



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

**MİMOZA (*Acacia mollissima*) VE KEBRAKO (*Schinopsis lorentzii*)  
TANENLERİ İLE EMPRENYE EDİLEN AHŞAP MALZEMELERİN  
ÜST YÜZEY İŞLEMLERİNE UYGUNLUKLARININ  
ARAŞTIRILMASI**

**HEDİYE CEYLAN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN  
YRD. DOÇ. DR. MESUT YALÇIN**

**DÜZCE, 2016**

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

**MİMOZA (*Acacia mollissima*) VE KEBRAKO (*Schinopsis lorentzii*)  
TANENLERİ İLE EMPRENYE EDİLEN AHŞAP MALZEMELERİN  
ÜST YÜZEY İŞLEMLERİNE UYGUNLUKLARININ  
ARAŞTIRILMASI**

Hediye CEYLAN tarafından hazırlanan tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Tez Danışmanı**

Yrd. Doç. Dr. Mesut YALÇIN  
Düzce Üniversitesi

**Jüri Üyeleri**

Yrd. Doç. Dr. Mesut YALÇIN  
Düzce Üniversitesi

Doç. Dr. Hüseyin SİVRİKAYA  
Bartın Üniversitesi

Prof. Dr. Cihat TAŞÇIOĞLU  
Düzce Üniversitesi

Tez Savunma Tarihi: 21/12/2016

## BEYAN

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

12 Aralık 2016

Hediye CEYLAN

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimimde ve bu tezin yürütülmesi sırasında, değerli bilimsel uyarı ve önerilerinden yararlandığım çok değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Mesut YALÇIN'a her türlü destek ve yardımlarından dolayı en içten dileklerle teşekkür ederim.

Çalışmanın önemli aşamaları, Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü laboratuvarlarında yapılmıştır. Üst yüzey işlemleri Laboratuvarlarının kullanımında yardımlarını esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Nevzat ÇAKICIER hocama ve cihazların Vernik uygulamalarında yardımlarını esirgemeyen Dual Boya Vernik San. Tic. Şti. ve Mete AKTER bey'e, renk testlerinin yapılmasında yardımlarını esirgemeyen Bartın Orman Fakültesinden sayın Doç. Dr. Hüseyin SİVRİKAYA hocama, İstatistik analizlerin yapılmasında Düzce Üniversitesi Teknoloji Fakültesinden Yrd. Doç. Dr. Hüseyin PELİT hocama teşekkürlerimi sunarım.

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

Bu tez çalışması, Düzce Üniversitesi BAP-2014.02.03.262 numaralı Bilimsel Araştırma Projesiyle desteklenmiştir.

**Aralık 2016**

**Hediye CEYLAN**

# İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
İÇİNDEKİLER.....	V
ŞEKİL LİSTESİ.....	VII
ÇİZELGE LİSTESİ.....	IX
KISALTMALAR.....	XI
SİMGELER .....	XII
ÖZET .....	XIII
ABSTRACT .....	XIV
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 AHŞAP MALZEMİYİ DIŞ MEKANDA VE İÇ MEKANDA ETKİLEYEN     ETMENLER.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2 DOĞAL OLARAK ODUN KORUYUCU ÖZELLİĞE SAHİP BİTKİSEL     EKSTRAKTLAR VE TANENLER .....</b>	<b>3</b>
1.2.1 Mimoza ( <i>Acacia mollissima, Acacia pycnantha</i> ).....	4
1.2.2 Kebrako ( <i>Schinopsis lorentzii</i> ) .....	5
<b>1.3 ÜST YÜZEY İŞLEMLERİ .....</b>	<b>5</b>
1.3.1 Poliüretan Vernik .....	5
1.3.2 Selülozik Vernik.....	6
1.3.3 Su Bazlı Vernikler.....	7
<b>2. MATERYAL VE YÖNTEM.....</b>	<b>8</b>
2.1 AĞAÇ TÜRÜ .....	8
2.2 EMPRENYE MADDELERİ.....	8
2.3 VERNİKLEME.....	9
2.4 HIZLANDIRILMIŞ YAŞLANDIRMA İŞLEMİ.....	10
2.5 YAPIŞMA DİRENCİ .....	12
2.6 YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ.....	13
2.7 ÇİZİLME TESTİ.....	13
2.8 SALINIMSAL SERTLİK .....	14
2.9 RENK ÖLÇÜMLERİ.....	14
2.10 İSTATİSTİK ANALİZ.....	15

2.11 TEMAS AÇISI ÖLÇÜMÜ .....	15
2.12 TARAMALI ELEKTRON MİKROSKOBU (SEM).....	15
<b>3. BULGULAR VE TARTIŞMA .....</b>	<b>16</b>
3.1 RETENSİYON MİKTARINA AİT BULGULAR VE TARTIŞMA .....	16
3.2 YAPIŞMA DİRENCİNE AİT BULGULAR VE TARTIŞMA .....	16
3.3 YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNE AİT BULGULAR VE TARTIŞMA .....	22
3.4 ÇİZİLME TESTİNE AİT BULGULAR VE TARTIŞMA .....	28
3.5 SALINIMSAL SERTLİĞİNE AİT BULGULAR VE TARTIŞMA .....	32
3.6 RENK DEĞİŞİMLERİNE AİT BULGULAR VE TARTIŞMA .....	39
3.6.1 KIRMIZI RENK DEĞERİ (a*) .....	39
3.6.2 SARI RENK DEĞERİ (b*).....	45
3.6.3 RENK PARLAKLIK (IŞIKLILIK) DEĞERİ (L*).....	51
3.6.4 TOPLAM RENK DEĞİŞİMİ ( $\Delta E^*$ ) .....	58
<b>4. SONUÇ .....</b>	<b>63</b>
<b>5. KAYNAKLAR.....</b>	<b>71</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>78</b>

## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa No

Şekil 2.1. Emprenye işleminin yapıldığı düzenek ve emprenye sonrası numunelerin yaş hali. ....	9
Şekil 2.2. Yaşlandırma cihazına örneklerin yerleştirilmesi. ....	10
Şekil 2.3. Poliüretan verniği uygulanmış deney örnekleri. ....	11
Şekil 2.4. Selülozik vernik uygulanmış deney örnekleri. ....	11
Şekil 2.5. Su bazlı vernik uygulanmış deney örnekleri. ....	11
Şekil 2.6. Yapışma direnci ölçüm cihazı. ....	12
Şekil 2.7. Çekme aparatlarının sıkıştırma aleti ile sıkıştırılması. ....	12
Şekil 2.8. Yüzey pürüzlülüğü ölçüm cihazı. ....	13
Şekil 2.9. Çizilme direnci ölçüm cihazı. ....	14
Şekil 2.10. Çizilme direnci ölçümü sonrası numunenin görünümü. ....	14
Şekil 3.1. Kebrako (%10) ve mimoza (%10) ekstraktları ile emprenye edilen ve emprenyesiz kayın odunu temas açılarındaki değişim. ....	18
Şekil 3.2. Emprenyesiz ve emprenyeli yüzeylerin görünümü. a: Emprenyesiz ve verniksiz kayın odun örneği yüzeyi, b: %10 kebrako taneni ile emprenye edilmiş ve verniksiz kayın odunu yüzeyi. ....	19
Şekil 3.3. Su bazlı vernik ile muamele edilen ve yaşlandırma işlemine tabi tutulan örneğin yüzeyine ait SEM görüntüsü. ....	20
Şekil 3.4. Emprenyeli ve emprenyesiz örneklere ait enine kesit SEM görüntüsü, a: Emprenyesiz, poliüretan vernik ile kaplanan ve 300 saat yaşlandırılmış örnek; b: % 10'luk kebrako tanen ile muamele edilmiş ve poliüretan vernik ile kaplanmış örnek. ..	22
Şekil 3.5. Emprenye işlemi uygulanmış ve uygulanmamış örneklerle ait yüzey görüntüsü. (a: Emprenye edilmemiş, poliüretan verniği uygulanmış yüzey; b: emprenye edilmiş, poliüretan verniği uygulanmış yüzey). ....	24
Şekil 3.6. Çizilme direnci: (A) Poliüretan vernik. ....	31
Şekil 3.7. Çizilme direnci (B) Selülozik vernik. ....	31
Şekil 3.8. Çizilme direnci (C) Su bazlı vernik. ....	32
Şekil 3.9. Salınımsal Sertlik, (A) Poliüretan vernik. ....	38
Şekil 3.10. Salınımsal Sertlik, (B) Selülozik vernik. ....	38
Şekil 3.11. Salınımsal Sertlik, (C) Su bazlı vernik. ....	38
Şekil 4.1. Emprenye türü, vernik türü ve yaşlandırma işleminin yapışma direnci (Adezyon) üzerine etkileri. ....	63
Şekil 4.2. Emprenye türü, vernik türü ve yaşlandırma işleminin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkileri. ....	64
Şekil 4.3. Emprenye türü, vernik türü ve yaşlandırma işleminin çizilme direnci üzerine etkileri. ....	65
Şekil 4.4. Emprenye türü, vernik türü ve yaşlandırma işleminin salınımsal sertlik (pandüllü) üzerine etkileri. ....	66
Şekil 4.5. Emprenye türü, vernik türü ve yaşlandırma işleminin kırmızı renk değişimi üzerine etkileri. ....	67
Şekil 4.6. Emprenye türü, vernik türü ve yaşlandırma işleminin renk parlaklık değişimi üzerine etkileri. ....	68
Şekil 4.7. Emprenye türü, vernik türü ve yaşlandırma işleminin sarı renk değişimi	

üzerine etkileri. ....	69
Şekil 4.8. Emprenye türü, vernik türü ve yaşlandırma işleminin toplam renk değişimi üzerine etkileri. ....	70





## ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 2.1. Verniklere ait uygulama parametreleri. ....	10
Çizelge 3.1. Emprenye maddelerine ait ortalama retensiyon miktarları.....	16
Çizelge 3.2. Yapışma direnci deneylerine ait varyans analiz sonuçları.....	17
Çizelge 3.3. Emprenye türünün yapışma direnci üzerine etkisi. ....	17
Çizelge 3.4. Vernik çeşidinin yapışma direnci üzerine etkisi.....	20
Çizelge 3.5. Yaşlandırma süresinin yapışma direnci üzerine etkisi. ....	21
Çizelge 3.6. Vernik çeşidi ve yaşlandırma süresi etkileşiminin yapışma direnci üzerine etkisi.....	22
Çizelge 3.7. Yüzey pürüzlülüğüne ait varyans analiz sonuçları. ....	23
Çizelge 3.8. Emprenye türünün yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi. ....	23
Çizelge 3.9. Vernik çeşidinin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi. ....	24
Çizelge 3.10. Yaşlandırma süresinin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi. ....	25
Çizelge 3.11. Emprenye türü ve vernik çeşidi etkileşiminin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi.....	25
Çizelge 3.12. Emprenye türü ve yaşlandırma süresi etkileşiminin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi. ....	26
Çizelge 3.13. Vernik çeşidi ve yaşlandırma süresi etkileşiminin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi. ....	27
Çizelge 3.14. Emprenye türü, vernik çeşidi ve yaşlandırma süresi etkileşiminin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi.....	27
Çizelge 3.15. Çizilme direncine ait varyans analiz sonuçları. ....	28
Çizelge 3.16. Emprenye türünün çizilme direnci üzerine etkisi. ....	28
Çizelge 3.17. Vernik çeşidinin çizilme direnci üzerine etkisi. ....	29
Çizelge 3.18. Yaşlandırma süresinin çizilme direnci üzerine etkisi. ....	29
Çizelge 3.19. Emprenye türü ve vernik çeşidi etkileşiminin çizilme direnci üzerine etkisi.....	30
Çizelge 3.20. Vernik çeşidi ve yaşlandırma süresi etkileşiminin çizilme direnci üzerine etkisi.....	31
Çizelge 3.21. Salınımsal sertliğine ait varyans analizi sonuçları.....	33
Çizelge 3.22. Emprenye türünün yüzey sertliği üzerine etkisi. ....	33
Çizelge 3.23. Vernik çeşidinin yüzey sertliği üzerine etkisi.....	34
Çizelge 3.24. Yaşlandırma süresinin yüzey sertliği üzerine etkisi. ....	35
Çizelge 3.25. Emprenye türü ve vernik çeşidi etkileşiminin yüzey sertliği üzerine etkisi. ....	35
Çizelge 3.26. Emprenye türü ve yaşlandırma süresi etkileşiminin yüzey sertliği üzerine etkisi.....	36
Çizelge 3.27. Vernik çeşidi ve yaşlandırma süresinin emprenye türü ve yaşlandırma süresi etkileşiminin yüzey sertliği üzerine etkisi. ....	36
Çizelge 3.28. Emprenye türü, vernik çeşidi ve yaşlandırma süresi etkileşiminin yüzey sertliği üzerine etkisi. ....	37
Çizelge 3.29. Kırmızı renk değerine ait varyans sonuçları. ....	39
Çizelge 3.30. Emprenye türünün kırmızı renk değerine etkisi. ....	40

Çizelge 3.31. Vernik çeşidinin kırmızı renk değerine etkisi.....	41
Çizelge 3.32. Yaşlandırma süresinin kırmızı renk değerine etkisi. ....	41
Çizelge 3.33. Emprenye türü ve vernik çeşidi etkileşiminin kırmızı renk değerine etkisi. ....	42
Çizelge 3.34. Emprenye türü ve yaşlandırma süresi etkileşiminin kırmızı renk değerine etkisi.....	43
Çizelge 3.35. Vernik çeşidi ve yaşlandırma süresi etkileşiminin emprenye türü ve yaşlandırma süresi etkileşiminin kırmızı renk değerine etkisi.....	43
Çizelge 3.36. Emprenye türü, vernik çeşidi ve yaşlandırma süresi etkileşiminin kırmızı renk değerine etkisi. ....	44
Çizelge 3.37 Emprenye türü, vernik çeşidi ve yaşlandırma süresi etkileşiminin ( $\Delta a^*$ ) toplam kırmızı renk değişimine etkisi. ....	45
Çizelge 3.38. Sarı renk değerine ait varyans sonuçları. ....	46
Çizelge 3.39. Emprenye türünün sarı renk değerine etkisi. ....	46
Çizelge 3.40. Vernik çeşidinin sarı renk değerine etkisi. ....	47
Çizelge 3.41. Yaşlandırma süresinin sarı renk değerine etkisi. ....	47
Çizelge 3.42. Emprenye türü ve vernik çeşidi etkileşiminin sarı renk değerine etkisi. ..	48
Çizelge 3.43 Emprenye türü ve vernik çeşidi etkileşiminin sarı renk değişimine etkisi.48	
Çizelge 3.44. Emprenye türü ve yaşlandırma süresi etkileşiminin sarı renk değerine etkisi.....	49
Çizelge 3.45 Vernik çeşidi ve yaşlandırma süresi etkileşiminin sarı renk değerine etkisi. ....	49
Çizelge 3.46. Emprenye türü, vernik çeşidi ve yaşlandırma süresi etkileşiminin sarı renk değerine etkisi. ....	50
Çizelge 3.47. Emprenye türü, vernik çeşidi ve yaşlandırma süresi etkileşiminin sarı renk ( $\Delta b^*$ ) değişimine etkisi. ....	51
Çizelge 3.48. Renk parlaklık değerine ait varyans sonuçları.....	52
Çizelge 3.49. Emprenye türünün renk parlaklık değerine etkisi.....	52
Çizelge 3.50. Vernik türünün renk parlaklık değerine etkisi. ....	53
Çizelge 3.51. Yaşlandırma süresinin renk parlaklık değerine etkisi.....	53
Çizelge 3.52. Emprenye türü ve vernik çeşidi etkileşiminin renk parlaklık değerine etkisi.....	54
Çizelge 3.53. Emprenye türü ve yaşlandırma süresi etkileşiminin renk parlaklık değerine etkisi.....	55
Çizelge 3.54 Emprenye türü ve vernik çeşidi etkileşiminin toplam renk parlaklık değişimine etkisi. ....	55
Çizelge 3.55. Vernik çeşidi ve yaşlandırma süresi etkileşiminin renk parlaklık değerine etkisi.....	56
Çizelge 3.56. Emprenye türü, vernik çeşidi ve yaşlandırma süresi etkileşiminin renk parlaklık değerine etkisi.....	57
Çizelge 3.57 Empreye türü, vernik türü ve yaşlandırma süresi etkileşiminin toplam renk parlaklık değişimi üzerine etkisi. ....	58
Çizelge 3.58. Toplam renk değişimine ait varyans sonuçları. ....	59
Çizelge 3.59. Emprenye türünün toplam renk değişimine etkisi.....	60
Çizelge 3.60. Vernik türünün toplam renk değişimine değerine etkisi.....	60
Çizelge 3.61. Emprenye türü ve vernik türü etkileşiminin toplam renk değişimine etkisi. ....	61
Çizelge 3.62 Empreye türü, vernik türü ve yaşlandırma süresi etkileşiminin toplam renk değişimi üzerine etkisi. ....	62

## KISALTMALAR

ASTM D	American Society for Testing and Materials
CCA	Bakır/Krom/Arsenik
DIN	Deutsch Institute Norm
dk.	Dakika
EN	European Standartd
ET	Ekstrakt Türü
pH	Potential of Hydrogen
TS EN	Türk Standartları Enstitüsü Euro Norm
UV	Ultraviole



## SİMGELER

A	Atmosfer
a*	Kırmızı tonu değeri
b*	Sarı tonu değeri
Cm	Santimetre
cm <sup>3</sup>	Santimetreküp
°C	Santigrat derece
ΔE*	Toplam renk değeri
g	Gram
Kg	Kilogram
L*	Işıklılık değeri
M	Örnek ağırlığı
M	Metre
m <sup>2</sup>	Metrekare
m <sup>3</sup>	Metreküp
Mm	Milimetre
µm	Milimikron
N	Newton
Pa	Paskal
Ra	Ortalama pürüzlülük

## ÖZET

### MİMOZA (*Acacia mollissima*) VE KEBRAKO (*Schinopsis lorentzii*) TANENLERİ İLE EMPRENYE EDİLEN AHŞAP MALZEMELERİN ÜST YÜZEY İŞLEMLERİNE UYGUNLUKLARININ ARAŞTIRILMASI

Hediye CEYLAN

Düzce Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Mesut YALÇIN

Aralık 2016, 92 sayfa

Bu projenin amacı, bazı bitkisel ekstraktlar ile emprenye edilen odunların üst yüzey işlemlere uygunluklarının tespit edilmesidir. Bu kapsamda böcek ve mantarlara karşı etkinliği daha önceden tespit edilen bitkisel ekstraktlardan, kebrako (*Schinopsis lorentzii*) odun ekstraktı ve mimoza (*Acacia mollissima*) kabuk ekstraktları emprenye maddesi olarak değerlendirilmiştir. Belirtilen bitkisel ekstraktlar kayın (*Fagus orientalis* L.) odun örneklerinden hazırlanacak deney örnekleriyle emprenye edilmiştir. Emprenye edilen odun örnekleri poliüretan, selülozik ve su bazlı vernikler ile muamele edilmiştir.. Üst yüzey işlemine tabi tutulan numuneler yaşlandırma işlemi uygulanmış ve yapışma direnci, yüzey pürüzlülüğü, çizilme testi, salınımsal sertlik ve renk testleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, ekstraktlar ile yapılan emprenye işlemi, yapışma direnci, yüzey pürüzlülüğü ve salınımsal sertlik özelliklerini olumsuz etkilerken, toplam renk değişimi, emprenye maddelerinin konsantrasyon seviyelerindeki artışla beraber artış göstermiştir. Vernik türleri bazında elde edilen sonuçlar incelendiğinde tüm testlerde poliüretan verniğinin diğer verniklere göre daha olumlu sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Yaşlandırma işleminin malzemenin yüzey pürüzlülüğü ve toplam renk değişimi üzerinde olumsuz etkileri gözlenirken, yapışma direnci, çizilme direnci ve salınımsal sertlik özelliklerinin 100 saatlik yaşlandırmada en olumlu sonuçların elde edildiği sonucuna varılmıştır.

**Anahtar sözcükler:** Ekstraktif madde, Hızlandırılmış yaşlandırma, Renk, Salınımsal sertlik, Üst yüzey işlemi, Vernik, Yüzey pürüzlülüğü, Çizilme, Yapışma direnci

## ABSTRACT

### INVESTIGATION OF THE SUITABILITY TO THE SURFACE TREATMENT OF WOOD MATERIALS IMPREGNATED WITH MIMOSA (*Acacia mollissima*) AND QUEBRACHO (*Schinopsis lorentzii*) TANNINS

Hediye CEYLAN

Düzce University

Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Forest Industry

Engineering

Master Thesis

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Mesut YALÇIN

November 2016, 92 pages

The objective of this study is to determine the effect to wood surface properties of some extracts. In this study, mimosa (*Acacia mollissima*), and quebracho (*Schinopsis lorentzii*) were tested as impregnation material. These extracts were used to impregnate beech (*Fagus orientalis* L.) wood specimens. Following the impregnation, the wood specimens were coated with polyurethane, cellulosic and water based varnishes. The finished specimens were exposed a QUV accelerated weathering tester for measuring surface adhesion resistance, surface roughness, hardness, scratch resistance, and color volues. Impregnation process made from extracts was effected negatively of surface adhesion resistance, surface roughness, hardness. Colar changes were rised with higher concentration levels of extracts. The polyurethane varnish has positive effect in the all surfaces tests, when the investigation of diferences between varnish species. While the colar and surface roughness were negatively effected with accelerated weathering process, surface adhesion resistance, hardness and scratch resistance were the most positivelly effected with accelerated weathering for 100 hours.

**Keywords:** Accelerated weathering, Adhesion resistance, Extractive, Coating, Colour, Hardness, Surface, Surface roughness, Scratch resistance, Varnish

# 1. GİRİŞ

Ahşap malzeme sahip olduğu üstün özellikleri nedeniyle günümüzde birçok kullanım yerinde önemini korumaktadır. Kişi başına tüketimin artması ve orman alanlarının gün geçtikçe azalması üretilen ağaç malzemenin uzun süre kullanılmasını zorunlu kılmaktadır. Ahşap malzemeler kullanım yerlerinde böcek ve mantar gibi biyotik faktörlerin yanı sıra UV ışınları, rüzgâr ve yağış gibi abiyotik faktörlerin etkisiyle teknik ve ekonomik kayıplara yol açmaktadır. Bu nedenlerden dolayı, iç ve dış mekânlardaki biyotik ve abiyotik faktörlere karşı ahşap malzemeyi korumak ve kullanım süresini arttırmak amacıyla birçok yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntemleri çeşitli koruyucu maddelerin emprenye edilmesi yoluyla kimyasal yöntem; kurutma, ısıl işlem, bariyerleme ve mekanik yöntem; üst yüzey işlemleri olmak üzere ikiye ayırabiliriz.

Ahşap malzemeyi korumak için geçmişten günümüze kadar çok sayıda kimyasal maddeler geliştirilmiştir. Fakat bu kimyasalların birçoğu insan ve hayvan sağlığını olumsuz yönde etkilemesinden dolayı Dünyanın birçok yerinde kullanımı sınırlandırılmış veya tamamen yasaklanmıştır. Bu nedenle son yıllardaki çalışmaların yönü, canlı sağlığını etkilemeyen aynı zamanda da çevre dostu olan emprenye maddelerinin geliştirilmesine yönelik olmuştur. Bu bağlamda ahşabın korunmasında değerlendirilebilecek çevre dostu emprenye maddelerinden biriside bitkisel ekstraktlar ve tanenlerdir. Odunun içeriğinde var olan ve odunu zararlı organizmalara karşı koruyan ve doğal olan bu maddeler dayanıksız ağaç türlerine emprenye edilerek kullanım ömürleri arttırılabilmektedir.

Yenilenebilen bir malzeme olan ahşap, biyotik ve abiyotik faktörlerin etkisiyle bozunabilmektedir. Ahşap malzemeler kullanım yerlerinde çeşitli biyotik ve abiyotik faktörlerin etkisiyle bozunabilir ve teknik ve ekonomik kayıplara sebep olabilmektedir. Ayrıca, ahşap malzemelerin uzun süre kullanılmaması ormanların sürekliliğini de olumsuz yönde etkileyen önemli bir faktördür. Ahşap malzemelerin servis ömrünü arttırmak amacıyla günümüze kadar geliştirilmiş birçok metot ve kimyasal madde bulunmaktadır. Ancak bu yöntemlerin birçoğu çevre ve insan sağlığı açısından uygun

olmadığından, çalışmaların yönü çevre dostu koruma yöntemlerine yönelmiştir.

Üst yüzey işlemleri değişik çevrelerce çoğu zaman farklı şekillerde tanımlanmasına karşın; genel anlamda ahşap, cam, mermer, plastik, metal vb. maddeler kullanılarak yapılan ürünlere uygulanan son bitirme işlemlerini anlatır. Amaçları ve yapılan işlemleri tanımlamak; gerekir ise “ağaç malzemenin üretilen mobilya ve dekorasyon elemanlarını korumak ve estetik değerini arttırmak için yapılan renklendirme, renk açma ve koruyucu katman oluşturma işlemleridir” şeklinde tanımlanabilir [1].

