificial Weathering. *International Wood Products Journal*, 4(3), 150-157.
- Topgul, A., Baysal, E., Toker, H., Göktaş, O., Çolak, M., Şimşek, H., & Peker, H.** (2009). Some Surface Properties of Wood Treated With Boron Compounds After Accelerated Weathering. *In 4th international boron symposium*, Ekim 15-17.
- Ustaömer, D.** (2008). *Çeşitli Yanmayı Geciktirici Kimyasal Maddelerle Muamele Edilerek Üretilmiş Orta Yoğunluktaki Liflevhaların (MDF) Özelliklerindeki Değişimlerin Belirlenmesi*, (Doktora Tezi), Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Williams, R.S.** (2005). *Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites*, Florida.
- Yalcin, M.** (2018). Surface Glossiness Properties of Wood Impregnated with Some Plant Extracts. *Journal Of The Faculty Of Forestry-Istanbul University*, 68(1), 61-69.
- Yalcin, M., & Ceylan, H.** (2017). The Effects of Tannins on Adhesion Strength and Surface Roughness of Varnished Wood After Accelerated Weathering. *Journal of Coatings Technology and Research*, 14(1), 185-193.

- Yalcin, M., Pelit, H., Akcay, C., & Cakicier, N.** (2017). Surface Properties of Tannin Impregnated and Varnished Beech Wood After Exposure to Accelerated Weathering. *Coloration Technology*, 133(4), 334-340.
- Yalinkiliç, M. K., Ilhan, R., Imamura, Y., Takahashi, M., Demirci, Z., Yalmkiliç, A. C., & Peker, H.** (1999). Weathering Durability of CCB-impregnated Wood for Clear Varnish Coatings. *Journal of Wood Science*, 45(6), 502-514.
- Yamaguchi, H., & Okuda, K. I.** (1998). Chemically Modified Tannin and Tannin-Copper Complexes as Wood Preservatives. *Holzforschung-International Journal of the Biology, Chemistry, Physics and Technology of Wood*, 52(6), 596-602.
- Yildiz, S., Tomak, E. D., Yildiz, U. C., & Ustaomer, D.** (2013). Effect of Artificial Weathering on the Properties of Heat Treated Wood. *Polymer degradation and stability*, 98(8), 1419-1427.
- Yildiz, Ü.C.**(2005). *Odun Koruma Ders Notlari (Basilmamiş)*. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Zhou, S., Wu, L., Xiong, M., He, Q., & Chen, G.** (2005). Dispersion and UV- VIS Properties of Nanoparticles in Coatings. *Journal of dispersion science and technology*, 25(4), 417-433.

ÖZGEÇMİŞ



Ad-Soyad :Ferhat ARICAN
Doğum Tarihi ve Yeri :02.06.1982 Gölköy
E-posta :ferhatarıcan@hotmail.com

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2004, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- Baras Yapı / Genel Müdür Yardımcısı / 06.2013 –Devam ediyor
- Okullar Dış Ticaret / Satış ve Pazarlama Müdürü / 09.2010- 06.2013
- Koç Büro Mobilyaları / Üretim Müdürü / 12.2006 – 08.2010
- Askerlik Görevi / Yedek Subay Tim Komutanı / 11.2005 – 11.2006
- Erdem Büro Mobilyaları / Üretim Planlama Uzmanı / 07.2004 – 11.2005
- 215O116-Ahşabın Dış Ortam Koşullarına Karşı Dayanıklılığının Tanen Katkılı Üst Yüzey İşlem Maddesi ile Arttırılması, Tubitak Projesi, Proje Bursiyeri, 2016-2017.

DİĞER ESERLER, SUNUMLAR VE PATENTLER:

- E.D. Tomak, F. Arıcan, O. Gonultas, E.D. Sam, 2018, Influence of Tannin Containing Coatings on Weathering Resistance of Wood : Water Based Transparent and Opaque Coatings, Polymer Degradation and Stability, 151, 152-159. DOI: <https://DOI.org/10.1016/j.polyimdeggradstab.2018.03.011>