Koruyucu katman; mobilya ve dekorasyon elemanlarını fiziksel, mekanik ve kimyasal etkiler, açık hava şartları ve biyolojik zararlılar gibi etkenlere karşı korumak amacı ile katman yapma özelliğindeki malzemeler kullanılarak; ağaç malzeme yüzeylerinin kaplanması şeklinde hazırlanır ve uygulanır [1].

Ağaç malzeme yüzeylerinin estetik ve ekonomik ömrünün uzatılabilmesi amacıyla, koruyucu katman oluşturmada sıvı yüzey işlemleri için en çok kullanılan maddeler boya ve verniklerdir [2].

Ahşap malzemenin korunmasına yönelik geliştirilen birçok üst yüzey uygulaması vardır. Organik solvent bazlı sentetik, selülozik ve poliüretan boya vernikler ağaç malzemeye genellikle püskürtme, daldırma ya da fırça ile sürme şeklinde uygulanmaktadır. Bu işlem sonunda yüzey işlem maddeleri ağaç malzemenin içerisine derinlemesine nüfuz etmediğinden, kalıcı bir koruma sağlanamamaktadır. Bu durumda ağaç malzemeye daha önceden bünyesine bırakılmış olan böcek yumurtaları ya da mantar miselleri uygun ortam koşullarında gelişerek tahribat yapmaktadır. Bu nedenle yapılan yüzey işlemleri ağaç malzemeyi yeterince koruyamamaktadır.

Bu çalışma, daha önce yapılan bazı çalışmaların devamı ve tamamlayıcısı niteliğinde olan bir çalışmadır. Daha önceki çalışmalarda çeşitli çevre dostu emprenye maddelerinin biyolojik faktörlere karşı etkinlikleri incelenmiş ve olumlu sonuçları alınmıştır. Bu çalışma ile birlikte emprenye maddelerinin üst yüzey işlemlerine ne derece uyumlu olduklarının tespiti yapılmıştır. Bu bakımdan hem üreticilere fikir vermesi bakımından hemde literatüre katkısından dolayı oldukça önemli bir çalışma olmuştur.

Bu çalışma ile ahşap malzemeler ilk olarak çevre dostu bitkisel ekstraktlar ile



derinlemesine emprenye edilmiş sonrasında çeşitli üst yüzey işlemine tabi tutulmuş, hem odun zararlısı organizmalara karşı koruma sağlamak hem de aynı anda ahşabın çeşitli dış hava etmenlerine karşı kalite ve estetikliğinin devamını sağlanması amaçlanmıştır.

## **1.1 AHŞAP MALZEMEYİ DIŞ MEKANDA VE İÇ MEKANDA ETKİLEYEN ETMENLER**

Ağaç malzemenin işlendikten ve son ürün haline dönüştürüldükten sonra kullanım yerlerinde kendisi için en sakıncalı sayılabilecek etkenler, dış ve iç mekan etkileri; biyotik faktörler, abiyotik faktörler sıcaklık, nem, güneş ışığının değişik dalga boyları, UV radyasyonu, mekanik etkiler ve ev içi kimyasalları [3] .

Bu kapsamda ahşap malzemenin bu etkilere karşı dayanımını artırmak için geliştirilmiş birçok yöntem vardır. Bu yöntemlerden bazıları mekanik bazıları ise kimyasaldır. Kimyasal olarak geliştirilen maddeler, ahşabı derinlemesine korumaktadır. Fakat bunların birçoğu su ile temas halinde yıkanabilmekte ve birçoğu da çevreye zarar verebilmektedir. Ayrıca ahşap malzemelerin son kullanım yerinden önce vernik, boya gibi çeşitli üst yüzey işlemlerine tabi tutularak hem ahşabın korunması hem de estetikliği sağlanmaktadır.

Ahşap malzemenin kullanım ömrünü uzatmak için, odun koruma endüstrisinde çok sayıda yöntem ve kimyasal madde geliştirilmiştir. Genellikle dış mekânda kullanılan ahşap malzemelerin korunması için geliştirilen bu kimyasalların birçoğu, çevresel ve sağlık problemlerinden dolayı iç mekân ahşap malzemelerin korunması için uygun değildirler [4].

## **1.2 DOĞAL OLARAK ODUN KORUYUCU ÖZELLİĞE SAHİP BİTKİSEL EKSTRAKTLAR VE TANENLER**

Bitkisel ekstraktlardan etanol, alkol benzen ve sıcak su ekstraksiyonu ile elde edilen tanenler ham deriyi mamul deri haline getirmek için derilerin sepilmesinde kullanılan bir hammaddedir. Sepileyici madde diye adlandırılan tanen çeşitli bitkisel ekstraktlarda değişen miktarlarda bulunmaktadır. Bitkilerin ihtiva ettiği tanenli maddeler çoğunlukla

orman teşkil eden ağaç ve çalılarının çeşitli kısımlarından elde edilmeleri dolayısıyla orman tali ürünleri arasında önemli bir yer işgal etmektedir. Genel olarak tanenin en çok toplanmış olduğu yer bitkinin kabuklarıdır. Öncelikle meşe ve ladin kabukları ile çam, bazı akçaağaç türlerinin [5] kabuklarından sepi maddesi elde edilmektedir [6].

Bitkisel ekstraktlar ve tanenler ahşap malzemenin korunmasına karşı uygun materyallerdir [4], [7].

Birçok çalışma gösteriyor ki bitkisel ekstraktlar ve tanenler zayıf doğal dayanıklılığa sahip türlere uygulandığında mantar, böcek ve termitlere karşı iyi koruma sağlayabilmektedir [8]-[13].

Bu çalışmada kullanılan mimosa ve kebrako ekstraktları da biyotik faktörlere karşı oldukça etkili olduğu yapılan çalışmalar ile ortaya konulmuştur [14], [15].

### **1.2.1 Mimoza (*Acacia mollisima*, *Acacia pycnantha*)**

Mimoza ekstraktı bazı akasya türlerinin kabuklarından elde edilmektedir. Doğal olarak Avustralya’da bulunan ağaçlar şimdilerde yoğun olarak Güney Afrika, Doğu Afrika ve Kenya’da yapılan plantasyondan elde edilmektedir. Tanen bakımından önemli olan akasyalara İngiltere, Avustralya ve Afrika’da ‘Wattles’ denilmektedir. Kabukçuluk işletmesi olarak yetiştirilen mimosalar, 7 yıllık sürenin sonunda kesilerek yerine yenileri dikilmektedir. Ağaçlar genellikle 1 yıl sonunda 2-3 m boy kazanmakta, 5-10 yıl içerisinde de 6-11 mm kalınlığında ve tanence zengin bir kabuk meydana getirebilmektedir [5].

Mimoza ekstraktı çok yüksek saflığa, düşük asit ve tuzluluğa sahip olup, yüksek tanen içeriği vardır. Dericilik alanında yaygın bir kullanım alanına sahip olup, deri üzerine eşit ve hızlıca nüfus etmektedir. Çoğu doğal tanen maddesine göre mikroorganizma ataklarına karşı oldukça dayanıklı ve etkilidir. Bunun yanında, deriye iyi bir şekilde bağlanmakta, su absorpsiyonuna karşı iyi bir direnç gösteren, ince yapılı tanene sahiptir (Bureau of Indian Standards).

*Acacia mollisima* kabukları %33 kadar tanen ihtiva ederler. Bu kabukların taneni, suda kolayca çözünmektedir. Kimyasal olarak mimosalar, kondanse tanenlerini içermektedirler [16], [17]. Taze mimoza kabukları %53, hava kurusu halinde ise %10

su ihtiva etmektedir. Buna göre 187 kg taze kabuktan 100 kg hava kurusu mimoza kabuğu elde edilmektedir [5].

Mimoza ekstraktları genel olarak sıcak su ekstraksiyonu ile elde edilmektedir. Kullanım alanları ise, tutkal yapımında, dericilikte ve kirlilik kontrolünde değerlendirilmektedir [18].

### **1.2.2 Kebrako (*Schinopsis lorentzii*)**

Kebrako sepi maddesi, *Schinopsis balansae* ve *Schinopsis lorentzii* ağaçlarının odunundan elde edilmektedir. Bitkisel sepi maddeleri arasında en önemlilerinden birisi de bu ağaçların odunundan elde edilen ekstrakttır. 1960'larda Dünya tanenli madde ihtiyacının 1/3'üne yakın miktarı bu kebrako ile karşılanmaktaydı. Kebrako sepi maddesinin elde edildiği ağaçların en çok yaygın bulunduğu yerler, Arjantin, Paraguay ve Bolivya'dır. Kırmızı ve beyaz kebrako diye adlandırılan bu ağacın kırmızı türünün odunu tanen ihtiva etmektedir. *Schinopsis lorentzii* odunu sert odunlar arasında bulunup daha ziyade yapı endüstrisinde ve travers imalinde kullanılır. Ancak *Schinopsis lorentzii* odununun endüstride kullanılmayacak kısımlarından ekstrakt çıkarılır. Bu odunlar % 20 oranında tanen ihtiva eder ve taneni pyrogallol grubuna girer [19].

## **1.3 ÜST YÜZEY İŞLEMLERİ**

Ahşap malzemenin çeşitli faktörlere (mekanik, fiziksel, kimyasal, ışık, biyolojik ve dış hava koşulları) karşı korunması ve estetik değer katılması amacıyla yapılan işlemlerdir. Günümüzde en çok tercih edilen üst yüzey işlemi verniklemedir. Bu amaçla geliştirilmiş birçok vernik çeşidi vardır. Günümüzde kullanılan en önemli vernik türleri ise, su bazlı, selülozik ve poliüretan vernik türleridir.

### **1.3.1 Poliüretan Vernik**

Genellikle 2 elemanlı bir verniktir. Eritici ve inceltici sıvı buharlaşırken bağlayıcı ve sertleştirici elemanlar kimyasal tepkimeye girmektedir. Dış etkilere oldukça dayanıklı bir vernik katmanı oluşturmaktadır. Uygulamada poliüretan vernik, ağaç malzeme yüzey işlemlerinde 2 veya 1 elemanlı olarak kullanım bulmaktadır. Verniğin birinci elemanı bünyesinde hidroksil bulunan bir tür alkid yapay reçinesidir. İkinci eleman ise

isosiyanat olup, buna sertleştirici adı da verilmektedir [20].

Özel olarak geliştirilmiş poliüretan vernikler rutubet etkisi ile de sertleşebilmekte, elastikiyeti ayarlanabilmekte ve vernik katmanı sertleştikten sonra nemli ve sulu ortamda bozulmamakta ve diğer eritici sıvılarda dayanmaktadır. Havanın bozucu etkilerine, darbelere ve sürtünmeye dayanıklı bir katman oluşturmaktadır [21].

Parke ve diğer döşeme türlerinde, nemli ortamda kullanılacak mutfak ve büro mobilyalarında kayak, kızak, oyuncak gibi ağaç malzemeden eşyanın verniklenmesinde olumlu sonuç vermektedir. Yanması güç olduğu için topluma açık yerlerdeki ağaç malzemeden donanımlarda kullanıma uygundur [22].

Sertleştirici uzun süre bekletilirse veya uygun olmayan koşullarda depolanırsa koyulaşmakta ve kullanılamaz hale gelmektedir. Havanın nemi, sertleştiricinin kimyasal yapısını değiştirdiği için poliüretan vernik sertleştiricisi 3-6 ay içinde kullanılmalıdır. Poliüretan vernikte katman yapma oranı %50 ve selülozik verniğin yaklaşık iki katı olup, selülozik vernikten daha az iş safhasında koruma niteliği daha yeterli bir vernik katmanı oluşturabilmektedir. Verniği yüzeye sürmeye hazırlanırken; karışım oranı, uygulama özellikleri, bekleme süresi, kurutma koşulları gibi konularda üretici firmanın açıklamalarına kesinlikle uyulmalıdır. Verniği inceltmek için, aynı fabrikanın hazırladığı poliüretan tineri kullanılmalıdır. Verniğin birinci elemanı ile sertleştiricisi malzemeye sürüleceği zaman birbirine karıştırılmalıdır [21].

Poliüretan vernikler hemen hemen bütün yüzey işleme teknikleri ile uygulanabilirler. Çalışma sonunda, sürme makine ve araçları poliüretan tineri ile özenle temizlenmelidir. Ağaç malzemeye sürülen vernik 2-3 saat içinde sertleşmektedir.

### **1.3.2 Selülozik Vernik**

Selülozik verniğin, yaklaşık %25-35'lik bölümü nitroselüloz, reçine ve yumuşatıcılardan oluşup, sürüldüğü yüzeyde katman oluştururlar. Bu nedenle nitroselüloz verniklerde denilmektedir. Geri kalan %65-75 lik bölümü ise ağaç malzemeye sürdükten sonra vernikten buharlaşarak ayrılan eritici ve inceltici sıvılardır. Kurumuş vernik katmanı üzerine yeni sürülen vernik katmanı eskisini yumuşatmaktadır. Vernik katmanları arasında bütünleşme oluşmaktadır. Selülozik vernik normal koşullarda havada kurumaktadır, ısıya oldukça dayanıklıdır, erime derecesi yüksektir ve kolay

yumuşamamaktadır, sürtünme ile gittikçe parlamakta ve sertleşmektedir [21].

Reçine verniğin gözenek doldurma niteliğini iyileştirmekte ve ağaç malzemeye iyice bağlanmasını sağlamaktadır, vernik filminin esnekliğini, parlaklığını ve sertliğini de etkilemektedir, aşınma ve çizilmeye dayanımını artırmaktadır. Nitroselüloz ve yapay reçinenin oluşturduğu katman kırılmalıdır. Filmi esnekleştirmek için yumuşatıcılardan yararlanır. Yumuşatıcılar vernik katmanının sürekli ve dengeli bir esneklikte olmasını sağlamakta ve verniğin katman yapan bölümünü çoğaltmaktadır. Nitroselüloz saf selülozun nitrik asit ve sülfirik asitle esterleşmesi suretiyle elde edilir. Normal koşullarda nitroselüloz uzun molekül bağları oluşturmaktadır. Molekül bağını kısaltmak için basınç altında pişirilerek eritici sıvılar ile uygun yoğunluğa getirilmesi gerekir. Molekül bağları kısa nitroselüloz daha kalın katman oluşturmaktadır. Selülozik vernik kısa süreli su etkisine ve alkole karşı direnci yüksektir, yıkanabilir, matlaştırılabilir, kimyasal maddelere karşı hassastır, dış koşullarda sınırlı dayanıklılığa sahiptir [21].

Nitroselülozik vernik püskürtme, batırma, dökme ve silindirli sürme makineleri ile ağaç malzeme yüzeyine uygulanabilmektedir. Nitroselülozik vernikler makineler ile sürülmeye çok uygun olup, astar veya yüzey katmanı olarak pratikte bütün ağaç türleri odunlarının yüzeyinde kullanılabilir.

### **1.3.3 Su Bazlı Vernikler**

Su bazlı verniklerin kullanımı özellikle son yıllarda hızlı bir şekilde artış göstermiştir. Buna bağlı olarak üretimlerinde de artış görülmektedir. Bu artışlar, su bazlı sistemlerin geliştirilmesi ve formüle edilmesine olanak sağlayan bağlayıcı reçineler önemli rol oynamıştır. Ayrıca, ağaç malzemenin rengini değiştirmemeleri, çoğunlukla renksiz, kokusuz olmaları ve sararmayan kimyasal reaksiyon kurmaktadır [23].

Hidroksil (-OH) ve karboksil (-COOH) gurubu bulunduran reçinelerden üretilen su bazlı verniklerin reaksiyonları genel olarak iki molekülün kaynaşması veya iki parçaya ayrılmış elemanların iyonları arasında bağ kurulması şeklindedir [23].

Su bazlı vernikler plastik, mobilya, otomobil ve elyaf yüzeylerin kaplanmasında kullanılabilirler.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1 AĞAÇ TÜRÜ

Çalışma kapsamında, ağaç türü olarak kayın (*Fagus orientalis*) kullanılmıştır. Proje önerisinde numunelerin emprenyesinde sarıçam ağaç türü kullanılacağı belirtilmiştir. Fakat sarıçamda yapılan ön denemelerde reçine sızması, renk farklılığı v.b problemler ile karşılaşıldığından sarıçam yerine deney numunesi olarak kayın kullanılmıştır. Ağaçların seçiminde TS 4176 nolu standartında belirtildiği gibi, dal ve budaklardan temizlenmiş ve kök kısmından itibaren 1.30m'den yukarı olacak şekilde 2m'lik tomruklar alınmıştır. Deney örnekleri emprenye işlemini daha kolay olması için tomrukların diri odun kısımlarından hazırlanmıştır. Örnek boyutları 32×8×2 cm (boy×radyal×teğet) olacak şekilde kesilmiştir. Deneylerde belirtilen boyutlarda toplam 54 adet numune hazırlanmıştır. Daha sonra uygulanacak olan yaşlandırma işleminde bu numunelerden 10 cm'lik parçalar kesilmiştir. Örnekler ortalama  $20 \pm 2$  °C sıcaklık ve % 50  $\pm$ 5 bağıl nemli iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa ulaşınca kadar bekletilmiş ve yüzeyleri sırasıyla 80 numaralı, 120 numaralı ve daha sonra 150 numaralı zımparalar ile zımparalanmıştır.

### 2.2 EMPRENYE MADDELERİ

Çalışma kapsamında deney örneklerinin emprenyesinde esas olarak %5 ve %10 konsantrasyonlarda hazırlanan mimoza (*Acacia mollissima*) kabuk ekstraktı, kebrako (*Shinopsis lorentzii*) odun ekstraktı kullanılmıştır. Ayrıca karşılaştırma yapmak amacıyla emprenyesiz kontrol örnekleri ve %4,5 konsantrasyon seviyesindeki Tanalith-E geleneksel emprenye maddesi kullanılmıştır. Mimoza ve kebrako ithal ekstraktları Bolu ili Gerede ilçesinde bulunan deri fabrikalarından temin edilmiştir. Emprenye işleminden önce toz haldeki ekstraktlardan farklı konsantrasyon seviyelerinde çözeltiler hazırlanmıştır. Çözücü olarak tanen içeriği yüksek ekstraktların en iyi çözünebildiği çözücü olan saf su kullanılmıştır [24]. Ekstraktların çözünürlüğünü arttırmak için her bir çözelti manyetik karıştırıcılı ısıtıcı üzerinde 70°C'de 20 dakika boyunca karıştırılarak ısıtılmıştır. Dolu hücre metodu ile emprenye işlemi bir emprenye silindiri içerisinde

vakum (600 mmHg), basınç (12 A) ve 30 dakika süre ile gerçekleştirilmiştir [25](ASTM D1413-99) (Şekil 2.1). Emprenye işlemi sonunda retensiyon miktarları aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{Retensiyon} = \frac{G \times C}{V} \times 10 \text{ kg/m}^3 \quad (2.1)$$

Bu eşitlikte; G: M1-M0; M0: emprenye öncesi tam kuru ağırlık (g), M1: emprenye sonrası yaş ağırlık (g), C: Konsantrasyon, V: örneğin hacmi (m<sup>3</sup>).

Emprenye işleminden sonra deney örnekleri 20±2 °C ve % 55±3 bağıl nemde kondisyonlanmıştır.



Şekil 2.1. Emprenye işleminin yapıldığı düzenek ve emprenye sonrası numunelerin yaş hali.

### 2.3 VERNİKLEME

Çalışmada poliüretan, selülozik ve su bazlı olmak üzere üç farklı vernik türü kullanılmıştır. Verniklerden poliüretan ve selülozik vernikler AKZO firması, su bazlı vernik ise AQUACOOOL firmasından temin edilmiştir. Proje önerisinde su bazlı vernik yerine sentetik vernik yazılmıştır. Ancak son yıllarda giderek kullanımı artan su bazlı verniğinin diğer vernik türleri ile karşılaştırma yapılması için daha uygun vernik türü olduğu yapılan incelemelerde anlaşılmıştır. Verniklerin uygulama şartlarına hazır hale getirilmesi [26]ASTM-D 3023 esaslarına uygun olarak yapılmıştır. Verniklerin ahşap malzemeye uygulanması Dual Boya Vernik San. Tic. Şti. firmasından profesyonel yardım alınarak yapılmıştır. Uygulama işleminde püskürtme tabancası kullanılarak yapılmıştır. Uygulamada 1 kat dolgu verniği, 1 son kat uygulaması ile 20°C de yapılmıştır. Kayın odunu dağınık traheli bir yapıya sahip olmasından ve düzgün bir

zımparalama işleminden sonra ikinci bir dolgu verniği uygulaması yapılmamıştır. Bütün örnekler verniklendikten sonra oda şartlarında altında kurutulmuştur. Verniklere ait uygulama parametreleri Çizelge 2.1’de görülmektedir.

Çizelge 2.1. Verniklere ait uygulama parametreleri.

Vernik türü	Ph	d (g/cm <sup>3</sup> )	V (snDIN/4mm)	m (g/m <sup>2</sup> )	Tabanca uç açıklığı	Hava basıncı (bar)	Katı madde miktarı (%)	Kuru film kalınlığı (µm)
Poliüretan	4.2	1.02	15	150	1.8	3	58	53
Selülozik	3.5	0.9	17	130	1.8	3	35	34
Su bazlı	8.8	1.025	32	130	1.8	3	40	45

d: Yoğunluk, V: Uygulama vizkozitesi, m: Miktar

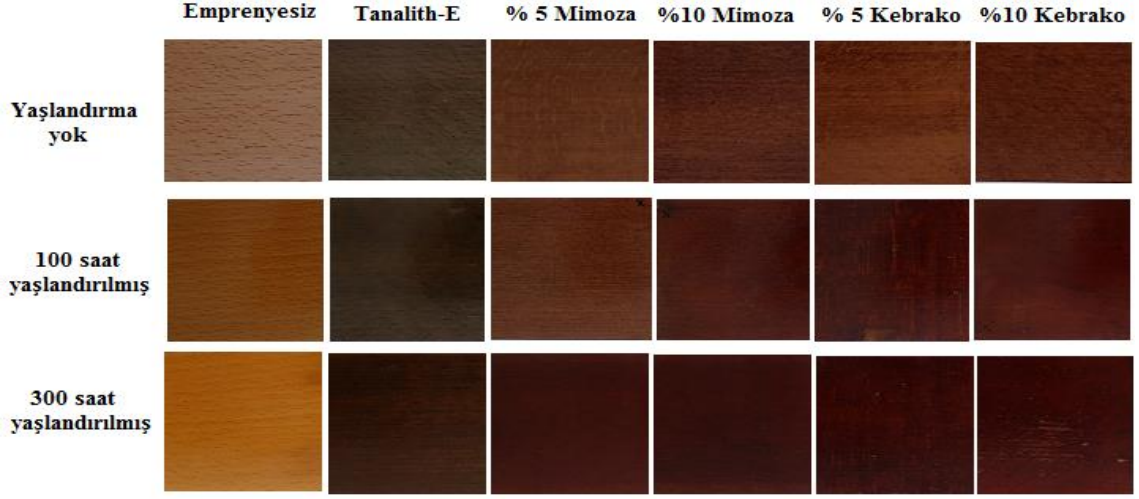
## 2.4 HIZLANDIRILMIŞ YAŞLANDIRMA İŞLEMİ

Vernik uygulanmış örnekler yaşlandırılmamış, 100 saat yaşlandırılmış ve 300 saat yaşlandırılmış olmak üzere üç gruba ayrılmıştır. Yaşlandırma işlemi için ISO 4892-3 standardında belirtilen esaslar takip edilmiştir. Yaşlandırma işlemi UV - A 340 cihazında yapılmıştır (Şekil 2.2). Yaşlandırma işleminde 0,76 UV watt/m<sup>2</sup>, 600C sıcaklıkta 8 saat ve bu işlemi takriben 500°C sıcaklıkta 4 saatlik kondisyonlama uygulanmıştır. Örnekler yaşlandırma işleminin ardından iki hafta boyunca %65 bağıl nem ve 20 °C’de kondisyonlanmıştır. Emprenye yapıp poliüretan, selülozik ve su bazlı vernik uygulanıp yaşlandırma işlemine tabi tutulan örnekler Şekil 2.3-2.5’te görülmektedir.



Şekil 2.2. Yaşlandırma cihazına örneklerin yerleştirilmesi.





Şekil 2.3. Poliüretan verniği uygulanmış deney örnekleri.



Şekil 2.4. Selülozik vernik uygulanmış deney örnekleri.



Şekil 2.5. Su bazlı vernik uygulanmış deney örnekleri.

## 2.5 YAPIŞMA DİRENCİ

Vernik katmanlarının yüzeye yapışma direnci, [27] ASTM D-4541 (1995)'de belirtilen esaslar takip edilmiştir. Deneyler PosiTest AT-A (pull-off adhesion tests) cihazında yapılmıştır. Numune yüzeyine yapıştırılmak üzere 20 mm'lik Dolly (çekme aparatı) ve vernikleri etkilemeyecek iki farklı yapıştırıcı kullanılmıştır. Çekme aparatları sıkıştırma aparatı ile sıkıştırılıp 1 günlük süre oda şartlarında bekletilmiştir. Çekme silindiri yapıştırılan yüzeylerdeki katman, malzeme yüzeyine kadar kesici yardımıyla kesilmiştir. Yapıştırma işleminde, çözücü etkisi olmayan ve yüksek yapışma gücüne sahip adhesive kit (epoksi reçinesi) yapıştırıcısı kullanılmıştır. Çekme deneyi yapılan cihaza yapıştırma yüzey silindirinin çapı (20 mm), çekme hızı (100 PSI) gerekli verileri girilmiş ve yapışma direnci değeri cihaz tarafından MPa olarak verilmiştir. Toplam 270 örnek bu test için kullanıldı ve her bir grup için 5 tekrar yapıldı.



Şekil 2.6. Yapışma direnci ölçüm cihazı.



Şekil 2.7. Çekme aparatlarının sıkıştırma aleti ile sıkıştırılması.

## 2.6 YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ

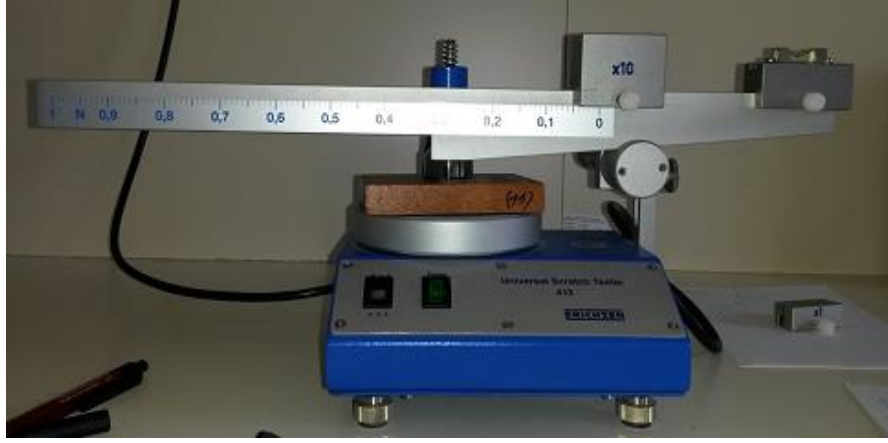
Yüzey pürüzlülüğü ölçümleri Mitutoyo Surfrest SJ-301 dokunmalı yüzey pürüzlülük ölçüm aleti ile yapılmıştır (Şekil 2.6). Cihazın çalışma prensibinde ölçümler, 5 µm çaplı elmas ucunu örnek yüzeyinde aşağıya–yukarıya hareket ettirerek yüzeydeki girinti ve çıkıntıların profilini çıkararak yapılmaktadır. İğne çapı 4 µm, ölçme hızı ise 10 mm/dak olacak şekilde ayarlanmıştır. Her bir numuneden toplam 10 tekrar ölçüm alınmıştır. Deney sonunda [28] ISO 4287 (1997) standartına göre ortalama pürüzlülük Ra tespit edilmiştir.



Şekil 2.8. Yüzey pürüzlülüğü ölçüm cihazı.

## 2.7 ÇİZİLME TESTİ

Çizilme deneyleri [29] EN 15186 (2012) standartında belirtilen esaslar takip edilerek yapılmıştır (Şekil 2.7). Deneylerde 5N'luk kuvvet uygulamasından başlanıp daire çizilmekte ve kuvvet azaltılarak oluşan çiziklerin süreklilik arz etmediği yani kesikli çizginin oluştuğu kevvette deney sonlandırılarak çizilme direnci sınıfları tespit edilir.



Şekil 2.9. Çizilme direnci ölçüm cihazı.



Şekil 2.10. Çizilme direnci ölçümü sonrası numunenin görünümü.

## 2.8 SALINIMSAL SERTLİK

Deney örneklerine uygulanan verniğin ve dolaylı olarak emprenye maddelerinin, mekanik etkilere dayanım özelliğini belirlemek üzere sertlik ölçümleri pandüllü sertlik ölçüm cihazı ile köning yöntemine göre yapılmıştır. Sertlik değerleri [30] ANS/ISO 1522 (1998)'de belirtilen esaslara takip edilmiştir. Sertlik ölçümü salınım sayısı esasına göre yapılmakta olup, salınım sayısının fazla olduğu yüzeyler sert, az olduğu yüzeyler ise daha az sert olarak değerlendirilmektedir [21].

## 2.9 RENK ÖLÇÜMLERİ

Renk ölçümleri, Bartın Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği



Bölümü Laboratuvarlarında yapılmıştır. Ölçümler Konica Minolta Chroma Meter CR-400 cihazında, [31] ASTM D 2244-3 (2007)'de belirtilen esaslara takip edilerek yapılmıştır.

Tüm numuneler kondisyonlandıktan sonra (20±2°C sıcaklık ve %50±5 bağıl nem) hızlandırılmış yaşlandırma işlemi öncesi ve sonrası kırmızı renk tonu (a\*), sarı renk tonu (b\*) ve renk parlaklığı (L\*) ve toplam renk değişimi ( $\Delta E^*$ ) belirlenmiştir (1).

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta a)^2 + (\Delta b)^2 + (\Delta L)^2} \quad (2.2)$$

## 2.10 İSTATİSTİK ANALİZ

İstatiksel değerlendirmelerde MSTATC istatistik paket programı kullanılmıştır. İlk olarak çoklu varyans analizi (ANOVA) yapılmıştır. Faktör etkilerinin  $p \leq 0,05$  hata payı ile anlamlı bulunması halinde Duncan testi yapılarak karşılaştırmalar yapılmıştır. Ayrıca LSD (en küçük önemli fark) kritik değeri kullanılarak anlamlı farklılıkların hangi faktörlerden kaynaklandığı tespit edilmiştir.

## 2.11 TEMAS AÇISI ÖLÇÜMÜ

Temas açısı ölçüm numunelerin yüzey ıslanabilirliğini belirlemek amacıyla, Orta Doğu Teknik Üniversitesi attention Teta optik temas açısı açıklık tensiometresi kullanılarak yapılmıştır. Deneyler 20 °C ve % 65 bağıl nemde gerçekleştirilmiştir. İlk olarak, bir damla örnek yüzeyine yerleştirilir ve sonra ölçümler ortalama temas açısı hesaplanarak her sağ ve sol açıdan 0,33 saniyede bir alınır.

## 2.12 TARAMALI ELEKTRON MİKROSKOBU (SEM)

Düzce Üniversitesinde vernikler ve tanenler ile kaplanan numuneler Quanta FEG 250 FEI taramalı elektron mikroskobu (SEM) 'nda incelenmiştir. Odun numuneleri 24 saat boyunca 60°C'de fırında kurutuldu, numuneler alüminyum bir kısa gövde üzerine monte edilmiş, iletkenliği arttırmak için altın ince bir tabaka ile kaplanmıştır. SEM görüntüleri, ahşap boyuna doğrultusunda  $\times 300$  radyal doğrultuda ve  $\times 120$  büyütülerek yüksek vakum altında alınmıştır.

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

#### 3.1 RETENSİYON MİKTARINA AİT BULGULAR VE TARTIŞMA

Deney örneklerine yapılan emprenye işlemi sonucu elde edilen retensiyon değerleri Çizelge 3.1’de görülmektedir. Yapılan istatistik analiz sonuçlarına göre, emprenye maddeleri ve konsantrasyon miktarları arasında istatistiki olarak anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir. En yüksek retensiyon miktarı %10 konsantrasyon seviyelerindeki mimoza (76,17 kg/m<sup>3</sup>) ve kebrako (76,42 kg/m<sup>3</sup>) ekstraktlarında meydana gelmiştir. Tanalith-E ise 55,68 kg/m<sup>3</sup> ile farklı bir grupta yer almıştır. [4] Yalcin 2012, yaptığı çalışmada da mimoza ve kebrako ekstraktlarının %6 ve %12 konsantrasyon seviyeleri ile emprenye edilen kayın ağaç türünün retensiyon miktarları benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Çizelge 3.1. Emprenye maddelerine ait ortalama retensiyon miktarları.

Emprenye türü	Retensiyon (kg/m <sup>3</sup> )	HG	p ≤ 0.05
Tanalit – E %4.5	55.68 (3.60)	<i>b</i>	0.000
Mimoza %5	37.52 (1.57)	<i>c</i>	
Mimoza %10	76.17 (3.09)	<i>a</i>	
Kebrako %5	38.44 (1.79)	<i>c</i>	
Kebrako %10	76.42 (2.56)	<i>a</i>	

#### 3.2 YAPIŞMA DİRENCİNE AİT BULGULAR VE TARTIŞMA

Varyans analiz sonuçlarına göre, emprenye türü, vernik çeşidi, yaşlandırma süresi ve vernik türü-yaşlandırma süresi etkileşiminin yapışma direnci üzerine etkileri istatistiki olarak önemli bulunmuştur (p ≤ 0,05) (Çizelge 3.2). Fakat Emprenye türü-vernik çeşidi, emprenye türü, yaşlandırma süresi ve emprenye türü, vernik türü ve yaşlandırma süresi etkileşimlerinin yapışma direnci üzerine etkileri istatistikî olarak anlamlı bulunmamıştır (Çizelge3.2).

Çizelge 3.2. Yapışma direnci deneylerine ait varyans analiz sonuçları.

Faktör	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P ≤ 0.05
Emprenye türü (A)	5	30.944	6.189	18.9420	0.0000*
Vernik çeşidi (B)	2	3.808	1.904	5.8280	0.0034*
Etkileşim (AB)	10	6.092	0.609	1.8646	0.0515**
Yaşlandırma (C)	2	50.423	25.211	77.1647	0.0000*
Etkileşim (AC)	10	1.426	0.143	0.4364	**
Etkileşim (BC)	4	5.591	1.398	4.2780	0.0024*
Etkileşim (ABC)	20	6.013	0.301	0.9203	
Hata	216	70.572	0.327		
Toplam	269	174.869			

\*: 0.05'e göre önemli, \*\*:0.05'e göre önemsiz

Emprenye türünün yapışma direnci üzerine etkisi Çizelge 3.3'te görülmektedir. Elde edilen sonuçlara göre, en yüksek yapışma direnci, emprenyesiz kontrol örneklerinde tespit edilmesine rağmen (4.17 MPa), Tanalith-E emprenye maddesi (3.97 MPa) ile muamele edilmiş örnekler (3.97 MPa) ile aralarında istatistiki bir fark gözlemlenmemiştir ( $p \leq 0,05$ ). Yapışma direnci tanen içerikli emprenye edilmiş örneklerde kontrol ve Tanalith E ile emprenyeli örneklere göre daha düşük çıkmıştır.

Çizelge 3.3. Emprenye türünün yapışma direnci üzerine etkisi.

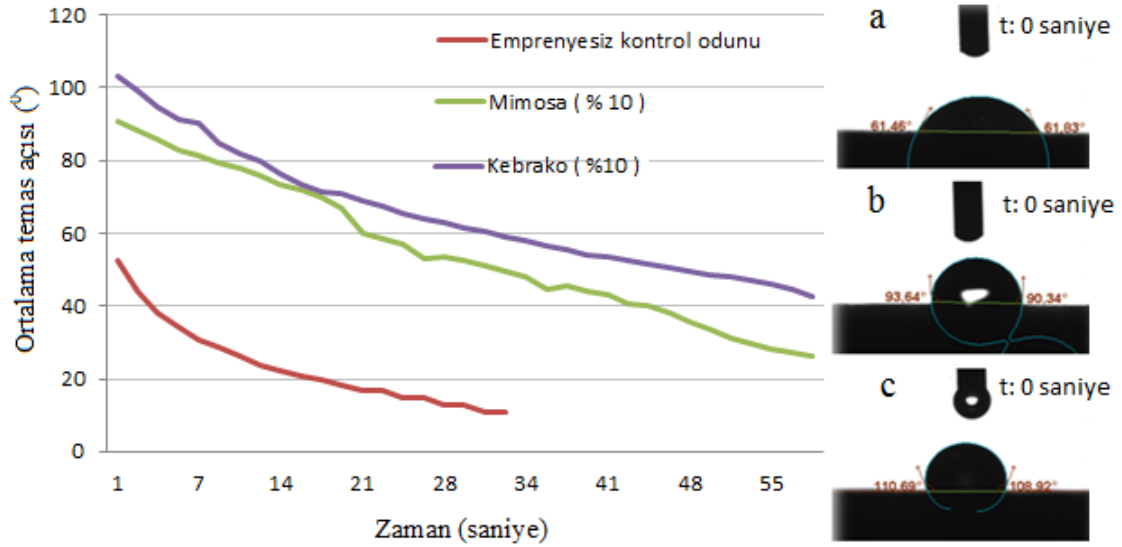
Emprenye türü	$\bar{x}$ (MPa)	HG
Emprenyesiz	4.17 (0.72)	<i>a</i> **
Tanalit - E	3.97 (0.79)	<i>a</i>
Mimoza %5	3.67 (0.77)	<i>b</i>
Mimoza %10	3.46 (0.61)	<i>bc</i>
Kebrako %5	3.26 (0.64)	<i>c</i>
Kebrako %10	3.31 (0.88)	<i>c</i>

$\bar{x}$ : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, \*\*: Satırda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Emprenye işlemi ile birlikte yapışma direncinin azalma göstermesi birçok farklı sebebin etkili olduğu düşünülmektedir.

Çalışmada kullanılan mimoza ve kebrako ekstraktlarının düşük ıslanabilirlik özelliğine sahip olmasının önemli derecede etkili olduğu düşünülmektedir. Yapılan temas açısı ölçümlerinde, emprenyesiz kayın odununun düşük temas açısı verdiği görülmüştür. Ancak %10 konsantrasyondaki mimoza ve kebrako ekstraktları ile emprenye edilen kayın odun

örneklerinin yüksek temas açısına sahip olduğu ve buna bağlı olarak düşük ıslanabilirlik gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 3.1). Yapılan çalışmalarda da düşük ıslanabilirliğin zayıf yapışma direnci göstermesine neden olduğu belirtilmektedir [32]-[34].

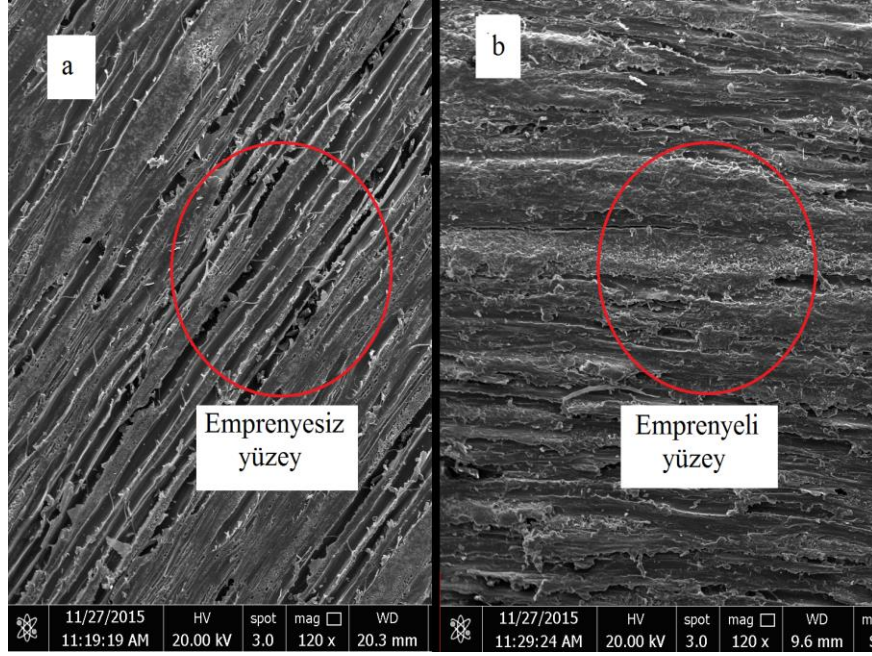


Şekil 3.1. Kebrako (%10) ve mimoza (%10) ekstraktları ile emprenye edilen ve emprenyesiz kayın odunu temas açısındaki değişim.

emprenye işlemi ile birlikte adezyon direncinin düşüş göstermesi, emprenye işlemi ile birlikte ahşap malzeme yüzeyindeki liflerin kabarması ve bununla birlikte yüzey pürüzlülüğünün artış göstermesinin neden olabileceği anlaşılmıştır. Yapılan SEM görüntülemesinde, emprenye edilmemiş kayın odun örnekleri vernikleme işlemiyle birlikte oldukça düzgün bir yüzey meydana geldiği görülmektedir. Fakat su bazlı tanenler ile emprenye işlemi yapıldığında yüzeylerde lif kabarmalarına bağlı olarak dalgalı bir yüzey oluşumu meydana gelmiştir (Şekil 3.2 a). Yapılan çalışmalarda da nitekim yüzey pürüzlülüğünün, yapışma direncini olumsuz etkilediği ve iyi bir yapışma direnci için pürüzlülüğün azaltılması gerektiği belirtilmektedir [1].

Bunlara ilaveten, mimoza ve kebrako ekstraktları ile emprenye edilen ağaç malzemelerin yüzeyinde emprenye maddelerinin bir katman oluşturduğu gözlemlenmiştir (Şekil 3.2 b). Oluşan bu katmanın emprenye işlemi ile birlikte odun ile vernik katmanı arasındaki adezyon bağları zayıflatıcı bir etki gösterdiği ve yapışma direnci değerleri düşük çıkmasında etkili bir faktör olduğu düşünülebilir.





Şekil 3.2. Emprenyesiz ve emprenyeli yüzeylerin görünümü. a: Emprenyesiz ve verniksiz kayın odun örneği yüzeyi, b: %10 kebrako taneni ile emprenye edilmiş ve verniksiz kayın odunu yüzeyi.

Yapılan birçok çalışma da emprenye maddelerinin ve çeşitli ekstraktif maddelerin verniklerin yapışma direnci üzerinde etkili bir faktör olduğu ve genellikle yapışma direncini azaltıcı etkilere sebep olduğu tespit edilmiştir [35], [36], [23]. Fakat [37], [38], yaptığı çalışmada emprenye maddelerinin üst yüzey işlem maddelerinin ömrünü 2 kattan daha fazla artırdığı tespit etmiştir. Bu durum emprenye maddelerinin ve uygulama şeklinin etkisi ile yapışma direnci üzerinde, farklı etki göstermesine sebep olduğu anlaşılmaktadır. Yapışma direnci, her iki emprenye maddesinin (mimoza ve kebrako) konsantrasyon seviyelerine göre bir miktar farklılık gösterebilir aralarındaki fark istatistik olarak önemsiz bulunmuştur.

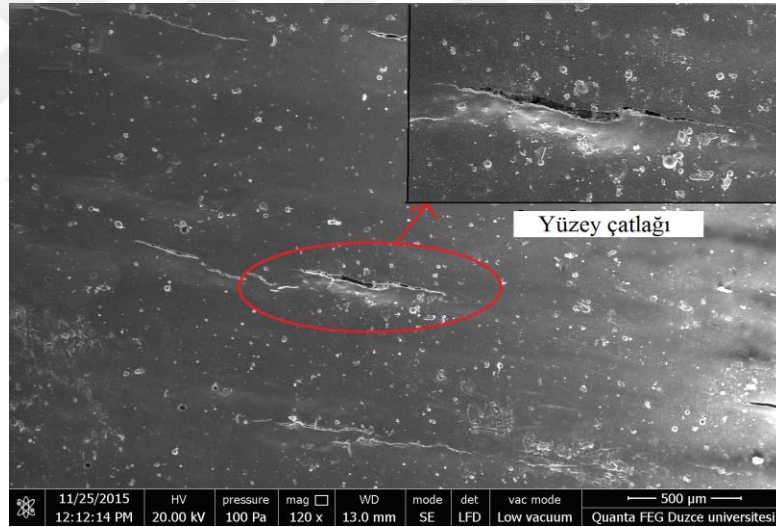
Vernik çeşidinin yapışma direnci üzerine etkisi Çizelge 3.4'te görülmektedir. Vernik türü bakımından en yüksek ortalama yapışma direnci poliüretan verniği ile muamele edilmiş (3.81MPa) numunelerde tespit edilmiştir. Selülozik ve su bazlı vernik türlerinde ise ortalama yapışma dirençleri arasında istatistik olarak herhangi bir fark tespit edilmemiştir ( $p \leq 0,05$ ).

Çizelge 3.4. Vernik çeşidinin yapışma direnci üzerine etkisi.

Vernik çeşidi	$\bar{x}$ (MPa)	HG
Poliüretan	3.811 (0.87)	<i>a</i> **
Selülozik	3.547 (0.92)	<i>B</i>
Su bazlı	3.573 (0.57)	<i>B</i>

$\bar{x}$ : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, \*\*: Satırda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

[39]'un yaptığı çalışmada poliüretan, selülozik, su bazlı ve sentetik verniklerinin yüzeye yapışma dirençleri bakımından karşılaştırıldığında en iyi sonucu poliüretan verniğinin verdiğini tespit etmiştir. [40], [41] tarafından yapılan çalışmalarda ise su bazlı verniklerin solvent çözücülü ve poliüretan verniklerine göre daha düşük yapışma direnci verdiği belirlenmiştir. Yapılan SEM görüntülemesinde Özellikle su bazlı verniklerde hem odun yüzeyi ile vernik katmanı arasında hemde vernik yüzeyinde sık ve derin çatlaklar medana geldiği görülmüştür (Şekil3.3).



Şekil 3.3. Su bazlı vernik ile muamele edilen ve yaşlandırma işlemine tabi tutulan örneğin yüzeyine ait SEM görüntüsü.

Yaşlandırma süresinin yapışma direnci üzerine etkisi Çizelge 3.5'te görülmektedir. Yaşlandırma süresinin yapışma direnci üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Genel olarak en düşük yapışma direnci yaşlandırma yapılmamış kontrol örneklerinde (3.07 MPa) tespit edilmiştir. Yaşlandırma süresi 100 saate çıkarıldığında en yüksek ortalama yapışma direnci (4.12 MPa) elde edilmiştir. Yaşlandırma süresi 300 saate çıktığında ise ortalama yapışma direncinde belli oranda azalma olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.5). Yapılan birçok çalışmada da yaşlandırma süresi belli bir

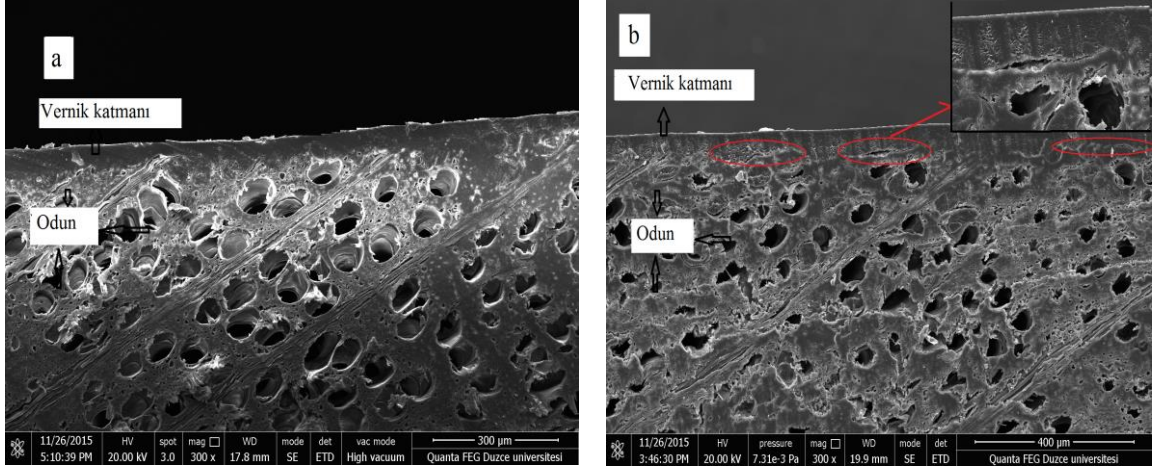
süreye kadar yapışma direncinde artışlara sebep olduğu belirtilmektedir. Bu artışın sebebi olarak yaşlandırma ile vernik katmanlarında kürlenmenin devam etmesinden kaynaklanabileceği belirtilmiştir [23]. Fakat belli bir yaşlandırma süresinden sonra yapışma direncinde azalma olacağıda belirtilmektedir [42], [43], [44]. Farklı yaşlandırma sürelerinin denendiği bir çalışmada yüzey bozunmalarının 150 saatten sonra meydana geldiği tespit edilmiştir [45]. Yaşlandırma ile yapışma direncinde meydana gelen azalma vernik katmanında meydana gelen genişleme, buna bağlı olarak vernik katmanı ile örnek yüzeyi arasındaki adhezyonun azalmasının neden olabileceği bildirilmiştir [46].

Çizelge 3.5. Yaşlandırma süresinin yapışma direnci üzerine etkisi.

Yaşlandırma süresi (saat)	$\bar{x}$ (MPa)	HG
Kontrol	3.07 (0.65)	c**
100 saat	4.12 (0.66)	A
300 saat	3.74 (0.73)	B

$\bar{x}$ : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, \*\*: Satırda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Ayrıca yaşlandırmanın vernik katmanında meydana getirdiği etkinin, odun örneklerinin emprenyesi ile birlikte artış göstermiştir. Şekil 3.4 a’da görüldüğü üzere emprenyesiz fakat poliüretan verniği ile muamele edilen örneklerin 300 saatlik yaşlandırma işlemi sonunda vernik katmanı ile odun yüzeyi arasında herhangi bir kopma görülmemektedir. Ancak %10’luk kebrako taneni ile emprenye edildiğinde 300 saat yaşlandırma sonunda vernik katmanı ile odun yüzeyinde ayrılmaların meydana geldiği açık bir şekilde görülmektedir (Şekil 3.4 b).



Şekil 3.4. Emprenyeli ve emprenyesiz örneklere ait enine kesit SEM görüntüsü, a: Emprenyesiz, poliüretan vernik ile kaplanan ve 300 saat yaşlandırılmış örnek; b: % 10'luk kebrako tanen ile muamele edilmiş ve poliüretan vernik ile kaplanmış örnek.

Vernik çeşidi ve yaşlandırma süresi etkileşiminin yapışma direnci üzerine etkisi Çizelge 3.6'da görülmektedir. En yüksek ortalama yapışma direnci 100 saatlik yaşlandırmaya tabi tutulmuş poliüretan (4.20 MPa ve 4.28 MPa) verniklerinde meydana gelmiştir. En düşük ortalama yapışma direnci ise yaşlandırılmamış örneklerin selülozik vernikle (2.78 MPa) muamele edilmesi ile ortaya çıktığı tespit edilmiştir.

Çizelge 3.6. Vernik çeşidi ve yaşlandırma süresi etkileşiminin yapışma direnci üzerine etkisi.

Vernik çeşidi	Yaşlandırma süresi (saat)					
	Kontrol		100 saat		300 saat	
	$\bar{x}$ (MPa)	HG	$\bar{x}$ (MPa)	HG	$\bar{x}$ (MPa)	HG
Poliüretan	3.25 (0.64)*	<i>f**</i>	4.20 (0.81)	<i>ab</i>	3.98 (0.91)	<i>bc</i>
Selülozik	2.78 (0.72)	<i>g</i>	4.28 (0.69)	<i>a</i>	3.59 (0.65)	<i>e</i>
Subazlı	3.20 (0.50)	<i>f</i>	3.89 (0.47)	<i>cd</i>	3.64 (0.54)	<i>de</i>

$\bar{x}$ : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, \*\*: Satırlar ve sütunlarda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

### 3.3 YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNE AİT BULGULAR VE TARTIŞMA

Varyans Analizine ait bulgular Çizelge 3.7'de görülmektedir. Varyans analiz sonuçlarına göre, emprenye türü, vernik çeşidi, yaşlandırma süresi ve bu faktörlerin ikili ve üçlü etkileşimlerinin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkileri istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p \leq 0,05$ ).

Çizelge 3.7. Yüzey pürüzlülüğüne ait varyans analiz sonuçları.

Faktör	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P ≤ 0,05
Emprenye türü (A)	5	296.068	59.214	80.4820	0.0000*
Vernik çeşidi (B)	2	441.739	220.870	300.2016	0.0000*
Etkileşim (AB)	10	94.377	9.438	12.8275	0.0000*
Yaşlandırma (C)	2	77.947	38.973	52.9718	0.0000*
Etkileşim (AC)	10	106.620	10.662	14.4915	0.0000*
Etkileşim (BC)	4	75.325	18.831	25.5950	0.0000*
Etkileşim (ABC)	20	86.746	4.337	5.8952	0.0000*
Hata	486	357.568	0.736		
Toplam	539	1536.389			

\*= 0,05'e göre önemli

Emprenye işleminin, vernik türünün ve yaşlandırmanın yüzey pürüzlülüğü üzerine etkilerine ilişkin yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 3.8'de görülmektedir. Elde edilen sonuçlara göre, en düşük ortalama yüzey pürüzlülüğü değeri, emprenyesiz kontrol örneklerinde (2,48) tespit edilmiştir. Ekstraktif maddeler ile emprenye edilen örneklerde ise yüzey pürüzlülüğünde artışlar belirlenmiştir. En yüksek yüzey pürüzlülüğü %10'lik mimoza ve kebrako ekstraktları (4,44 ve 4,62) ile emprenye edilmiş odun örneklerinde elde edilmiş olup, aralarında istatistiki olarak bir fark bulunmamıştır.

Çizelge 3.8. Emprenye türünün yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi.

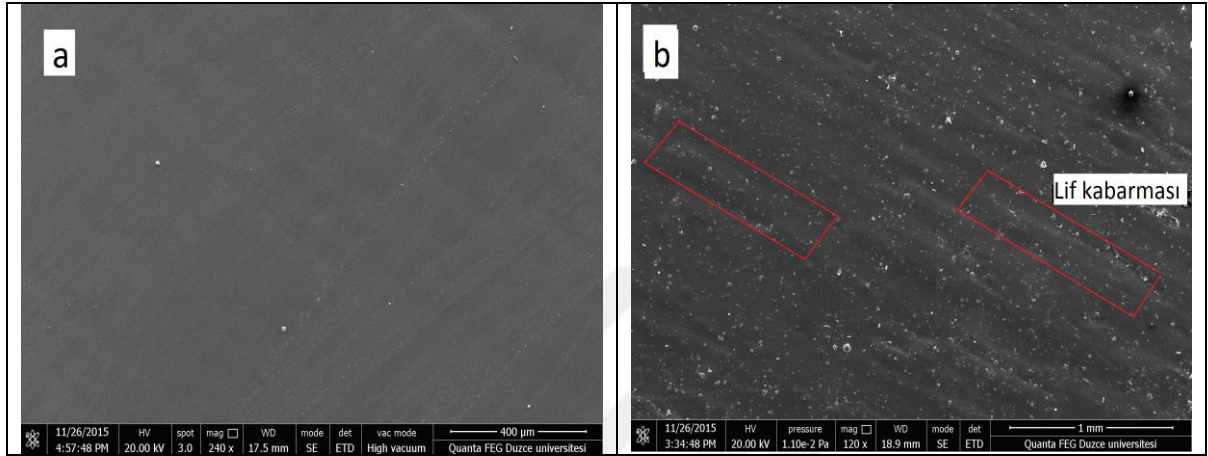
Emprenye türü	$\bar{x}$ ( $\mu\text{m}$ )	HG	Rmax( $\mu\text{m}$ )	HG
Emprenyesiz	2.48 (0.99)	<i>e</i> **	16.62 (8.32)	<i>a</i>
Tanalit - E	3.20 (1.05)	<i>d</i>	21.47 (8.89)	<i>b</i>
Mimoza %5	3.58 (0.92)	<i>c</i>	23.70 (9.21)	<i>bc</i>
Mimoza %10	4.44 (1.26)	<i>a</i>	27.61 (12.07)	<i>d</i>
Kebrako %5	4.09 (0.85)	<i>b</i>	25.75 (7.81)	<i>cd</i>
Kebrako %10	4.62 (1.51)	<i>a</i>	28.38 (15.37)	<i>d</i>

$\bar{x}$ : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, \*\*: Satırlar ve sütunlarda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Genel olarak, su bazlı emprenye maddeleri ile muamele edilen odun yüzeylerinde pürüzlülük artış göstermektedir. Bu artışın sebebi ise su bazlı emprenye maddelerinin liflerin kalkmasına ve sonuç olarak yüzeyin daha porozif bir hal almasına neden olmasından kaynaklandığı belirtilmektedir [47], [48]. Şekil 3.5'te de görüldüğü gibi



emprenye uygulanmamış odun örnekleri üzerine vernik uygulaması ile birlikte yüzeyler oldukça düzgün olmasına karşın (Şekil 3.5 a), Emprenye uygulaması ile birlikte yüzeylerde kabarma meydana gelmekte ve vernikli yüzeylerin düzgünlüğü bozulmaktadır (Şekil 3.5 b). Oysaki, [47]'nin yaptıkları çalışmada, emprenye maddesi olarak organic-based kimyasalları kullanılması durumunda ortalama Ra değerinin kontrol örneklerine göre %24 oranında azaldığı belirtilmektedir [47], [48].



Şekil 3.5. Emprenye işlemi uygulanmış ve uygulanmamış örnekler için yüzey görüntüsü. (a: Emprenye edilmemiş, poliüretan verniği uygulanmış yüzey; b: emprenye edilmiş, poliüretan verniği uygulanmış yüzey).

Vernik çeşidinin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi Çizelge 3.9'da görülmektedir. Ortalama yüzey pürüzlülüğü bakımından vernik türünün önemi istatistikî olarak anlamlı bulunmuştur. En düşük ortalama yüzey pürüzlülüğü poliüretan verniği, en yüksek ise selülozik vernikle ile muamele edilmiş numunelerde tespit edilmiştir. [49]'ın yaptıkları çalışmada poliüretan verniklerinin su bazlı verniğe göre daha düşük yüzey pürüzlülüğü etkisi gösterdiği belirtilmiştir.

Çizelge 3.9. Vernik çeşidinin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi.

Vernik çeşidi	$\bar{x}(\mu\text{m})$	HG	Rmax( $\mu\text{m}$ )	HG
Poliüretan	2.63 (0.87)	c**	15.90 (6.39)	a
Selülozik	4.84 (1.03)	a	32.44 (10.36)	c
Su bazlı	3.73 (1.16)	b	23.43 (9.92)	b

$\bar{x}$ : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, \*\*: Satırlar ve sütunlarda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Yaşlandırma süresinin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi Çizelge 3.10'da görülmektedir. Yaşlandırma süresinin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi istatistikî olarak önemli bulunmuştur. Genel olarak yaşlandırma süresi arttıkça yüzey pürüzlülüğünde artışlar

tespit edilmiştir. Yapılan birçok çalışmada da hızlandırılmış yaşlandırma işleminde yaşlandırma süresi arttıkça yüzey pürüzlülüğünde de artışlar ifade edilmiştir [23], [50]. Yaşlandırma süresindeki artışla beraber yüzey gerilimlerinde de artış olmakta ve kılcal çatlaklar meydana gelmektedir. Bu olayın sonucunda yüzey pürüzlülüğünde artışlar olmaktadır[51].

Çizelge 3.10. Yaşlandırma süresinin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi.

Yaşlandırma	$\bar{x}$ ( $\mu\text{m}$ )	HG	Rmax( $\mu\text{m}$ )	HG
Kontrol	3.251 (1.37)	<i>c</i> **	21.53 (7.73)	<i>a</i>
100 saat	3.776 (1.40)	<i>b</i>	24.29 (12.03)	<i>b</i>
300 saat	4.179 (1.57)	<i>a</i>	25.94 (13.04)	<i>b</i>

$\bar{x}$ : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, \*\*: Satırlar ve sütunlarda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Emprenye türü-vernük çeşidi, emprenye türü- yaşlandırma süresi ve vernük çeşidi- yaşlandırma süresi etkileşimlerine ait ortalama pürüzlülük sonuçları Çizelge 3.11’de görülmektedir. Emprenye türü-vernük çeşidi etkileşimi incelendiğinde en düşük ortalama pürüzlülük değeri (1.36) emprenyesiz poliüretan verniği ile işlem görmüş kayın odun örneklerinde tespit edilmiştir.

Çizelge 3.11. Emprenye türü ve vernük çeşidi etkileşiminin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi.

Emprenye türü	Vernük çeşidi					
	Poliüretan		Selülozik		Su bazlı	
	$\bar{x}$ ( $\mu\text{m}$ )	HG	$\bar{x}$ ( $\mu\text{m}$ )	HG	$\bar{x}$ ( $\mu\text{m}$ )	HG
Emprenyesiz	1.36 (0.76)	<i>g</i> **	3.62 (0.38)	<i>d</i>	2.47 (0.67)	<i>ef</i>
Tanalit - E	2.26 (0.35)	<i>f</i>	4.60 (1.08)	<i>c</i>	2.73 (0.71)	<i>e</i>
Mimoza %5	2.49 (0.51)	<i>ef</i>	4.57 (0.93)	<i>c</i>	3.70 (0.59)	<i>d</i>
Mimoza %10	2.87 (0.63)	<i>e</i>	5.37 (0.69)	<i>b</i>	5.10 (1.16)	<i>b</i>
Kebrako %5	3.92 (1.24)	<i>d</i>	4.56 (1.32)	<i>c</i>	3.79 (0.69)	<i>d</i>
Kebrako %10	2.88 (1.40)	<i>e</i>	6.34 (0.55)	<i>a</i>	4.63 (0.38)	<i>c</i>

$\bar{x}$ : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, \*\*: Satırlar ve sütunlarda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Tanalith-E emprenye maddesi her üç vernük türünde de tanen ile emprenye edilen numunelere göre kısmen düşük pürüzlülük değeri vermiştir. Ancak su bazlı vernük hariç diğer vernük türlerinde Tanalith-E ile % 5’lik mimoza arasında istatistiki olarak önemli

bir farklılık tespit edilmemiştir. Genel olarak tanenlerin konsantrasyon seviyesi arttıkça ortalama yüzey pürüzlülük değerlerindedeki artışlar gözlenmiştir.

Emprenye Türü ve yaşlandırma süresi etkileşiminin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi Çizelge 3.12’de görülmektedir. Emprenye türü-yaşlandırma süresi etkileşimi incelendiğinde, Emprenyesiz kontrol örneklerinde en düşük pürüzlülük değeri yaşlandırılmamış kayın odun örneklerinde elde edilmiştir. Tanenler ile emprenye edilen numuneler incelendiğinde hem mimoza hemde kebrako tanenlerinin %5’lik konsantrasyon seviyelerinde yaşlandırma süresindeki artışla beraber ortalama pürüzlülük değerlerinde istatistiki olarak bir farklılık tespit edilememiştir. Ancak her iki tanen türünün %10’luk konsantrasyon seviyelerinde yaşlandırma süresi arttıkça ortalama pürüzlülük değerlerinde de istatistiki olarak anlamlı artışlar belirlenmiştir.

Çizelge 3.12. Emprenye türü ve yaşlandırma süresi etkileşiminin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi.

Emprenye türü	Yaşlandırma					
	Kontrol		100 saat		300 saat	
	$\bar{x}(\mu\text{m})$	HG	$\bar{x}(\mu\text{m})$	HG	$\bar{x}(\mu\text{m})$	HG
Emprenyesiz	1.87 (0.61)	<i>j**</i>	3.11 (1.31)	<i>gh</i>	2.46 (0.56)	<i>ı</i>
Tanalit - E	3.05 (1.05)	<i>h</i>	2.91 (0.91)	<i>h</i>	3.63 (1.05)	<i>ef</i>
Mimoza %5	3.60 (0.59)	<i>ef</i>	3.53 (1.10)	<i>fg</i>	3.63 (0.67)	<i>ef</i>
Mimoza %10	3.71 (0.34)	<i>ef</i>	4.21 (0.92)	<i>cd</i>	5.41 (1.73)	<i>b</i>
Kebrako %5	3.97 (0.48)	<i>de</i>	4.30 (0.15)	<i>cd</i>	3.99 (0.42)	<i>de</i>
Kebrako %10	3.31 (0.73)	<i>fgh</i>	4.60 (1.44)	<i>c</i>	5.95 (1.67)	<i>a</i>

$\bar{x}$ : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, \*\*: Satırlar ve sütunlarda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Vernik çeşidi ve yaşlandırma süresi etkileşiminin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi Çizelge 3.13’te görülmektedir. Vernik çeşidi ve yaşlandırma süresi etkileşimi incelendiğinde, poliüretan verniğinin yaşlandırma ile birlikte pürüzlülük değerlerinde istatistiki olarak bir değişim gözlenmemiştir. Ancak selülozik ve su bazlı verniklerde yaşlandırma süresi arttıkça ortalama yüzey pürüzlülük değerlerindedeki anlamlı bir artış tespit edilmiştir.



Çizelge 3.13. Vernik çeşidi ve yaşlandırma süresi etkileşiminin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi.

Vernik çeşidi	Yaşlandırma					
	Kontrol		100 saat		300 saat	
	$\bar{x}(\mu\text{m})$	HG	$\bar{x}(\mu\text{m})$	HG	$\bar{x}(\mu\text{m})$	HG
Poliüretan	2.79 (1.04)	<i>ef**</i>	2.49 (0.86)	<i>f</i>	2.61 (0.61)	<i>f</i>
Selülozik	4.04 (0.96)	<i>c</i>	5.23 (0.81)	<i>a</i>	5.27 (1.20)	<i>a</i>
Su bazlı	2.92 (0.85)	<i>e</i>	3.62 (0.82)	<i>d</i>	4.67 (1.40)	<i>b</i>

$\bar{x}$ : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, \*\*: Satırlar ve sütunlarda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Emprenye türü, vernik çeşidi ve yaşlandırma süresi etkileşiminin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi Çizelge 3.14'te görülmektedir. 300 saat yaşlandırılmış %10 Kebrako emprenye maddesi ile emprenye edilmiş selülozik vernikli kayın odununda en yüksek pürüzlülük değeri (7,36) elde edilmiştir. En düşük pürüzlülük değeri (1,22) ise 100 saat yaşlandırılmış, emprenyesiz ve poliüretan vernikli örneklerde görülmüştür.

Çizelge 3.14. Emprenye türü, vernik çeşidi ve yaşlandırma süresi etkileşiminin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi.

Emprenye türü	Vernik çeşidi	Yaşlandırma süresi					
		Kontrol		100 saat		300 saat	
		$\bar{x}(\mu\text{m})$	HG	$\bar{x}(\mu\text{m})$	HG	$\bar{x}(\mu\text{m})$	HG
Emprenyesiz	Poliüretan	1.48	<i>stu**</i>	1.22	<i>u</i>	1.37	<i>tu</i>
	Selülozik	2.58	<i>nopqr</i>	4.98	<i>cde</i>	3.31	<i>jklmn</i>
	Su bazlı	1.56	<i>stu</i>	3.14	<i>klmnop</i>	2.70	<i>nopqr</i>
Tanalit - E	Poliüretan	2.04	<i>rst</i>	2.22	<i>qrs</i>	2.52	<i>opqr</i>
	Selülozik	4.13	<i>ghi</i>	4.30	<i>efgh</i>	5.36	<i>cd</i>
	Su bazlı	2.98	<i>mnop</i>	2.20	<i>qrs</i>	3.02	<i>lmnop</i>
Mimoza %5	Poliüretan	2.65	<i>nopqr</i>	2.05	<i>rst</i>	2.76	<i>mnopqr</i>
	Selülozik	4.65	<i>defg</i>	4.71	<i>defg</i>	4.35	<i>efgh</i>
	Su bazlı	3.49	<i>ijklm</i>	3.83	<i>hijk</i>	3.77	<i>hijkl</i>
Mimoza %10	Poliüretan	3.24	<i>klmno</i>	2.76	<i>mnopqr</i>	2.61	<i>nopqr</i>
	Selülozik	4.14	<i>fghi</i>	5.66	<i>bc</i>	6.32	<i>b</i>
	Su bazlı	3.75	<i>hijkl</i>	4.20	<i>fghi</i>	7.30	<i>a</i>
Kebrako %5	Poliüretan	4.48	<i>efgh</i>	4.14	<i>fghi</i>	3.13	<i>klmnop</i>
	Selülozik	4.18	<i>fghi</i>	4.62	<i>defg</i>	4.89	<i>def</i>
	Su bazlı	3.25	<i>klmno</i>	4.15	<i>fghi</i>	3.97	<i>ghij</i>
Kebrako %10	Poliüretan	2.86	<i>mnopq</i>	2.53	<i>opqr</i>	3.26	<i>klmno</i>
	Selülozik	4.58	<i>efg</i>	7.08	<i>a</i>	7.36	<i>a</i>
	Su bazlı	2.48	<i>pqr</i>	4.19	<i>fghi</i>	7.23	<i>a</i>

$\bar{x}$ : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, \*\*: Satırlar ve sütunlarda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

### 3.4 ÇİZİLME TESTİNE AİT BULGULAR VE TARTIŞMA

Çizilme direncine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.15'te görülmektedir. Varyans analiz sonuçlarına göre, emprenye türü, vernik çeşidi, yaşlandırma süresi, emprenye türü, vernik çeşidi ve vernik türü, yaşlandırma süresi etkileşiminin çizilme direnci üzerine etkileri istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Fakat emprenye türü- yaşlandırma süresi ve Emprenye türü, vernik türü, yaşlandırma süresi etkileşimlerinin yapışma direnci üzerine etkileri istatistikî olarak anlamlı bulunmamıştır.

Çizelge 3.15. Çizilme direncine ait varyans analiz sonuçları.

Faktör	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P ≤ 0,05
Emprenyetürü (A)	5	3.929	0.786	6.7087	0.0000*
Vernik çeşidi (B)	2	19.045	9.522	81.2984	0.0000*
Etkileşim (AB)	10	6.052	0.605	5.1672	0.0000*
Yaşlandırma (C)	2	29.464	14.732	125.7767	0.0000*
Etkileşim (AC)	10	1.750	0.175	1.4937	0.1431
Etkileşim (BC)	4	1.381	0.345	2.9486	0.0212*
Etkileşim (ABC)	20	3.046	0.152	1.3004	0.1807
Hata	216	25.300	0.117		
Toplam	269	89.968			

\*= 0,05'e göre önemli

Emprenye türünün çizilme direnci üzerine etkisi Çizelge 3.16'da görülmektedir. Emprenyesiz, Mimoza %5 ve Mimoza %10'deki çizilme dirençleri istatistiki olarak benzer sonuçlar vermiş ve Tanalith-E ve Kebrako (%5, %10) 'de meydana gelen çizilme dirençlerine göre daha düşük direnç değerleri elde edilmiştir.

Çizelge 3.16. Emprenye türünün çizilme direnci üzerine etkisi.

Emprenye türü	$\bar{x}$ (N)	HG
Emprenyesiz	2.98 (0.51)	ab**
Tanalit - E	2.89 (0.49)	bc
Mimoza %5	3.00 (0.52)	ab
Mimoza %10	3.11 (0.71)	a
Kebrako %5	2.81 (0.53)	c
Kebrako %10	2.76 (0.62)	c

$\bar{x}$ : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, \*\*: Satırda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Vernik çeşidinin çizilme direnci üzerine etkisi Çizelge 3.17’de görülmektedir. Kayın odun örnekleri üzerine uygulanan poliüretan, selülozik ve su bazlı verniklerin ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Ortalama çizilme dirençleri sırasıyla poliüretan (3,23 N), selülozik (2,96 N) ve su bazlı (2,58 N) olarak tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalarda, su bazlı verniklerin düşük sertlik değerleri vermasının verniğin küçük ve hafif molekül yapıları, ağaç malzeme boşluklarına daha fazla nüfuz etmelerine sebep olması ve ince vernik katmanı oluşturmaları nedeniyle sonuçta düşük sertlikte katman oluşturmalarından kaynaklandığı belirtilmiştir [52], [41].

Çizelge 3.17. Vernik çeşidinin çizilme direnci üzerine etkisi.

Vernik çeşidi	$\bar{x}$ (N)	HG
Poliüretan	3.2	<i>a</i> **
Selülozik	2.961	<i>b</i>
Su bazlı	2.581	<i>c</i>

$\bar{x}$ : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, \*\*: Satırda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Yaşlandırma süresinin çizilme direnci üzerine etkisi Çizelge 3.18’de görülmektedir. Yaşlandırılmamış kontrol örnekleri, 100 saat yaşlandırılmış örnekler ve 300 saat yaşlandırılmış örnekler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Yaşlandırma süresi 100 saate çıkarıldığında en yüksek çizilme direnç değerleri elde edilmiştir. Yaşlandırma süresi artışıyla beraber çizilme direncinde istatistiki açıdan önemli sayılabilecek bir düşüş gözlenmiştir. Fakat her iki yaşlandırma süresinde meydana gelen çizilme direnci kontrol örneklerine nazaran yüksek çıkmıştır. Yapılan literatür araştırmalarında da ısıl yaşlandırma ile birlikte çizilme direncinde artışların olduğu ilerleyen yaşlandırma periyotlarında ise azaltıcı etkide bulunmuştur. Çizilme direncindeki bu artış yaşlandırma işlemiyle birlikte, UV radyasyonunun yüzey gerilimi arttırdığı, bunun da çizilme direnci değerlerinde artışa neden olduğu söylenebilir [44].

Çizelge 3.18. Yaşlandırma süresinin çizilme direnci üzerine etkisi.

Yaşlandırma süresi	$\bar{x}$ (N)	HG
Kontrol	2.52 (0.60)	<i>c</i> **
100 saat	3.32 (0.61)	<i>a</i>
300 saat	2.94 (0.55)	<i>b</i>

$\bar{x}$ : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, \*\*: Satırda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Emprenye türü ve vernik çeşidi etkileşiminin çizilme direnci üzerine etkisi Çizelge 3.19’da görülmektedir. Emprenye türü ve vernik çeşidi etkileşimi bakımından incelendiğinde, en yüksek çizilme direnç değerleri mimoza %10 konsantrasyon seviyesinde emprenye edilen ve poliüretan verniği ile muamele edilen numunelerde elde edilmiş olup istatistiki olarak diğerlerinden farklı bulunmuştur. En düşük çizilme direnci ise Kebrako %10 ile emprenye edilip su bazlı vernikle muamele edilen örneklerde elde edilmiştir. Fakat Mimoza %10 ve Tanalith E ile emprenye edilip su bazlı vernik ile muamele edilen örneklerin çizilme dirençlerinde düşük bulunmuş ve aralarında istatistiki olarak fark bulunmamıştır.

Çizelge 3.19. Emprenye türü ve vernik çeşidi etkileşiminin çizilme direnci üzerine etkisi.

Emprenye türü	Vernik çeşidi					
	Poliüretan		Selülozik		Su bazlı	
	$\bar{x}$ (N)	HG	$\bar{x}$ (N)	HG	$\bar{x}$ (N)	HG
Emprenyesiz	3.20 (0.0)	<i>bcd**</i>	3.07 (0.73)	<i>bcdef</i>	2.67 (0.63)	<i>Gh</i>
Tanalit - E	3.20 (0.45)	<i>bcd</i>	2.97 (0.59)	<i>def</i>	2.50 (0.62)	<i>Hl</i>
Mimoza %5	3.13 (0.55)	<i>bcde</i>	3.00 (0.64)	<i>cdef</i>	2.87 (0.48)	<i>Fg</i>
Mimoza %10	3.60 (0.44)	<i>a</i>	3.27 (0.67)	<i>b</i>	2.47 (0.44)	<i>Hl</i>
Kebrako %5	3.23 (0.32)	<i>bc</i>	2.53 (0.39)	<i>hl</i>	2.65 (0.58)	<i>Gh</i>
Kebrako %10	3.00 (0.62)	<i>cdef</i>	2.93 (0.59)	<i>ef</i>	2.33 (0.43)	<i>I</i>

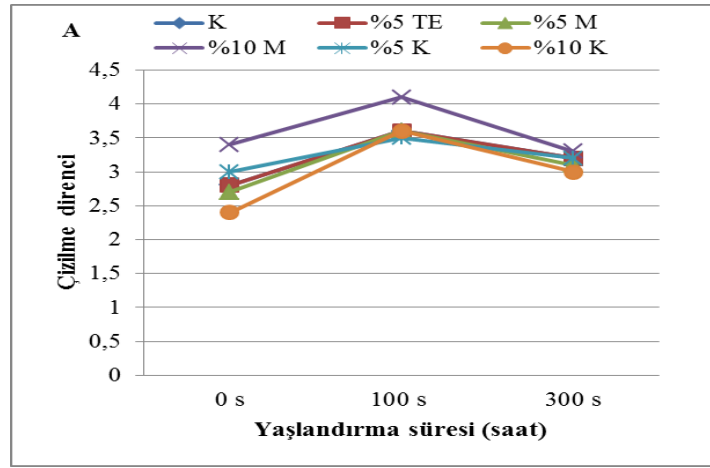
$\bar{x}$ : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, \*\*: Satırlar ve sütunlarda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Vernik çeşidi ve yaşlandırma süresi etkileşiminin çizilme direnci üzerine etkisi Çizelge 3.20’de görülmektedir. Vernik çeşidi ve yaşlandırma süresi etkileşimi bakımından çizilme dirençleri değerlendirildiğinde en yüksek çizilme direnci poliüretan verniği ile muamele edilen ve 100 saatlik yaşlandırmaya tabi tutulan örneklerde elde edilmiştir.

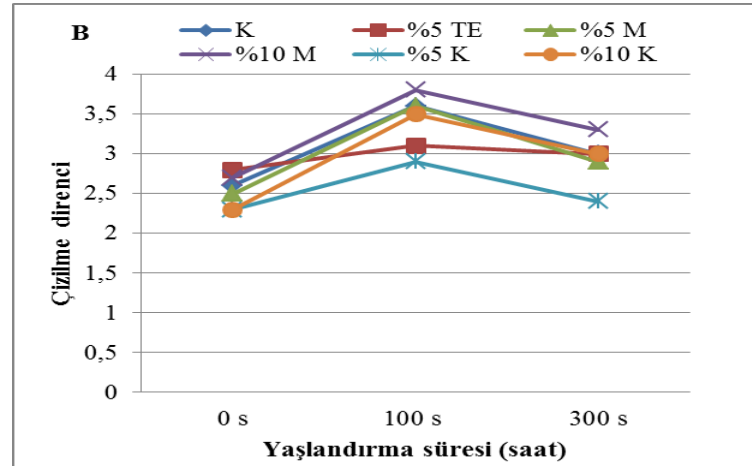
Çizelge 3.20. Vernik çeşidi ve yaşlandırma süresi etkileşiminin çizilme direnci üzerine etkisi.

Vernik çeşidi	Yaşlandırma süresi					
	Kontrol		100 saat		300 saat	
	$\bar{x}$ (N)	HG	$\bar{x}$ (N)	HG	$\bar{x}$ (N)	HG
Poliüretan	2.85 (0.46)	<i>de</i> **	3.67 (0.49)	<i>a</i>	3.17 (0.43)	<i>C</i>
Selülozik	2.53 (0.46)	<i>f</i>	3.42 (0.49)	<i>b</i>	2.93 (0.42)	<i>D</i>
Su bazlı	2.14 (0.49)	<i>g</i>	2.87 (0.52)	<i>de</i>	2.73 (0.45)	<i>E</i>

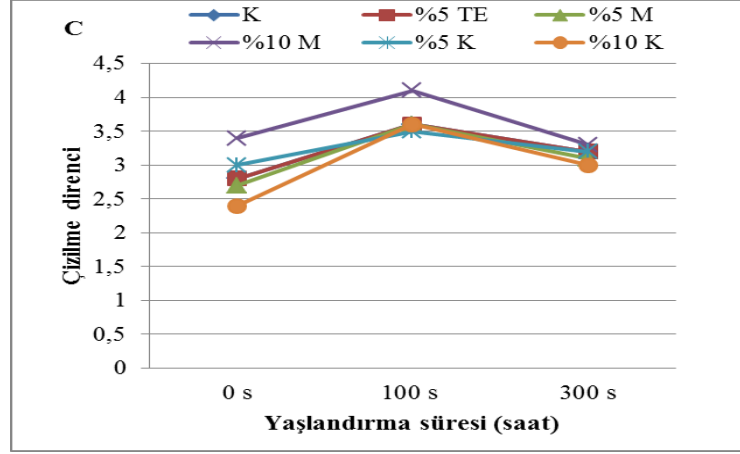
$\bar{x}$ : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, \*\*: Satırlar ve sütunlarda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.



Şekil 3.6. Çizilme direnci: (A) Poliüretan vernik.



Şekil 3.7. Çizilme direnci (B) Selülozik vernik.



Şekil 3.8. Çizilme direnci (C) Su bazlı vernik.

Şekil 3.6-3.7-3.8’de aynı zamanda vernik tipinin çizilmeye karşı direnç üzerindeki etkisini göstermektedir. Kayın ağacına uygulanan poliüretan, selülozik ve su bazlı vernikler için çizilme direncinin ortalama değerleri arasındaki belirgin farklar açıkça görülmektedir. Poliüretan (3.23 N), selülozik (2.96 N) ve su bazlı (2.58 N) verniklerin ortalama çizilme direnci değerleri belirlendi ve en az çizilme direnci su bazlı vernik ile numunelerin yüzeyinde gözlemlendi. Literatürde, su bazlı verniklerin düşük çizilme direnci değerinin nedeni, küçük, hafif moleküllerinin ahşap boşluklarına daha kolay nüfuz edebildiği ve sonuçta elde edilen ince vernik tabakasının daha düşük bir sertlik sergilediği bildirilmiştir [21], [41].

### 3.5 SALINIMSAL SERTLİĞİNE AİT BULGULAR VE TARTIŞMA

Salınımsal sertliğe ait varyans analiz sonuçları Çizelge 3.21’de görülmektedir. Emprenye türü, vernik çeşidi, yaşlandırma süresi ve bu faktörlerin ikili ve üçlü etkileşimlerinin salınımsal sertlik üzerine etkileri istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 3.21. Salınımsal sertliğine ait varyans analizi sonuçları.

Faktör	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P ≤ 0,05
Emprenye türü (A)	5	16689.793	3337.959	66.8285	0.0000*
Vernik çeşidi (B)	2	115734.859	57867.430	1158.5501	0.0000*
Etkileşim (AB)	10	11877.807	1187.781	23.7803	0.0000*
Yaşlandırma (C)	2	12798.004	6399.002	128.1129	0.0000*
Etkileşim (AC)	10	6911.863	691.186	13.8381	0.0000*
Etkileşim (BC)	4	7898.296	1974.574	39.5325	0.0000*
Etkileşim (ABC)	20	10914.504	545.725	10.9258	0.0000*
Hata	486	24274.800	49.948		
Toplam	539	207099.926			

\*= 0,05'e göre önemli

Emprenye türünün yüzey sertliği üzerine etkisi Çizelge 3.22'de görülmektedir. Genel olarak değerlendirildiğinde emprenye işlemi salınımsal sertlik değerlerinde azalmalara neden olduğu söylenebilir. En yüksek salınımsal sertlik değerleri Emprenyesiz kontrol örnekleri (86,3 salınım) ve %5 mimoza ekstraktı ile emprenye edilen numunelerde (82,9 salınım) elde edilmiş olup, istatistiki olarak aralarında farklılık bulunamamıştır. En düşük salınımsal sertlik değeri %10'lık kebrako ekstraktı ile emprenye edilen örneklerde elde edilmiş ve istatistiki olarakta diğerlerinden farklılık göstermiştir.

Çizelge 3.22. Emprenye türünün yüzey sertliği üzerine etkisi.

Emprenye türü	$\bar{x}$ (salınım)	HG
Emprenyesiz	86.30 (23.3)	<i>a**</i>
Tanalit – E	74.97 (16.9)	<i>cd</i>
Mimoza %5	82.90 (18.18)	<i>b</i>
Mimoza %10	76.42 (20.31)	<i>c</i>
Kebrako %5	73.66 (15.28)	<i>d</i>
Kebrako %10	69.98 (17.60)	<i>e</i>

$\bar{x}$ : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, \*\*: Satırda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Vernik çeşidinin yüzey sertliği üzerine etkisi Çizelge 3.23'te görülmektedir. Kayın odun örnekleri üzerine uygulanan poliüretan, selülozik ve su bazlı verniklerin salınımsal sertlik ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Vernik türlerinin salınımsal sertlik bakımından sıralanacak olursak en yüksek direnci poliüretan

(96,46 salınım), daha sonrada sırasıyla selülozik vernik (74,78 salınım) ve su bazlı vernik (60,88 salınım) verdiği ortaya çıkmıştır. Literatürde de benzer sonuçlar vermiş ve poliüretan verniğinin yüksek [53] sertlik su bazlı verniğın ise sentetik bazlı verniklere göre daha düşük sertlik değerlerine [40] sahip olduğu tespit edilmiştir. Su bazlı verniğın düşük sertlik vermesi ise yapısındaki moleküllerin çok ince olması ve odunun lümen boşluklarına ilerlemesi dolayısıyla ince katman vermesinden kaynaklandığı belirtilmektedir [52]. Su bazlı verniğın serliğine ilişkin problemin çözümünde dolgu katman kalınlığının artırılması önemli bir çözüm olacağı ancak bu uygulamanın maliyetleri de arttıracığı göz ardı edilmemelidir [43]. Bazı literatür çalışmalarında ise, çeşitli reaksiyon kurumsal ve karşılıklı çapraz molekül bağı ile bağ oluşturan su çözücülü vernik uygulamalarının yüzey kaplamalarının sertlik değerlerinde artışa neden olabileceği belirtilmiştir [54].

Çizelge 3.23. Vernik çeşidinin yüzey sertliği üzerine etkisi.

Vernik çeşidi	$\bar{x}$ (salınım)	HG
Poliüretan	96.46 (13.6)	<i>a</i> **
Selülozik	74.78 (15.71)	<i>b</i>
Su bazlı	60.88 (8.65)	<i>c</i>

$\bar{x}$ : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, \*\*: Satırda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Yaşlandırma süresinin yüzey sertliği üzerine etkisi Çizelge 3.24'te görülmektedir. Yaşlandırılmamış kontrol örnekleri, 100 saat yaşlandırılmış örnekler ve 300 saat yaşlandırılmış örneklerin salınımsal sertlik bakımından aralarındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Yaşlandırma süresi 100 saate çıkarıldığında en yüksek ortalama salınımsal sertlik değerleri (84,11 salınım) elde edilmiştir. Yaşlandırma süresi artışıyla beraber çizilme direncinde istatistiki açıdan önemli sayılabilecek bir düşüş gözlenmiştir. Yapılan literatür çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir [55], [44]. Yaşlandırma ile vernik katmanındaki sertliğin artışı yaşlandırma işlemi sırasında sıcaklığın etkisiyle vernik molekülleri arasında kurulan çapraz bağlarda artışın söz konusu olması ve buna bağlı olarak polimerik katmanlardaki sertliğin artmasına sebep olduğu belirtilmektedir [23].



Çizelge 3.24. Yaşlandırma süresinin yüzey sertliği üzerine etkisi.

Yaşlandırma süresi	$\bar{x}$ (salınım)	HG
Kontrol	72.77 (15.42)	<i>c</i> **
100 saat	84.11 (19.9)	<i>a</i>
300 saat	75.24 (20.1)	<i>b</i>

$\bar{x}$ : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, \*\*: Satırda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Emprenye türü ve vernik çeşidi etkileşiminin yüzey sertliği üzerine etkisi Çizelge 3.25'te görülmektedir. Genel olarak bakıldığında, her üç vernik türünde de en yüksek salımsal sertlik değerleri emprenyesiz kontrol örneklerinde elde edilmiştir. Ayrıca emprenye edilen örnekler içerisinde ise her üç vernik türünde de en yüksek salımsal sertlik değerlerini %5 mimoza ekstraktında elde edilmiştir. Emprenye işleminin su bazlı vernik türünde salımsal sertlik değerlerini etkilemediği ve istatistiki olarak önemli bir fark oluşturmadığı görülmektedir.

Çizelge 3.25. Emprenye türü ve vernik çeşidi etkileşiminin yüzey sertliği üzerine etkisi.

Emprenye türü	Vernik çeşidi					
	Poliüretan		Selülozik		Su bazlı	
	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Emprenyesiz	109.9 (16.6)	<i>a</i> **	88.57 (12.5)	<i>cd</i>	60.43 (5.52)	<i>h</i>
Tanalit - E	90.73 (11.1)	<i>c</i>	75.33 (13.01)	<i>e</i>	58.83 (7.51)	<i>h</i>
Mimoza %5	99.00 (10.02)	<i>b</i>	85.30 (15.1)	<i>d</i>	64.40 (7.23)	<i>fg</i>
Mimoza %10	101.2 (9.0)	<i>b</i>	66.47 (11.02)	<i>f</i>	61.57 (9.6)	<i>gh</i>
Kebrako %5	87.77 (8.61)	<i>cd</i>	72.23 (14.04)	<i>e</i>	60.97 (7.78)	<i>gh</i>
Kebrako %10	90.10 (10.06)	<i>c</i>	60.77 (7.7)	<i>h</i>	59.07 (12.1)	<i>h</i>

$\bar{x}$ : Aritmetik ortalama (salınım), HG: Homojenlik gurubu, \*\*: Satırlar ve sütunlarda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Emprenye türü ve yaşlandırma süresi etkileşiminin yüzey sertliği üzerine etkisi Çizelge 3.26'da görülmektedir. Bütün emprenye uygulamalarında en yüksek salımsal sertlik 100 saatlik yaşlandırma periyodunda elde edilmiştir. Ayrıca kontrol, 100 saatlik ve 300 saatlik yaşlandırma periyotları sonucunda emprenye işlemine ve emprenye işleminin konsantrasyon düzeyine bağlı olarak salımsal sertlik değerlerinde azalma meydana gelmiştir.

Çizelge 3.26. Emprenye türü ve yaşlandırma süresi etkileşiminin yüzey sertliği üzerine etkisi.

Emprenye türü	Yaşlandırma süresi					
	Kontrol		100 saat		300 saat	
	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Emprenyesiz	76.37 (12.94)	def**	94.20 (27.35)	a	88.33 (25.63)	bc
Tanalit - E	69.10 (12.14)	ij	85.73 (16.27)	c	70.07 (16.99)	hij
Mimoza %5	72.40 (14.28)	ghi	90.80 (17.33)	ab	85.50 (18.02)	c
Mimoza %10	75.70 (19.67)	defg	78.57 (21.30)	de	75.00 (20.48)	efg
Kebrako %5	73.13 (16.87)	fgh	79.27 (15.59)	d	68.57 (11.34)	j
Kebrako %10	69.90 (15.23)	hij	76.07 (19.22)	def	63.97 (16.56)	k

$\bar{x}$ : Aritmetik ortalama (salınım), HG: Homojenlik gurubu, \*\*: Satırlar ve sütunlarda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Vernik çeşidi ve yaşlandırma süresinin emprenye türü ve yaşlandırma süresi etkileşiminin salınımsal sertliği üzerine etkisi Çizelge 3.27’de görülmektedir. Her üç vernik türü uygulamasında da en yüksek salınımsal sertlik değerleri 100 saatlik yaşlandırma periyodu sonunda elde edilmiştir. Ayrıca genel olarak her üç yaşlandırma periyodunda da ortalama salınımsal sertlik bakımından vernik türlerini en yüksekten en düşüğe doğru sıralayacak olursak; poliüretan, selülozik ve sentetik verniklerde elde edilmiştir. Fakat bazı durumlarda bu azalmalar istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 3.27. Vernik çeşidi ve yaşlandırma süresinin emprenye türü ve yaşlandırma süresi etkileşiminin yüzey sertliği üzerine etkisi.

Vernik çeşidi	Yaşlandırma süresi					
	Kontrol		100 saat		300 saat	
	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Poliüretan	90.77 (15.39)	c**	103.3 (20.45)	a	95.33 (19.89)	b
Selülozik	64.20 (15.4)	f	84.25 (19.31)	d	75.88 (16.98)	e
Su bazlı	63.33 (15.4)	f	64.80 (18.81)	f	54.50 (17.97)	g

$\bar{x}$ : Aritmetik ortalama (salınım), HG: Homojenlik gurubu, \*\*: Satırlar ve sütunlarda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

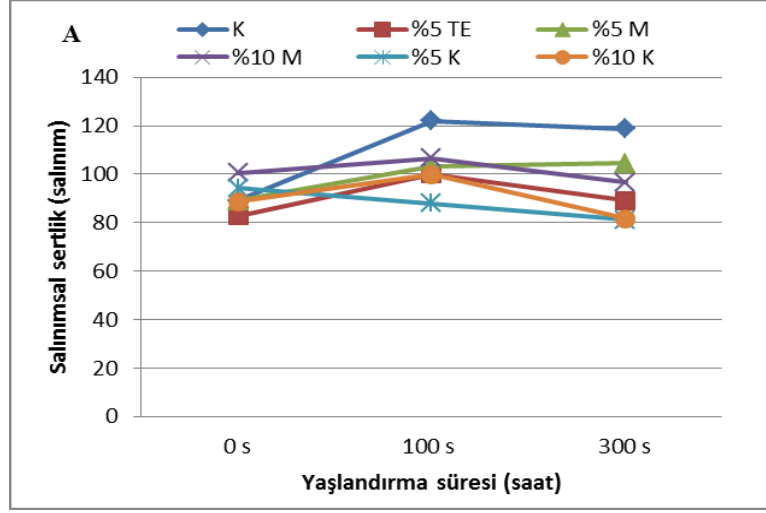
Emprenye türü, vernik çeşidi ve yaşlandırma süresi etkileşiminin yüzey sertliği üzerine etkisi Çizelge 3.28’de görülmektedir. Emprenye türü, vernik çeşidi ve yaşlandırma süresi etkileşimlerinin salınımsal sertlik üzerine etkilerine bakılacak olursa genel olarak, tüm emprenye maddeleri ve konsantrasyonları, her üç vernik türü ve iki farklı

yaşlandırma periyodunda da en yüksek salınımsal sertlik değerleri emprenyesiz kontrol örneklerinde elde edilmiştir. Buda göstermektedir ki emprenye maddeleri salınımsal sertliği olumsuz yönde etkilemektedir.

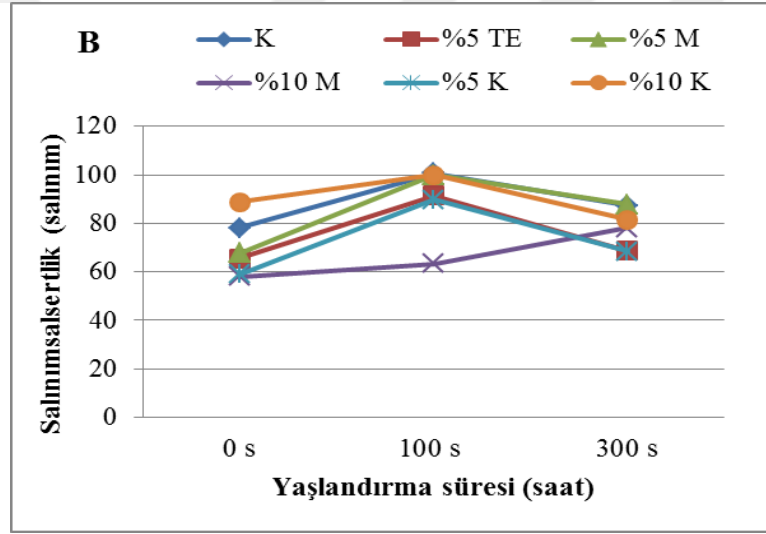
Çizelge 3.28. Emprenye türü, vernik çeşidi ve yaşlandırma süresi etkileşiminin yüzey sertliği üzerine etkisi.

Emprenye türü	Vernik çeşidi	Yaşlandırma süresi					
		Kontrol		100 saat		300 saat	
		$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Emprenyesiz	Poliüretan	89.1 (5.64)	gh**	121.8 (7.9)	a	118.8 (8.1)	a
	Selülozik	77.9 (8.51)	k	100.6 (10.0)	bcd	87.2 (6.9)	hij
	Su bazlı	62.1 (4.91)	mnpqr	60.2 (7.7)	nopqr	59.0 (2.9)	opqr
Tanalit - E	Poliüretan	82.7 (8.51)	ijk	100.3 (7.1)	cde	89.2 (9.9)	gh
	Selülozik	65.7 (5.10)	lmn	91.5 (5.0)	fgh	68.8 (7.9)	l
	Su bazlı	58.9 (6.24)	opqr	65.4 (6.6)	lmn	52.2 (2.2)	st
Mimoza %5	Poliüretan	89.2 (8.14)	gh	103.1 (7.5)	bc	104.7 (7.4)	bc
	Selülozik	67.6 (6.23)	lm	99.9 (8.2)	cde	88.4 (5.9)	ghu
	Su bazlı	60.4 (7.02)	nopqr	69.4 (8.1)	l	63.4 (2.8)	lmnopq
Mimoza %10	Poliüretan	100.4 (8.48)	cde	106.7 (9.9)	b	96.6 (6.0)	def
	Selülozik	57.9 (8.29)	pqrs	63.5 (4.0)	lmnop	78.0 (8.3)	k
	Su bazlı	68.8 (4.44)	l	65.5 (5.3)	lmn	50.4 (6.4)	tu
Kebrako %5	Poliüretan	94.3 (8.36)	efg	87.8 (8.3)	hi	81.2 (3.1)	jk
	Selülozik	58.9 (5.58)	opqr	89.6 (7.9)	gh	68.2 (4.7)	lm
	Su bazlı	66.2 (7.07)	lmn	60.4 (7.4)	nopqr	56.3 (5.9)	rst
Kebrako %10	Poliüretan	88.9 (8.16)	ghu	99.9 (7.9)	cde	81.5 (7.0)	jk
	Selülozik	57.2 (6.31)	qrs	60.4 (7.6)	nopqr	64.7 (8.0)	lmno
	Su bazlı	63.6 (5.07)	lmnop	67.9 (9.4)	lm	45.7 (6.9)	u

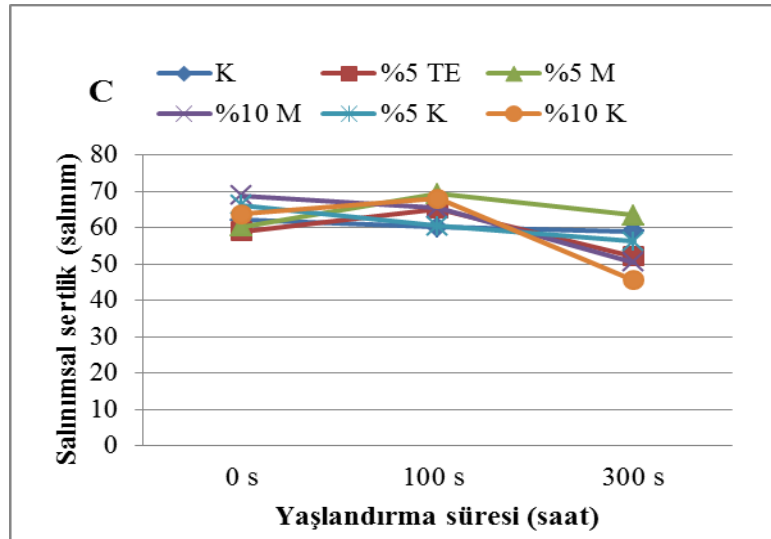
$\bar{x}$ : Aritmetik ortalama (salım) , HG: Homojenlik gurubu, \*\*: Satırlar ve sütunlarda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.



Şekil 3.9. Salımsal Sertlik, (A) Poliüretan vernik.



Şekil 3.10. Salımsal Sertlik, (B) Selülozik vernik.



Şekil 3.11. Salımsal Sertlik, (C) Su bazlı vernik.

Vernik tipinin yüzey sertliğine etkileri Şekil 3.9-3.10-3.11’de görülebilir. Kayın ağacına uygulanan poliüretan, selülozik ve su bazlı verniklerin yüzey sertliği direncinin ortalama değerleri arasında anlamlı farklar bulundu. Poliüretan sırasıyla en yüksek sertlik direncine (96.46), ardından selülozik (74.78) ve su bazlı (60.88) vernik sergiledi. Önceki araştırmalarda da poliüretan verniğin yüksek bir yüzey sertliği değeri [53] verdiğini, su bazlı vernikler sentetik poliüretan verniklerden daha düşük sertlik değerleri verdiğini gösteren benzer sonuçlar vermiştir [40]. [52]’ye göre, yapısındaki moleküller çok küçük olduğundan ve ağaç lümenlerine kolayca nüfuz ederek ince bir tabaka oluşturduğundan, su bazlı verniklerin düşük yüzey sertliği değerleri sunduğunu bildirmişlerdir. Dolgu tabakasının kalınlığının artırılması, su bazlı cila ile sertlik değerine ilişkin problemi çözecektir; Bununla birlikte, bu uygulamanın maliyetleri artıracığı düşünülmektedir [43]. Öte yandan, bazı çalışmalar su bazlı vernik uygulamalarının artan sertlik değerleri ile sonuçlanabileceğini bulmuştur [55].

### 3.6 RENK DEĞİŞİMLERİNE AİT BULGULAR VE TARTIŞMA

#### 3.6.1 KIRMIZI RENK DEĞERİ (a\*)

Kırmızı renk değerine ait varyans analizi Çizelge 3.29’da görülmektedir. Emprenye türü, vernik çeşidi, yaşlandırma süresi ve bu faktörlerin ikili ve üçlü etkileşimlerinin kırmızı renk değeri üzerine etkileri istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 3.29. Kırmızı renk değerine ait varyans sonuçları.

Faktör	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P ≤ 0,05
Emprenye türü (A)	5	3998.423	799.685	4056.2618	0.0000*
Vernik çeşidi (B)	2	574.243	287.121	1456.3733	0.0000*
Etkileşim (AB)	10	299.962	29.996	152.1506	0.0000*
Yaşlandırma (C)	2	22.392	11.196	56.7895	0.0000*
Etkileşim (AC)	10	802.416	80.242	407.0114	0.0000*
Etkileşim (BC)	4	231.226	57.807	293.2139	0.0000*
Etkileşim (ABC)	20	275.565	13.778	69.8877	0.0000*
Hata	216	42.584	0.197		
Toplam	269	6246.811			

\*= 0,05’e göre önemli

Emprenye türünün kırmızı renk değerine ve değişimine ait Duncan testi sonuçları Çizelge 3.30'da görülmektedir. Emprenye maddesi düzeyinde incelendiğinde, en yüksek ortalama kırmızı renk değeri Kebrako ekstraktının %5 ve %10 konsantrasyon seviyelerinde emprenye edilmiş odun örneklerinde tespit edilmiştir. Emprenyesiz kontrol örneklerinde ise ortalama kırmızı renk değeri (16.07) olarak bulunmuştur. En düşük ortalama kırmızı renk değeri Tanalith- E ile emprenyeli kayın odun örneklerinde (6,72) tespit edilmiştir.

Kırmızı renk değişimi ( $\Delta a^*$ ), kontrol numunelerinde, Tanalith E ile emprenye edilmiş ve % 5 mimoza emdirilmiş numunelerde pozitif bir değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir. Bu durum, belirtilen gruptaki örnek renklerinin, yaşlandırmadan sonra kırmızıya dönüştüğü anlamına gelmektedir (Çizelge 3.30). Kırmızı renkte en yüksek pozitif değişim (+  $\Delta a$ ) kontrol ve Tanalith E emdirilmiş numunelerde tespit edilmiş olup ve aralarında istatistiksel olarak bir fark bulunamamıştır. Bu bulgular ışığında, ahşabın tanenle emprenye edilmesinin daha dengeli  $\Delta a$  değerleri sağladığı söylenebilir.

Çizelge 3.30. Emprenye türünün kırmızı renk değerine etkisi.

Emprenye türü	$\bar{x}$ ( $a^*$ )	HG	$\bar{x}$ ( $\Delta a$ )	HG
Emprenyesiz	16.07	<i>c</i>	4.18 (2.4)	<i>d</i>
Tanalit - E	6.72	<i>e</i>	5.30 (2.2)	<i>d</i>
Mimoza %5	16.91	<i>b</i>	1.04 (1.7)	<i>c</i>
Mimoza %10	15.54	<i>d</i>	-0.93 (3.6)	<i>b</i>
Kebrako %5	17.74	<i>a</i>	-3.42 (2.6)	<i>a</i>
Kebrako %10	17.79	<i>a</i>	-2.93 (3.6)	<i>a</i>

$\bar{x}$ : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, \*\*: Satırlar ve sütunlarda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Vernik çeşidinin kırmızı renk değerine ve değişimine ait Duncan testi sonuçları Çizelge 3.31'de görülmektedir. Emprenyesiz ve emprenyeli, yaşlandırılmamış ve yaşlandırılmış kayın odun örnekleri üzerine uygulanan poliüretan, selülozik ve su bazlı verniklerindeki ortalama kırmızı renk değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En yüksek kırmızı renk değeri poliüretan verniğinde en düşük ise su bazlı vernikte elde edilmiştir. [56]'nın yaptıkları çalışmada dış hava koşullarının poliüretan verniğin hem sarı hem de kırmızı renk tonunda artışlara sebep olduğunu bildirmişlerdir.

Kırmızı renk değişimi ( $\Delta a$ ) açısından, poliüretan ve selülozik vernikler kırmızıya dönük bir renk değişimi meydana gelirken, su bazlı verniklerde yeşil tonuna dönüştüğü tespit edilmiştir.

Çizelge 3.31. Vernik çeşidinin kırmızı renk değerine etkisi.

Vernik çeşidi	$\bar{x}$ ( $a^*$ )	HG	$\bar{x}$ ( $\Delta a^*$ )	HG
Poliüretan	16.34	$a^{**}$	2.17 (2.5)	$b$
Selülozik	15.97	$b$	0.89 (5.0)	$b$
Su bazlı	13.08	$c$	-1.44 (4.3)	$a$

$\bar{x}$ : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, \*\*: Satırlar ve sütunlarda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Yaşlandırma süresinin kırmızı renk değerine etkisi Çizelge 3.32’de görülmektedir. Yaşlandırma işleminin ortalama kırmızı renk değeri üzerine etkisi incelendiğinde en düşük değer yaşlandırılmamış odun örneklerinde tespit edilirken yaşlandırma süresi 100 saate çıkarıldığında en yüksek kırmızı renk değeri elde edilmiştir. Fakat yaşlandırma süresi 300 saate çıkarıldığında ortalama kırmızı renk değerlerinde azalma olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 3.32. Yaşlandırma süresinin kırmızı renk değerine etkisi.

Yaşlandırma süresi	$\bar{x}$ ( $a^*$ )	HG
Kontrol	14.77	$c^{**}$
100 saat	15.48	$a$
300 saat	15.14	$b$

$\bar{x}$ : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, \*\*: Satırda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Emprenye türü ve vernik çeşidi etkileşiminin kırmızı renk değerine etkisi Çizelge 3.33’te görülmektedir. Emprenye türü ve vernik çeşidi etkileşimi incelendiğinde, her üç vernik türü uygulamasında da ortalama kırmızı renk değeri en yüksek kebrako ekstraktında, en düşük ise Tanalith E emprenyeye maddesinde elde edilmiştir. Emprenye maddelerinin konsantrasyon seviyeleri incelendiğinde selülozik ve su bazlı vernik uygulamalarında konsantrasyon seviyeleri %5’den %10’a yükseltildiğinde ortalama kırmızı renk değerlerinde azalma meydana gelirken, poliüretan verniğinde tam tersi bir durum tespit edilmiştir. Genel olarak odunun yapısındaki ekstraktif maddeleri kırmızı

renk tonu değerlerini arttırabildiği göz önüne alındığında ekstraktif maddeler ile emprenye edilen kayın odun örneklerinde de kırmızı renk tonunda artış olması beklenen bir sonuç olarak değerlendirilebilir. Ekstraktif maddelerin renk tonundaki artışa neden olması, uzun süreli yaşlandırma peryodu ile vernik formülasyonlarındaki bağlayıcı reçinelerin odun ekstraktifleri ile etkileşime girmesinden kaynaklanabileceği belirtilmektedir [23].

Çizelge 3.33. Emprenye türü ve vernik çeşidi etkileşiminin kırmızı renk değerine etkisi.

Emprenye türü	Vernik eşidi					
	Poliüretan		Selülozik		Su bazlı	
	$\bar{x}$ (a*)	HG	$\bar{x}$ (a*)	HG	$\bar{x}$ (a*)	HG
Emprenyesiz	17.36	ef**	17.62	de	13.22	j
Tanalit - E	6.138	m	8.265	l	5.756	n
Mimoza %5	17.44	e	17.99	c	15.31	ı
Mimoza %10	17.83	cd	17.38	e	11.40	k
Kebrako %5	18.93	b	17.50	e	16.79	g
Kebrako %10	20.33	a	17.05	fg	15.99	h

$\bar{x}$ : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, \*\*: Satırlar ve stnlerde aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Emprenye türü ve yaşlandırma süresi etkileşiminin kırmızı renk değerine etkisi izelge 3.34'te görülmektedir. Emprenye türü ve yaşlandırma süresi etkileşiminin kırmızı renk değerine olan etkisi incelendiğinde en yüksek a\* değeri kebrako ekstraktının %5 ve %10 konsantrasyon seviyeleri ile emprenye edilmiş ve yaşlandırılmamış numunelerde elde edilmiştir. Genel olarak bakıldığında emprenyesiz kontrol örneklerinde ve Tanalith E emprenye maddesinde yaşlandırma süresi arttıa a\* değerinde artma, kebrako ekstraktında ise yaşlandırma süresi arttıa a\* değerinde azalmalar olduğu söylenebilir.



Çizelge 3.34. Emprenye türü ve yaşlandırma süresi etkileşiminin kırmızı renk değerine etkisi.

Emprenye türü	Yaşlandırma süresi					
	Kontrol		100 saat		300 saat	
	$\bar{x}$ (a*)	HG	$\bar{x}$ (a*)	HG	$\bar{x}$ (a*)	HG
Emprenyesiz	13.29	k**	16.93	f	17.99	b
Tanalit - E	3.182	N	7.200	m	9.776	l
Mimoza %5	16.22	G	17.17	ef	17.35	de
Mimoza %10	16.16	Gh	16.30	g	14.16	j
Kebrako %5	20.04	A	17.52	cd	15.65	ı
Kebrako %10	19.74	A	17.74	bc	15.89	hu

$\bar{x}$ : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, \*\*: Satırlar ve sütunlarda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Vernik çeşidi ve yaşlandırma süresi etkileşiminin emprenye türü ve yaşlandırma süresi etkileşiminin kırmızı renk değerine etkisi Çizelge 3.35'te görülmektedir. En yüksek ortalama a\* değeri poliüretan verniği uygulanmış ve 300 saat yaşlandırılmış kayın odun örnekleri (17,59) ve selülozik vernik uygulanmış ve 100 saatlik yaşlandırmaya tabi tutulmuş odun örneklerinde (17,44) tespit edilmiştir. Bu sonucu literatür de desteklemektedir [50].

Çizelge 3.35. Vernik çeşidi ve yaşlandırma süresi etkileşiminin emprenye türü ve yaşlandırma süresi etkileşiminin kırmızı renk değerine etkisi.

Vernik çeşidi	Yaşlandırma süresi					
	Kontrol		100 saat		300 saat	
	$\bar{x}$ (a*)	HG	$\bar{x}$ (a*)	HG	$\bar{x}$ (a*)	HG
Poliüretan	14.89	d**	16.54	b	17.59	a
Selülozik	15.38	c	17.44	a	15.09	d
Su bazlı	14.05	e	12.45	g	12.74	f

$\bar{x}$ : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, \*\*: Satırlar ve sütunlarda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Emprenye türü, vernik çeşidi ve yaşlandırma süresi etkileşiminin kırmızı renk değerine etkisi Çizelge 3.36'da görülmektedir. Emprenye türü, vernik çeşidi ve yaşlandırma süresi üçlü etkileşimlerinin kırmızı renk değerine olan etkisi incelendiğinde en yüksek a\* değerleri emprenye maddelerinde kebrako ekstraktında, vernik türü bakımından poliüretan verniğinde ve yaşlandırma işlemi bakımından ise kebrako ekstraktı

haricindeki uygulamalarda yaşlandırma işlemine tabi tutulmuş örneklerde olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 3.36. Emprenye türü, vernik çeşidi ve yaşlandırma süresi etkileşiminin kırmızı renk değerine etkisi.

Emprenye türü	Vernik çeşidi	Yaşlandırma süresi					
		Kontrol		100 saat		300 saat	
		$\bar{x}$ (a*)	HG	$\bar{x}$ (a*)	HG	$\bar{x}$ (a*)	HG
Emprenyesiz	Poliüretan	14.34	<i>tuv</i>	18.07	<i>kl</i>	19.68	<i>efg</i>
	Selülozik	13.17	<i>x</i>	18.80	<i>ij</i>	20.89	<i>b</i>
	Su bazlı	12.35	<i>y</i>	13.93	<i>uvw</i>	13.39	<i>wx</i>
Tanalit - E	Poliüretan	3.583	—	4.742	<i>^</i>	10.09	<i>z</i>
	Selülozik	3.802	—	10.47	<i>z</i>	10.52	<i>z</i>
	Su bazlı	2.162	<i>,</i>	6.388	<i>J</i>	8.718	<i>\</i>
Mimoza %5	Poliüretan	16.37	<i>n</i>	16.01	<i>no</i>	19.95	<i>cdef</i>
	Selülozik	17.32	<i>m</i>	20.18	<i>cde</i>	16.47	<i>n</i>
	Su bazlı	14.97	<i>qrs</i>	15.31	<i>pqr</i>	15.64	<i>op</i>
Mimoza %10	Poliüretan	16.10	<i>no</i>	19.12	<i>hi</i>	18.28	<i>jk</i>
	Selülozik	17.64	<i>lm</i>	19.71	<i>defg</i>	14.80	<i>rst</i>
	Su bazlı	14.73	<i>st</i>	10.07	<i>z</i>	9.398	<i>[</i>
Kebrako %5	Poliüretan	19.70	<i>defg</i>	19.00	<i>hi</i>	18.08	<i>kl</i>
	Selülozik	20.08	<i>cde</i>	19.01	<i>hi</i>	13.41	<i>wx</i>
	Su bazlı	20.35	<i>bc</i>	14.56	<i>st</i>	15.46	<i>pq</i>
Kebrako %10	Poliüretan	19.24	<i>ghu</i>	22.31	<i>a</i>	19.44	<i>fgh</i>
	Selülozik	20.25	<i>cd</i>	16.48	<i>n</i>	14.43	<i>stu</i>
	Su bazlı	19.73	<i>defg</i>	14.42	<i>tu</i>	13.81	<i>vw</i>

$\bar{x}$ : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, \*\*: Satırlar ve sütunlarda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Emprenye türü, vernik çeşidi ve yaşlandırma süresi etkileşiminin toplam kırmızı renk değişimine etkisi Çizelge 3.37'de görülmektedir. 100 saat ve 300 saat yaşlandırılmış numunelerde yaşlandırılmamış kontrol örneklerine göre en yüksek renk değişimi Tanelith-E ile emprenye edilen selülozik vernikli örneklerde görülmüştür. En düşük toplam kırmızı renk değişimi değeri %5 lik Kebrako ekstraktında (-6.67) görülmüştür.

Çizelge 3.37 Emprenye türü, vernik çeşidi ve yaşlandırma süresi etkileşiminin ( $\Delta a^*$ ) toplam kırmızı renk değişimine etkisi.

Emprenye türü	Vernik çeşidi	Yaşlandırma süresi			
		100 saat		300 saat	
		$\bar{x} (\Delta a^*)$	HG	$\bar{x} (\Delta a^*)$	HG
Emprenyesiz	Poliüretan	3.74	<i>ghj**</i>	5.34	<i>pr</i>
	Selülozik	5.64	<i>hij</i>	7.72	<i>pr</i>
	Su bazlı	1.58	<i>ij</i>	1.04	<i>r</i>
Tanalit - E	Poliüretan	1.16	<i>a</i>	6.5	<i>jk</i>
	Selülozik	6.67	<i>ab</i>	6.72	<i>jk</i>
	Su bazlı	4.22	<i>ab</i>	6.55	<i>jkl</i>
Mimoza %5	Poliüretan	-0.36	<i>ab</i>	3.57	<i>klm</i>
	Selülozik	2.86	<i>ab</i>	-0.85	<i>klm</i>
	Su bazlı	0.34	<i>ab</i>	0.66	<i>lmn</i>
Mimoza %10	Poliüretan	3.02	<i>bc</i>	2.18	<i>mn</i>
	Selülozik	2.07	<i>bc</i>	-2.83	<i>mn</i>
	Su bazlı	-4.66	<i>cd</i>	-5.33	<i>n</i>
Kebrako %5	Poliüretan	-0.7	<i>de</i>	-1.62	<i>n</i>
	Selülozik	-1.07	<i>ef</i>	-6.67	<i>no</i>
	Su bazlı	-5.69	<i>fg</i>	-4.79	<i>op</i>
Kebrako %10	Poliüretan	3.07	<i>fgh</i>	0.2	<i>pr</i>
	Selülozik	-3.78	<i>fgh</i>	-5.82	<i>po</i>
	Su bazlı	-5.32	<i>fgh</i>	-5.92	<i>po</i>

$\bar{x}$ : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, \*\*: Satırlar ve sütunlarda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

### 3.6.2 SARI RENK DEĞERİ ( $b^*$ )

Sarı renk değerine ait varyans sonuçları Çizelge 3.38’de görülmektedir. Emprenye türü, vernik çeşidi, yaşlandırma süresi ve bu faktörlerin ikili ve üçlü etkileşimlerinin sarı renk değeri ( $b^*$ ) üzerine etkileri istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 3.38. Sarı renk değerine ait varyans sonuçları.

Faktör	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P ≤ 0,05
Emprenye türü (A)	5	10993.608	2198.722	7518.7900	0.0000*
Vernik çeşidi (B)	2	426.161	213.080	728.6534	0.0000*
Etkileşim (AB)	10	832.894	83.289	284.8179	0.0000*
Yaşlandırma (C)	2	1930.639	965.319	3301.0244	0.0000*
Etkileşim (AC)	10	4681.801	468.180	1600.9976	0.0000*
Etkileşim (BC)	4	129.168	32.292	110.4261	0.0000*
Etkileşim (ABC)	20	405.983	20.299	69.4153	0.0000*
Hata	216	63.165	0.292		
Toplam	269	19463.418			

\*= 0,05'e göre önemli

Emprenye türünün sarı renk değerine ve değişimine etkisi Çizelge 3.39'de görülmektedir. Emprenye maddesi düzeyinde incelendiğinde, en yüksek ortalama sarı renk değeri emprenyesiz kayın odun örneklerinde (32,33) elde edilmiştir. Emprenli odun örneklerinde ise sarı renk değerlerinde belirgin bir düşme tespit edilmiştir. En düşük sarı renk değeri (b\*) %10'lik mimoza ekstraktı ile emprenye edilmiş odun örneklerinde (13,66) elde edilmiştir.

Sarı renk değişimi ( $\Delta b^*$ ) incelendiğinde, kontrol numunelerinde ve Tanalith E ile emprenye edilmiş numunelerde sarı renk değişimi pozitif yönde (+  $\Delta b$ ) olduğundan, renk sarı tonunda artış olmuştur.

Tanen emdirilmiş örneklerde hızlandırılmış yaşlandırma ile birlikte sarı renk tonu maviye doğru dönüşmüştür. En yüksek değişim değeri +14.36 ile % 5 kebrako tanen örneğinde elde edilmiştir.

Çizelge 3.39. Emprenye türünün sarı renk değerine etkisi.

Emprenye türü	$\bar{x}$ (b*)	HG	$\bar{x}$ ( $\Delta b$ )	HG
Emprenyesiz	32.33	a**	9.23 (2.5)	e
Tanalit - E	16.84	b	3.51 (3.3)	d
Mimoza %5	16.36	c	-7.64 (3.2)	c
Mimoza %10	13.66	f	-11.57 (4.1)	b
Kebrako %5	15.63	d	-14.36 (1.8)	a
Kebrako %10	14.68	e	-11.80 (3.3)	b

$\bar{x}$ : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, \*\*: Satırlar ve sütunlarda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Vernik çeşidinin sarı renk değerine ve değişimine etkisi Çizelge 3.40’da görülmektedir. Ortalama sarı renk değeri bakımından poliüretan, selülozik ve su bazlı vernikleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmuştur. Ortalama sarı renk değerlerini sıralayacak olursak en yüksek ( $b^*$ ) poliüretan, selülozik ve su bazlı olarak tespit edilmiştir. [57]’ye göre; emprenyeli ahşap malzeme üzerine tatbik ettikleri çeşitli vernik türlerinin yaşlandırma ile birlikte sarı renk tonundaki değişimi incelemişler ve sonuçta özellikle su bazlı vernik ürünün en düşük sarı renk değerine sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Vernik tipleri açısından sarı renk değişimleri ( $\Delta b$ ) değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır.

Çizelge 3.40. Vernik çeşidinin sarı renk değerine etkisi.

Vernik çeşidi	$\bar{x}$ ( $b^*$ )	HG	$\bar{x}$ ( $\Delta b^*$ )	HG
Poliüretan	19.89	$a^{**}$	-4.38 (7.7)	$a$
Selülozik	18.03	$b$	-6.49 (11.2)	$a$
Su bazlı	16.84	$c$	-5.45 (8.7)	$a$

$\bar{x}$ : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, \*\*: Satırlar ve sütunlarda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Yaşlandırma süresinin sarı renk değerine etkisi Çizelge 3.41’de görülmektedir. Yaşlandırma işlemi ile birlikte ortalama sarı renk değerlerinde belirgin bir azalma meydana gelmiş ve bu azalma istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Elde edilen bu sonuç bazı literatür çalışmaları ile uyumlu olmadı görülmüş ve yaşlandırma ile birlikte odunun sarı renk değerinde artış olabileceğini belirtmişlerdir [44], [45]. Elde ettiğimiz değer farklı çıkması odun örneklerinin farklı emprenye maddeleri ile muamele etmemizden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Çünkü emprenye türü ve yaşlandırma süresi etkileşimine ait Çizelge 3.42 incelendiğinde emprenye uygulanmamış örneklerin yaşlandırmaya tabi tutulması ile birlikte sarı renk tonunda artış olduğu gözlemlenmektedir. Fakat emprenyeli örneklerde durum tam tersi olmaktadır.

Çizelge 3.41. Yaşlandırma süresinin sarı renk değerine etkisi.

Yaşlandırma süresi	$\bar{x}$ ( $b^*$ )	HG
Kontrol	21.88	$a^{**}$
100 saat	17.37	$b$
300 saat	15.51	$c$

$\bar{x}$ : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, \*\*: Satırda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Emprenye türü ve vernik çeşidi etkileşiminin sarı renk değerine etkisi Çizelge 3.42’de görülmektedir. Her üç vernik türünde de en yüksek ortalama sarı renk değeri emprenyeyesiz kontrol örneklerinde elde edilmiştir. En düşük ortalama sarı renk değerleri ise vernik türlerine göre değişiklik göstermekle birlikte, poliüretan verniğinde Tanalit-E emprenye maddesinde, selülozik vernikte %10’luk kebrako ekstraktında ve su bazlı vernikte ise %10’luk mimoza ekstraktında elde edilmiştir.

Çizelge 3.42. Emprenye türü ve vernik çeşidi etkileşiminin sarı renk değerine etkisi.

Emprenye türü	Vernik çeşidi					
	Poliüretan		Selülozik		Su bazlı	
	$\bar{x}$ (b*)	HG	$\bar{x}$ (b*)	HG	$\bar{x}$ (b*)	HG
Emprenyeyesiz	34.38	<i>a</i>	33.96	<i>b</i>	28.64	<i>c</i>
Tanalit - E	14.38	<i>k</i>	17.39	<i>g</i>	18.77	<i>e</i>
Mimoza %5	19.42	<i>d</i>	14.78	<i>j</i>	14.88	<i>ij</i>
Mimoza %10	15.47	<i>h</i>	15.21	<i>hi</i>	10.30	<i>n</i>
Kebrako %5	18.29	<i>f</i>	13.82	<i>l</i>	14.78	<i>j</i>
Kebrako %10	17.40	<i>g</i>	12.99	<i>m</i>	13.66	<i>l</i>

$\bar{x}$ : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, \*\*: Satırlar ve sütunlarda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Emprenye türü ve vernik çeşidi etkileşiminin sarı renk değişimine etkisi Çizelge 3.43’de görülmektedir. Ortalama değerlerin analizi, %10 Kebrako emdirilmiş olanlarda sarıya (+ Δb) yapılan değişikliğin arttığını ortaya koymuştur.

Çizelge 3.43 Emprenye türü ve vernik çeşidi etkileşiminin sarı renk değişimine etkisi.

Emprenye türü	Vernik çeşidi					
	Poliüretan		Selülozik		Su bazlı	
	$\bar{x}$ (Δb*)	HG	$\bar{x}$ (Δb*)	HG	$\bar{x}$ (Δb*)	HG
Emprenyeyesiz	-0.23 (1.4)	<i>d**</i>	5.08 (3.1)	<i>c</i>	5.68 (0.3)	<i>c</i>
Tanalit – E	-6.05 (3.1)	<i>e</i>	-10.72 (2.8)	<i>g</i>	-6.14 (0.6)	<i>e</i>
Mimoza %5	-7.07 (1.6)	<i>ef</i>	-15.49 (2.8)	<i>ı</i>	-12.16 (1.5)	<i>gh</i>
Mimoza %10	-14.03 (2.0)	<i>hi</i>	-14.28 (2.5)	<i>hi</i>	-14.77 (0.9)	<i>ı</i>
Kebrako %5	-8.42 (2.3)	<i>f</i>	-15.38 (0.9)	<i>ı</i>	-11.61 (1.2)	<i>g</i>
Kebrako %10	9.51 (0.9)	<i>b</i>	9.51(0.9)	<i>b</i>	6.32 (1.2)	<i>c</i>

$\bar{x}$ : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, \*\*: Satırlar ve sütunlarda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

%10 kebrako emdirilmiş örneklerde yaşlandırma ile birlikte sarı renk tonu maviye

doğru kaymıştır; En yüksek değişim değeri (15.49), % 5 mimoza tanen örneğinde elde edilmiştir. Emprenyesiz kontrol odununun en düşük sarı renk değerine (-0,23) sahip olduğunu belirtilmiştir.

Emprenye türü ve yaşlandırma süresi etkileşiminin sarı renk değerine etkisi izelge 3.44’de görülmektedir. Yaşlandırılmamış ve yaşlandırma işlemine tabi tutulmuş örneklerde e yüksek ortalama sarı renk değerleri emprenyesiz kontrol örneklerinde elde edilmiştir. Emprenyeli örneklerde ise yaşlandırma süresine bağlı olarak ortalama sarı renk değerlerinde farklılıklar tespit edilmiştir. Emprenyeli odun örneklerinde en yüksek b\* yaşlandırılmamış numunelerde %10’lik kebrako ekstraktında, 100 ve 300 saatlik yaşlandırılmış numunelerde ise Tanalith E emprenye maddesinde elde edilmiştir.

Çizelge 3.44. Emprenye türü ve yaşlandırma süresi etkileşiminin sarı renk değerine etkisi.

Emprenye türü	Yaşlandırma süresi					
	Kontrol		100 saat		300 saat	
	$\bar{x}$ (b*)	HG	$\bar{x}$ (b*)	HG	$\bar{x}$ (b*)	HG
Emprenyesiz	26.18	c**	34.91	b	35.89	a
Tanalit - E	14.50	j	18.52	g	17.51	h
Mimoza %5	21.45	f	15.64	ı	11.99	kl
Mimoza %10	21.38	f	11.43	m	8.176	o
Kebrako %5	25.19	d	12.11	k	9.591	n
Kebrako %10	22.55	e	11.63	lm	9.871	n

$\bar{x}$ : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, \*\*: Satırlar ve stnlerde aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Vernik eşidi ve yaşlandırma süresi etkileşiminin sarı renk değerine etkisi izelge 3.45’te görülmektedir. Her vernik türünde de en yüksek ortalama b\* yaşlandırılmamış numunelerde, en düşük ise 300 saatlik yaşlandırmada elde edilmiştir.

Çizelge 3.45 Vernik eşidi ve yaşlandırma süresi etkileşiminin sarı renk değerine etkisi.

Vernik eşidi	Yaşlandırma süresi					
	Kontrol		100 saat		300 saat	
	$\bar{x}$ (b*)	HG	$\bar{x}$ (b*)	HG	$\bar{x}$ (b*)	HG
Poliüretan	22.81	a**	19.34	D	17.52	E
Selülozik	22.35	b	17.65	e	14.08	G
Su bazlı	20.47	c	15.12	F	14.92	F

$\bar{x}$ : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, \*\*: Satırlar ve stnlerde aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Emprenye türü, vernik çeşidi ve yaşlandırma süresi etkileşiminin sarı renk değerine etkisi Çizelge 3.46’da görülmektedir. 100 saat ve 300 saat yaşlandırılmış numunelerde yaşlandırılmamış kontrol örneklerine göre en yüksek renk değişimi %5 Kebrako ile emprenye edilen poliüretan vernikli örneklerde görülmüştür. En düşük toplam kırmızı renk değişimi değeri %10 luk Mimoza ekstraktında (4.96) görülmüştür.

Çizelge 3.46. Emprenye türü, vernik çeşidi ve yaşlandırma süresi etkileşiminin sarı renk değerine etkisi.

Emprenye türü	Vernik çeşidi	Yaşlandırma süresi					
		Kontrol		100 saat		300 saat	
		$\bar{x}$ (b*)	HG	$\bar{x}$ (b*)	HG	$\bar{x}$ (b*)	HG
Emprenyesiz	Poliüretan	28.04	<i>e**</i>	36.89	<i>b</i>	38.20	<i>a</i>
	Selülozik	26.06	<i>f</i>	37.98	<i>a</i>	37.84	<i>a</i>
	Su bazlı	24.43	<i>g</i>	29.87	<i>d</i>	31.62	<i>c</i>
Tanalit - E	Poliüretan	14.53	<i>op</i>	13.45	<i>rs</i>	15.15	<i>o</i>
	Selülozik	14.00	<i>pqr</i>	21.68	<i>ı</i>	16.49	<i>n</i>
	Su bazlı	14.98	<i>o</i>	20.42	<i>kl</i>	20.90	<i>jk</i>
Mimoza % 5	Poliüretan	23.46	<i>h</i>	20.21	<i>l</i>	14.60	<i>op</i>
	Selülozik	21.93	<i>ı</i>	13.73	<i>qr</i>	8.690	<i>y</i>
	Su bazlı	18.97	<i>m</i>	12.97	<i>st</i>	12.69	<i>tuv</i>
Mimoza % 10	Poliüretan	20.18	<i>l</i>	14.19	<i>pq</i>	12.04	<i>v</i>
	Selülozik	25.54	<i>f</i>	12.57	<i>tuv</i>	7.522	<i>z</i>
	Su bazlı	18.41	<i>m</i>	7.530	<i>z</i>	4.968	<i>\</i>
Kebrako % 5	Poliüretan	27.64	<i>e</i>	14.95	<i>o</i>	12.28	<i>uv</i>
	Selülozik	23.31	<i>h</i>	11.36	<i>w</i>	6.802	<i>ı</i>
	Su bazlı	24.63	<i>g</i>	10.02	<i>x</i>	9.690	<i>x</i>
Kebrako % 10	Poliüretan	23.02	<i>h</i>	16.37	<i>n</i>	12.82	<i>stu</i>
	Selülozik	23.25	<i>h</i>	8.588	<i>y</i>	7.142	<i>zı</i>
	Su bazlı	21.40	<i>ıj</i>	9.928	<i>x</i>	9.650	<i>x</i>

$\bar{x}$ : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, \*\*: Satırlar ve sütunlarda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Emprenye türü, vernik çeşidi ve yaşlandırma süresi etkileşiminin sarı renk ( $\Delta b^*$ ) değişimine etkisi Çizelge 3.47’ de görülmektedir. Genel olarak incelendiğinde, ortalama sarı renk değişimi yaşlandırma süresi 100 saatten 300 saate çıktığında artış göstermiştir. Özellikle kebrako ekstraktı ile emprenye edilen örneklerde hem 100 saatlik



yaşlandırma hemde 300 saatlik yaşlandırma işleminde diğer gruplara göre daha yüksek sarı renk değişimi vermiştir.

Çizelge 3.47. Emprenye türü, vernik çeşidi ve yaşlandırma süresi etkileşiminin sarı renk ( $\Delta b^*$ ) değişimine etkisi.

Emprenye türü	Vernik çeşidi	Yaşlandırma süresi			
		100 saat		300 saat	
		$\bar{x}$ ( $\Delta b^*$ )	HG	$\bar{x}$ ( $\Delta b^*$ )	HG
Emprenyesiz	Poliüretan	8.85	<i>jk**</i>	10.2	<i>z</i>
	Selülozik	11.9	<i>kl</i>	11.8	<i>x</i>
	Su bazlı	5.44	<i>lm</i>	7.2	<i>x</i>
Tanalit - E	Poliüretan	-1.08	<i>a</i>	0.62	<i>lm</i>
	Selülozik	7.67	<i>b</i>	2.48	<i>mn</i>
	Su bazlı	5.44	<i>bc</i>	5.92	<i>n</i>
Mimoza %5	Poliüretan	-3.25	<i>bc</i>	-8.85	<i>n</i>
	Selülozik	-8.2	<i>bcd</i>	-13.2	<i>n</i>
	Su bazlı	-5.99	<i>cde</i>	-6.28	<i>o</i>
Mimoza %10	Poliüretan	-6	<i>cde</i>	-8.15	<i>p</i>
	Selülozik	-13	<i>def</i>	-18	<i>r</i>
	Su bazlı	-10.9	<i>ef</i>	-13.4	<i>s</i>
Kebrako %5	Poliüretan	-12.7	<i>fgh</i>	-15.4	<i>t</i>
	Selülozik	-12	<i>fgh</i>	-16.5	<i>t</i>
	Su bazlı	-14.6	<i>fghi</i>	-14.9	<i>tu</i>
Kebrako %10	Poliüretan	-6.65	<i>ghij</i>	-10.2	<i>uv</i>
	Selülozik	-14.7	<i>hij</i>	-16.1	<i>vy</i>
	Su bazlı	-11.5	<i>ij</i>	-11.7	<i>yz</i>

$\bar{x}$ : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, \*\*: Satırlar ve sütunlarda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

### 3.6.3 RENK PARLAKLIK (IŞIKLILIK) DEĞERİ ( $L^*$ )

Renk parlaklık değerine ait varyans sonuçları Çizelge 3.48'te görülmektedir. Emprenye türü, vernik çeşidi, yaşlandırma süresi ve bu faktörlerin ikili ve üçlü etkileşimlerinin yapışma direnci üzerine etkileri istatistikî olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 3.48. Renk parlaklık değerine ait varyans sonuçları.

Faktör	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P ≤ 0,05
Emprenye türü (A)	5	18275.823	3655.165	18330.9719	0.0000*
Vernik çeşidi (B)	2	349.926	174.963	877.4546	0.0000*
Etkileşim (AB)	10	711.279	71.128	356.7128	0.0000*
Yaşlandırma (C)	2	7304.057	3652.029	18315.2445	0.0000*
Etkileşim (AC)	10	1272.494	127.249	638.1670	0.0000*
Etkileşim (BC)	4	65.560	16.390	82.1968	0.0000*
Etkileşim (ABC)	20	438.324	21.916	109.9118	0.0000*
Hata	216	43.070	0.199		
Toplam	269	28460.534			

\*= 0,05'e göre önemli

Emprenye türünün renk parlaklık değerine etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları Çizelge.3.49'da görülmektedir. Genel olarak, emprenyesiz odun örneklerinin renk parlaklık değeri (60,13) emprenyeli odun örneklerine göre oldukça yüksek çıkmıştır. Emprenyeli odun örneklerinin ortalama L\* değerleri arasındaki farklılık çok büyük olmamasına rağmen istatistiki olarak bu farklılık önemli bulunmuştur. [58] de görüldüğü gibi, kayın odununda yaptıkları çalışmada renk parlaklık (ışıklılık) değeri ile odundaki hemiselüloz birimleri arasında güçlü bir korelasyon belirlemişlerdir.

Çizelge 3.49. Emprenye türünün renk parlaklık değerine etkisi.

Emprenye türü	$\bar{x}$ (L*)	HG	$\bar{x}$ ( $\Delta$ L)	HG
Emprenyesiz	60.13	a**	-7.42 (3.0)	d
Tanalit – E	39.99	b	-3.02 (2.6)	e
Mimoza %5	40.00	b	-12.92 (3.6)	b
Mimoza %10	37.89	c	-15.42 (2.6)	a
Kebrako %5	37.47	d	-15.42 (1.9)	a
Kebrako %10	36.33	e	-10.67 (3.0)	c

$\bar{x}$ : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, \*\*: Satırlar ve sütunlarda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Toplam parlaklık değişimi bakımından incelendiğinde, Tanalith E koruyucusu ile emprenye edilen kayın odun örnekleri için en düşük ( $\Delta$ L\*) değeri (-3.02) elde edilmiştir. Tanenle ile emprenye işlemi, numunelerin  $\Delta$ L\* değerinde artışa sebep olmuş ve yüzey rengini daha koyu hale gelmiştir. Tanenler ve toplam parlaklık değişimi üzerine yapılan çalışmalarda benzer sonuçlar elde edilmiştir [59]. Tanenler arasında en

yüksek  $\Delta L^*$  değeri (15.42), % 5 kebracho ve % 10 mimoza ile muamele edilmiş örneklerde tespit edilmiştir.

Vernik türünün renk parlaklık değerine ve değişimine etkisi Çizelge 3.50’de görülmektedir. Vernik türleri arasındaki  $L^*$  değerleri arasında çok büyük farklılık olmamasına rağmen istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Vernik türleri arasında en yüksek ortalama  $L^*$  değeri poliüretan verniği (43,08) vermiş olup bunu takriben sırasıyla su bazlı (42,42) ve selülozik (40,40) vernik gelmiştir.

Vernik tipleri arasında  $\Delta L$  açısından anlamlı fark bulunmamıştır. Ahşap yüzeyleri UV ışınlarına duyarlı olduğu için  $\Delta L$  değerleri tüm işlemlerde negatiftir[60].

Çizelge 3.50. Vernik türünün renk parlaklık değerine etkisi.

Vernik çeşidi	$\bar{x}$ ( $L^*$ )	HG	$\bar{x}$ ( $\Delta L$ )	HG
Poliüretan	43.08	<i>a</i> **	-10.11 (4.1)	<i>a</i>
Selülozik	40.40	<i>c</i>	-11.84 (6.0)	<i>a</i>
Su bazlı	42.42	<i>b</i>	-10.48 (5.9)	<i>a</i>

$\bar{x}$ : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, \*\*: Satırlar ve sütunlarda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Yaşlandırma süresinin renk parlaklık değerine ve değişimine etkisi Çizelge 3.51’de görülmektedir. Yaşlandırma süresinin renk parlaklık değerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuş olup, en yüksek ortalama  $L^*$  değeri yaşlandırılmamış odun örneklerinde tespit edilmiştir. Bu durumda yaşlandırma süresindeki artışla beraber numunelerde koyulaşma meydana geldiği söylenebilir. Çünkü renk parlaklık değerlerindeki azalmanın renk tonunda koyulaşmaya artışının ise rengin açıldığı anlamına gelebileceğini bildirmiştir [50].

Çizelge 3.51. Yaşlandırma süresinin renk parlaklık değerine etkisi.

Yaşlandırma süresi	$\bar{x}$ ( $L^*$ )	HG
Kontrol	49.18	<i>a</i> **
100 saat	39.64	<i>b</i>
300 saat	37.09	<i>c</i>

$\bar{x}$ : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, \*\*: Satırda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Emprenye türü ve vernik çeşidi etkileşiminin renk parlaklık değerine etkisi istatistiki

olarak önemli bulunmuştur. Yapılan Duncan testine ait sonuçlar Çizelge 3.52’de görülmektedir. Her üç vernik türünde de en yüksek ortalama  $L^*$  değerleri emprenyesiz örneklerde tespit edilmiştir. Her üç verniğe ait en düşük  $L^*$  değerleri ise %10’luk kebrako ekstraktı ile emprenyeli odun örneklerinde elde edilmiştir.

Çizelge 3.52. Emprenye türü ve vernik çeşidi etkileşiminin renk parlaklık değerine etkisi.

Emprenye türü	Vernik çeşidi					
	Poliüretan		Selülozik		Su bazlı	
	$\bar{x}$ ( $L^*$ )	<i>HG</i>	$\bar{x}$ ( $L^*$ )	<i>HG</i>	$\bar{x}$ ( $L^*$ )	<i>HG</i>
Emprenyesiz	58.13	<i>c**</i>	59.15	<i>b</i>	63.11	<i>a</i>
Tanalit - E	39.45	<i>g</i>	38.91	<i>h</i>	41.60	<i>e</i>
Mimoza %5	44.45	<i>d</i>	36.93	<i>lm</i>	38.62	<i>h</i>
Mimoza %10	38.26	<i>ı</i>	38.13	<i>ıj</i>	37.29	<i>k</i>
Kebrako %5	40.35	<i>f</i>	34.83	<i>n</i>	37.22	<i>kl</i>
Kebrako %10	37.85	<i>j</i>	34.49	<i>o</i>	36.67	<i>m</i>

$\bar{x}$ : Aritmetik ortalama, *HG*: Homojenlik gurubu, \*\*: Satırlar ve sütunlarda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Emprenye türü ve yaşlandırma süresi etkileşiminin renk parlaklık değerine etkisi Çizelge 3.53’de görülmektedir. Emprenye türü ve yaşlandırma süresi etkileşiminin renk parlaklık değerine etkisi incelendiğinde tüm emprenyeli ve emprenyesiz odun örneklerinde en yüksek ortalama  $L^*$  değerleri yaşlandırılmamış odun örneklerinde elde edilirken, en düşük ortalama  $L^*$  değerleri 300 saatlik yaşlandırma sonucunda ortaya çıkmıştır.

Çizelge 3.53. Emprenye türü ve yaşlandırma süresi etkileşiminin renk parlaklık değerine etkisi.

Emprenye türü	Yaşlandırma süresi					
	Kontrol		100 saat		300 saat	
	$\bar{x}$ (L*)	HG	$\bar{x}$ (L*)	HG	$\bar{x}$ (L*)	HG
Emprenyesiz	65.07	<i>a**</i>	58.39	<i>b</i>	56.92	<i>c</i>
Tanalit - E	42.00	<i>h</i>	40.28	<i>ı</i>	37.68	<i>k</i>
Mimoza %5	48.62	<i>d</i>	38.32	<i>j</i>	33.06	<i>m</i>
Mimoza %10	48.17	<i>e</i>	34.13	<i>l</i>	31.38	<i>o</i>
Kebrako %5	47.75	<i>f</i>	33.37	<i>m</i>	31.29	<i>o</i>
Kebrako %10	43.45	<i>g</i>	33.33	<i>m</i>	32.23	<i>n</i>

$\bar{x}$ : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, \*\*: Satırlar ve sütunlarda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Emprenye türü ve vernik çeşidi etkileşiminin toplam renk parlaklık değişimine etkisine ilişkin bulgular Çizelge 3.54’ de görülmektedir. Vernik türleri karşılaştırıldığında, emprenyesiz kontrol örneklerinde en fazla toplam parlaklık değişimi poliüretan verniği uygulanmış örneklerde tespit edilmiştir. Tanenler ile emprenyeli örnekler karşılaştırıldığında en düşük toplam renk değişimi %10’luk kebrako taneni ile emprenye edilmiş su bazlı vernik uygulanmış örneklerde tespit edilmiştir. En yüksek değişim ise %5 mimoza taneni ile emprenye edilmiş ve selülozik vernik uygulanmış örneklerde bulunmuştur.

Çizelge 3.54 Emprenye türü ve vernik çeşidi etkileşiminin toplam renk parlaklık değişimine etkisi.

Emprenye türü	Vernik çeşidi					
	Poliüretan		Selülozik		Su bazlı	
	$\bar{x}$ ( $\Delta$ L)	HG	$\bar{x}$ ( $\Delta$ L)	HG	$\bar{x}$ ( $\Delta$ L)	HG
Emprenyesiz	-5.78(1.9)	<i>c**</i>	-1.19(2.2)	<i>a</i>	-2.09(0.8)	<i>ab</i>
Tanalit - E	-11.10(5.6)	<i>efgh</i>	-14.29(1.3)	<i>lmn</i>	-13.38(2.0)	<i>hlm</i>
Mimoza %5	-10.40(1.3)	<i>defg</i>	-20.48(1.6)	<i>p</i>	-15.37(1.9)	<i>mno</i>
Mimoza %10	-16.18(1.6)	<i>no</i>	-12.52(1.2)	<i>fghl</i>	-17.56(1.4)	<i>o</i>
Kebrako %5	-8.88(1.7)	<i>de</i>	-12.59(0.5)	<i>fghl</i>	-10.52(1.3)	<i>defg</i>
Kebrako %10	-8.30(1.1)	<i>d</i>	-9.98(2.2)	<i>def</i>	-3.98(1.3)	<i>bc</i>

$\bar{x}$ : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, \*\*: Satırlar ve sütunlarda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Vernik çeşidi ve yaşlandırma süresi etkileşiminin renk parlaklık değerine etkisi incelendiğinde (Çizelge 3.55) Her üç vernik türünde derenk parlaklık değeri büyükten küçüğe sırasıyla yaşlandırılmamış, 100 saat ve 300 saatlik süre ile yaşlandırılmış olarak elde edilmiştir.

Çizelge 3.55. Vernik çeşidi ve yaşlandırma süresi etkileşiminin renk parlaklık değerine etkisi.

Vernik çeşidi	Yaşlandırma süresi					
	Kontrol		100 saat		300 saat	
	$\bar{x}$ (L*)	HG	$\bar{x}$ (L*)	HG	$\bar{x}$ (L*)	HG
Poliüretan	49.82	<i>a</i> **	41.50	<i>d</i>	37.92	<i>g</i>
Selülozik	48.30	<i>c</i>	37.73	<i>g</i>	35.19	<i>h</i>
Su bazlı	49.41	<i>b</i>	39.68	<i>e</i>	38.17	<i>f</i>

$\bar{x}$ : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, \*\*: Satırlar ve sütunlarda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Emprenye türü, vernik çeşidi ve yaşlandırma süresi etkileşiminin renk parlaklık değerine etkisi incelendiğinde emprenye edilmemiş örneklerle emprenyeli örneklerin renk parlaklık değerleri vernik türüne bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Çizelge 3.56). En yüksek ortalama L\* değerleri emprenyesiz odun örneklerinde su bazlı vernikte elde edilirken emprenyeli odun örneklerinde poliüretan verniğinde elde edilmiştir. En düşük ortalama L\* değerleri %10'lik kebrako ekstraktında elde edilmiş ve özellikle yaşlandırma süresi 300 saate çıktığında ortalama L\* değerlerinde düşüşlerin olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 3.56. Emprenye türü, vernik çeşidi ve yaşlandırma süresi etkileşiminin renk parlaklık değerine etkisi.

Emprenye türü	Vernik çeşidi	Yaşlandırma süresi					
		Kontrol		100 saat		300 saat	
		$\bar{x}$ (L*)	HG	$\bar{x}$ (L*)	HG	$\bar{x}$ (L*)	HG
Emprenyesiz	Poliüretan	63.66	<i>b</i>	56.30	<i>f</i>	54.42	<i>g</i>
	Selülozik	65.80	<i>a</i>	57.77	<i>e</i>	53.87	<i>g</i>
	Su bazlı	65.76	<i>a</i>	61.10	<i>d</i>	62.46	<i>c</i>
Tanalit - E	Poliüretan	43.30	<i>opq</i>	38.98	<i>u</i>	36.07	<i>vw</i>
	Selülozik	39.70	<i>t</i>	40.42	<i>s</i>	36.60	<i>v</i>
	Su bazlı	42.99	<i>q</i>	41.44	<i>r</i>	40.36	<i>s</i>
Mimoza %5	Poliüretan	51.85	<i>h</i>	45.84	<i>m</i>	35.66	<i>w</i>
	Selülozik	46.46	<i>l</i>	33.27	<i>yz</i>	31.06	<i>j</i>
	Su bazlı	47.54	<i>k</i>	35.85	<i>w</i>	32.46	<i>l</i>
Mimoza %10	Poliüretan	45.19	<i>n</i>	35.84	<i>w</i>	33.74	<i>xy</i>
	Selülozik	51.78	<i>h</i>	32.71	<i>l</i>	29.90	<i>^</i>
	Su bazlı	47.54	<i>k</i>	33.84	<i>x</i>	30.50	<i>^</i>
Kebrako %5	Poliüretan	51.14	<i>t</i>	36.03	<i>w</i>	33.89	<i>x</i>
	Selülozik	43.17	<i>pq</i>	31.75	<i>\</i>	29.56	<i>^</i>
	Su bazlı	48.93	<i>j</i>	32.33	<i>l</i>	30.41	<i>^</i>
Kebrako %10	Poliüretan	43.77	<i>o</i>	36.03	<i>w</i>	33.74	<i>xy</i>
	Selülozik	42.88	<i>q</i>	30.45	<i>^</i>	30.13	<i>^</i>
	Su bazlı	43.69	<i>op</i>	33.51	<i>xy</i>	32.82	<i>z</i>

$\bar{x}$ : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, \*\*: Satırlar ve sütunlarda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Emprenye türü, vernik türü ve yaşlandırma süresi etkileşiminin toplam renk parlaklık değişimi üzerine etkisi Çizelge 3.57'de görülmektedir. Genel olarak, yaşlandırılmamış örnekler baz alındığında, yaşlandırma süresi 100 saatten 300 saate yükseldiğinde toplam parlaklık değişimi artış göstermektedir. Yani yaşlandırma süresi artış gösterdikçe örnekler daha koyu renk tonuna sahip olmaktadır.

Çizelge 3.57 Empreye türü, vernik türü ve yaşlandırma süresi etkileşiminin toplam renk parlaklık değişimi üzerine etkisi.

Empreye türü	Vernik çeşidi	Yaşlandırma süresi			
		100 saat		300 saat	
		$\bar{x}$ ( $\Delta L^*$ )	HG	$\bar{x}$ ( $\Delta L^*$ )	HG
Emprenyesiz	Poliüretan	-7.36	hij	-9.24	st
	Selülozik	-8.03	ij	-11.9	t
	Su bazlı	-4.66	ijk	-3.3	u
Tanalit - E	Poliüretan	-4.32	a	-7.24	ijk
	Selülozik	0.72	b	-3.11	jk
	Su bazlı	-1.56	bc	-2.63	kl
Mimoza %5	Poliüretan	-6.01	cd	-16.2	kl
	Selülozik	-13.2	d	-15.4	lm
	Su bazlı	-11.7	de	-15.1	lm
Mimoza %10	Poliüretan	-9.35	def	-11.5	mn
	Selülozik	-19.1	ef	-21.9	n
	Su bazlı	-13.7	f	-17	no
Kebrako %5	Poliüretan	-15.1	f	-17.3	no
	Selülozik	-11.4	g	-13.6	o
	Su bazlı	-16.6	g	-18.5	p
Kebrako %10	Poliüretan	-7.73	gh	-10	pr
	Selülozik	-12.4	ghı	-12.8	prs
	Su bazlı	-10.2	ghı	-10.9	rs

$\bar{x}$ : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, \*\*: Satırlar ve sütunlarda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

### 3.6.4 TOPLAM RENK DEĞİŞİMİ ( $\Delta E^*$ )

Toplam renk değişimine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 3.58'de görülmektedir. Empreye türü, vernik çeşidi, yaşlandırma süresi ve bu faktörlerin ikili ve üçlü etkileşimlerinin toplam renk değişimi üzerine etkileri ( $\Delta E^*$ ) istatistiki olarak önemli bulunmuştur.



Çizelge 3.58. Toplam renk değişimine ait varyans sonuçları.

Faktör	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P ≤ 0.05
Yaşlandırma (C)	1	300.934	300.934	274.755	.000
Emprenye türü (A)	5	2093.619	418.724	382.298	.000
Vernik çeşidi (B)	2	445.299	222.649	203.280	.000
Etkileşim (AC)	5	76.622	15.324	13.991	.000
Etkileşim (BC)	2	37.136	18.568	16.953	.000
Etkileşim (AB)	10	651.255	65.126	59.460	.000
Etkileşim (ABC)	10	101.058	10.106	9.227	.000
Hata	72	78.860	1.095		
Toplam	108	30195.739			

\*= 0,05'e göre önemli

Emprenye türünün toplam renk değişimine etkisi Çizelge 3.59'da görülmektedir. En düşük toplam renk değişimi (8.17), Tanalith E ile muamele edilmiş numunelerde gerçekleşti ve diğer numuneler ile karşılaştırıldığında anlamlı olduğu bulundu. [61] de CCB, Tanalith E ve adolit KD5 emprenye kimyasallarıyla muamele edilen odun örneklerinde de benzer sonuçlar tespit etmişlerdir. CCB ve Tanalith E emprenye maddeleri ile muamele edilen ve yaşlandırma işlemine tabi tutulan örneklerde UV bozulmasına karşı ahşap renginin stabilizasyonunda sentetik ve poliüretan verniklerinin etkili sonuçlar verdiği belirtilmektedir. Tanalith E ile daha az renk değişikliğinin nedeni bakır içeriğiyle ilgilidir. Bakır esaslı formülasyonlar odunun ışığa karşı korumasında önemli bir rol oynamaktadır. Benzer çalışmalar, CCA, CCB ve Tanalith E gibi bakır formülasyonlarının, yüzey bozunmasını geciktirdiğini ve yaşlandırma işlemi sırasında ahşabın renk kararlılığını arttırdığını göstermiştir [62]. [63] de bahsedildiği gibi, renk değişiminin, lignin ve diğer bileşiklerden kaynaklanan konjüge ketonların, aldehitlerin ve karbonil gruplarına atfedildiğini vurgulamıştır. Bakır bazlı formülasyonlardaki bakır, karbonil gruplarının odunun fotodedgradasyonuna karşı geciktirerek sinerjik bir etki yaratabilmektedir. Öte yandan, bakır, bakır-selüloz, bakır-lignin ve amorf inorganik / organik bakır bileşikleri gibi ahşap bileşenlerle bazı kompleks oluşturur ve ahşabı bozunmaya karşı yavaşlatır. En yüksek toplam renk değişimi değerleri ( $\Delta E$ ), sırasıyla %10 mimoza ve %5 kebrako emprenye edilmiş örneklerde (19.66 ve 21.53) tespit edilmiş ve aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Ayrıca, Ekstraktiflerin neden olduğu renk değişimindeki artış, vernik formülasyonlarındaki

reçinelerle yaşlandırma süresi boyunca meydana gelen reaksiyonlardan kaynaklanıyor olabileceği belirtilmektedir [64].

Çizelge 3.59. Emprenye türünün toplam renk değişimine etkisi.

Emprenye türü	$\bar{x}$ ( $\Delta E^*$ )	HG
Kontrol	12.70 (4.1)	<i>b</i>
Tanalit - E	8.17 (2.1)	<i>a</i>
Mimoza %5	15.21 (4.5)	<i>bc</i>
Mimoza %10	19.66 (5.9)	<i>d</i>
Kebrako %5	21.53 (2.9)	<i>d</i>
Kebrako %10	16.57 (3.7)	<i>c</i>

$\bar{x}$ : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, \*\*: Satırda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Vernik türünün toplam renk değerine etkisi Çizelge 3.60'da görülmektedir. Elde edilen sonuçlara göre en fazla ortalama toplam renk değişimi değeri selülozik vernikte elde edilirken, en az ortalama toplam renk değişimi poliüretan verniğinde elde edilmiştir. [65] deki gibi farklı ağaç türleri üzerine uyguladıkları verniklerin hızlandırılmış yaşlandırma sonrası renk değişimlerini incelemişler ve sonuçta vernik türü düzeyinde en yüksek renk değişim değerini selülozik vernikte elde etmişlerdir. Yapılan bazı çalışmalarda da buna benzer sonuçlar elde edilmiştir [66], [67]. Ancak poliüretan verniği ile su bazlı vernik arasında toplam renk değişimi bakımından istatistiki olarak fark bulunmamıştır. En yüksek renk değişim değeri, selülozik vernik ile elde edilmiştir. Benzer sonuçlar Budakci ve arkadaşları tarafından bulunmuştur [65]. Vernik tipleri açısından renk değişimindeki farklılıkların, vernik kurutma süresinin ve kullanılan verniklerin kimyasal bileşenlerinin bir sonucu olabileceği sonucuna varılmıştır [41].

Çizelge 3.60. Vernik türünün toplam renk değerine etkisi.

Vernik çeşidi	$\bar{x}$ ( $\Delta E^*$ )	HG
Poliüretan	13.41 (5.3)	<i>a</i>
Selülozik	18.32(5.5)	<i>b</i>
Su bazlı	15.18(6.1)	<i>a</i>

$\bar{x}$ : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, \*\*: Satırda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Emprenye türü ve vernik çeşidi etkileşiminin toplam renk değişimi üzerine etkisi Çizelge 3.61'de görülmektedir. Elde edilen bulgulara göre bu etkileşim içerisinde en yüksek renk değişimi 25,8 ile %5 mimoza ekstraktı ile emprenye edilip selülozik vernik uygulanan örneklerde tespit edilmiştir. Ancak %10 mimoza ekstraktı ile emprenye

edilen ve su bazlı vernik uygulanan örneklerdeki (23.57) renk değişimi ile aralarında istatistiki olarak fark bulunmamıştır. En düşük renk değişikliği ise genel olarak her üç vernik türü için emprenyesiz kontrol örneklerinde meydana geldiği görülmektedir.

Çizelge 3.61. Emprenye türü ve vernik türü etkileşiminin toplam renk değişimine etkisi.

Emprenye türü	Vernik çeşidi					
	Poliüretan		Selülozik		Su bazlı	
	$\bar{x}$ ( $\Delta E^*$ )	HG	$\bar{x}$ ( $\Delta E^*$ )	HG	$\bar{x}$ ( $\Delta E^*$ )	HG
Emprenyesiz	7.29 (2.9)	<i>a</i>	9.06 (1.6)	<i>a</i>	8.16 (1.2)	<i>a</i>
Tanalit - E	12.83 (6.6)	<i>b</i>	18.07 (2.5)	<i>de</i>	14.75 (2.0)	<i>bc</i>
Mimoza %5	12.91 (1.7)	<i>b</i>	25.83 (3.0)	<i>h</i>	20.23 (2.4)	<i>ef</i>
Mimoza %10	21.47 (2.5)	<i>fg</i>	19.54 (3.2)	<i>def</i>	23.57 (1.4)	<i>gh</i>
Kebrako %5	12.55 (2.3)	<i>b</i>	20.48 (1.2)	<i>efg</i>	16.67 (1.7)	<i>cd</i>
Kebrako %10	13.43 (1.5)	<i>b</i>	16.96 (1.8)	<i>cd</i>	7.71 (1.0)	<i>a</i>

$\bar{x}$ : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, \*\*: Satırlar ve sütunlarda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Emprenye türü, vernik türü ve yaşlandırma süresi etkileşiminin toplam renk değişimi üzerine etkisi Çizelge 3.62’de görülmektedir. Elde edilen sonuçlara göre, yaşlandırılmamış örnekler baz alındığında, yaşlandırma süresi 100 saatten 300 saate çıktığında toplam renk değişimi genel olarak tüm gruplarda artış göstermiştir. Tanenler ile emprenye edilen örneklerde bu değişim daha fazla olduğu ortaya çıkmıştır.

Çizelge 3.62 Empreye türü, vernik türü ve yaşlandırma süresi etkileşiminin toplam renk değişimi üzerine etkisi.

Emprenye türü	Vernik çeşidi	Yaşlandırma süresi			
		100 saat		300 saat	
		$\bar{x}$ ( $\Delta E^*$ )	HG	$\bar{x}$ ( $\Delta E^*$ )	HG
Emprenyesiz	Poliüretan	12.12	<i>fg</i>	14.74	<i>hij</i>
	Selülozik	15.45	<i>ijk</i>	18.47	<i>mno</i>
	Su bazlı	7.39	<i>bc</i>	8.03	<i>bc</i>
Tanalit - E	Poliüretan	4.74	<i>a</i>	9.84	<i>de</i>
	Selülozik	10.20	<i>de</i>	7.91	<i>bc</i>
	Su bazlı	7.08	<i>b</i>	9.23	<i>cd</i>
Mimoza %5	Poliüretan	6.85	<i>b</i>	18.80	<i>nop</i>
	Selülozik	15.80	<i>ijk</i>	20.33	<i>pr</i>
	Su bazlı	13.14	<i>gh</i>	16.35	<i>jkl</i>
Mimoza %10	Poliüretan	11.54	<i>efg</i>	14.28	<i>hi</i>
	Selülozik	23.16	<i>st</i>	28.50	<i>u</i>
	Su bazlı	18.10	<i>lmnop</i>	22.36	<i>s</i>
Kebrako %5	Poliüretan	19.76	<i>opr</i>	23.18	<i>st</i>
	Selülozik	16.66	<i>ijklm</i>	22.42	<i>st</i>
	Su bazlı	22.84	<i>st</i>	24.30	<i>t</i>
Kebrako %10	Poliüretan	10.74	<i>def</i>	14.36	<i>hi</i>
	Selülozik	19.59	<i>opr</i>	21.37	<i>rs</i>
	Su bazlı	16.27	<i>jkl</i>	17.06	<i>klmn</i>

$\bar{x}$ : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, \*\*: Satırlar ve sütunlarda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Özgenc ve diğerleri tarafından yürütülen bir çalışmada emprenye edilen ve emprenye edilmemiş ahşap numunelerin  $\Delta E$ ,  $\Delta L$  ve  $\Delta a$  değerlerinde artışlar kaydedilmiştir[68]. Literatürdeki birçok çalışmaya göre, renk değişiminin bozunma süresine göre incelendiği zaman, toplam renk değişimi değerleri, yaşlandırmanın ilk evrelerinde hızlı bir şekilde değişirken, sonraki yaşlandırma periyotlarında daha yavaş değişimler belirlenmiştir [69], [70]. Yaşlandırma ile birlikte meydana gelen fotodegradasyonlarda hücre çeperi bileşenleri içerisinde en çok etkilenen lignin olmakta ve bu sırada UV etkisiyle serbest radikaller oluşmakta ve yüzeyde kimyasal değişiklikler meydana gelmektedir. Böylece malzemenin yüzey renginde değişimle oluşmaktadır [68].

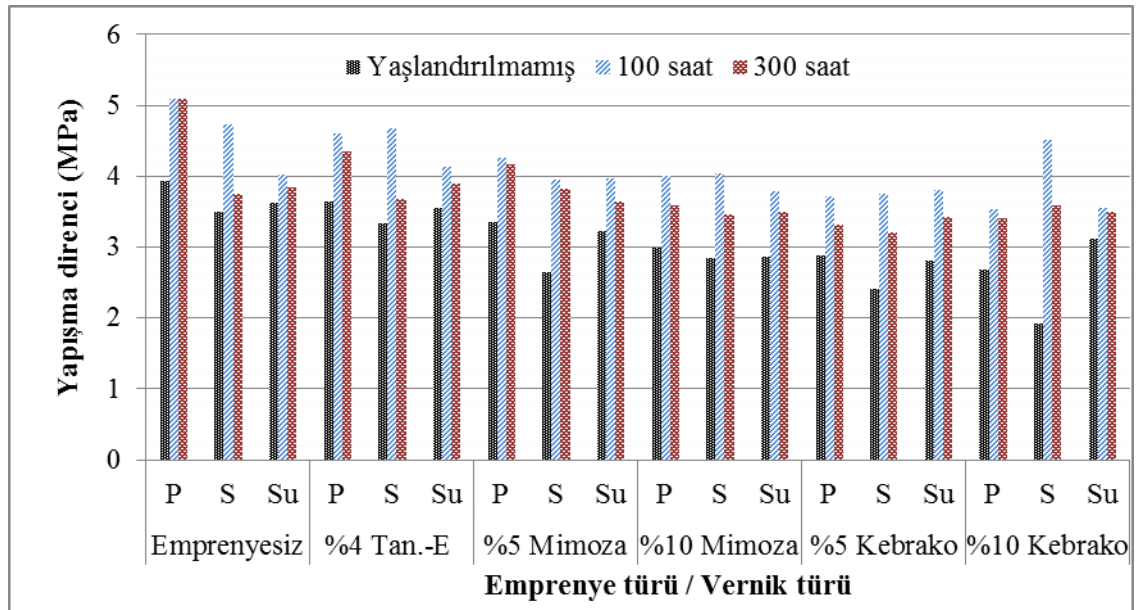
## 4. SONUÇ

Mimoza ve kebrako ekstraktları ile emprenye edilip, vernik uygulaması ve yaşlandırmaya tabi tutulan kayın odun örneklerinde yapışma direncindeki farklılıklar belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, empreye türü, vernik türü ve yaşlandırma süresinin yapışma direncini etkilediği tespit edilmiştir (Şekil 4.1).

Emprenye işlemi ile birlikte yapışma direncinde azalmaların meydana geldiği belirlenmiştir. Ancak, geleneksel emprenye maddelerinden Tanalith E emprenye maddesinde yapışma direnci kontrol örneklerine göre düşük olduğu tespit edilsede istatistiki olarak bu düşüş önemsiz sayılmıştır. Kebrako ekstraktı mimoza ekstraktına göre daha düşük yapışma direnci değerleri vermiştir. Ancak her iki ekstrakt türünde de konsantrasyon farklılığı yapışma direncini etkilememiştir (Şekil 4.1).

Vernik türü düzeyinde yapışma direnç değerleri karşılaştırıldığında, en yüksek yapışma direnci poliüretan verniğinde elde edilmiştir. Su bazlı ve selülozik verniklerde ise yapışma direnci bakımından önemli bir farklılık tespit edilmemiştir (Şekil 4.1).

Yaşlandırma süresi düzeyinde yapışma direnç değerleri karşılaştırıldığında yaşlandırma süresi artışıyla beraber yapışma direncinde önemli bir artış olmakta fakat süre ilerledikçe yapışma direncinde düşüşler meydana gelmektedir (Şekil 4.1).

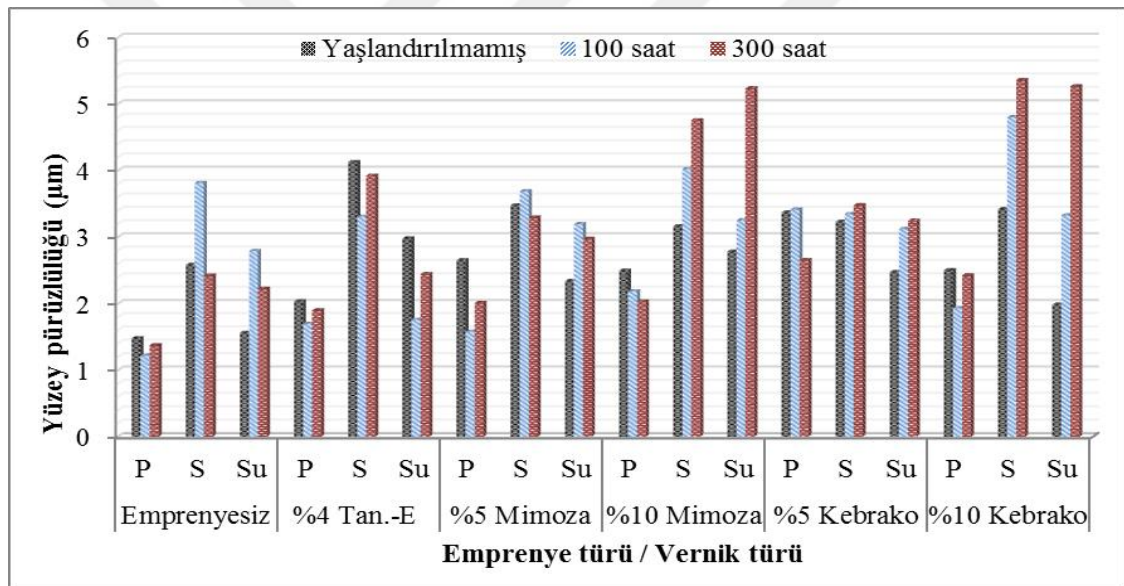


Şekil 4.1. Emprenye türü, vernik türü ve yaşlandırma işleminin yapışma direnci (Adezyon) üzerine etkileri.

Emprenye işlemi ile birlikte yüzey pürüzlülüğünde artış meydana geldiği sonucuna varılmıştır. Özellikle mimoza ve kebrako ekstraktlarında konsantrasyon seviyeleri %5'ten %10'a yükseltildiğinde yüzey pürüzlülüğünde artışlar olduğu da ortaya çıkmıştır (Şekil 4.2).

Vernik türü düzeyinde yüzey pürüzlülüğüne ait sonuçlar incelendiğinde, poliüretan verniğinin selülozik ve su bazlı verniklere nispeten daha düşük yüzey pürüzlülüğü verdiği belirlenmiştir (Şekil 4.2).

Yaşlandırma süresi düzeyinde yüzey pürüzlülüğüne ait sonuçlar değerlendirildiğinde yüzey pürüzlülüğünün yaşlandırma ile birlikte artış gösterdiği ve 300 saatlik yaşlandırma süresinde yaşlandırılmamış kontrol örneklerine oranla yaklaşık % 29 oranında pürüzlülüğünde artış olmuştur (Şekil 4.2).

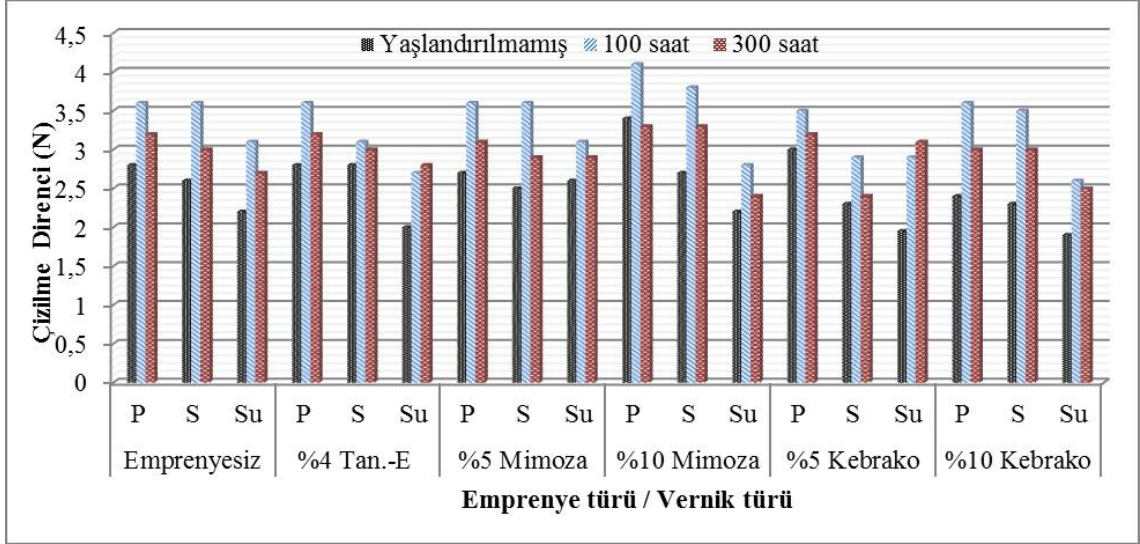


Şekil 4.2. Emprenye türü, vernik türü ve yaşlandırma işleminin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkileri.

Emprenye maddesi bakımından değerlendirildiğinde, mimoza ekstraktı kebrako ekstraktına göre daha yüksek çizilme direncine sahip olmuştur (Şekil 4.3).

Vernik türü bakımından incelendiğinden en yüksek çizilme direnci poliüretan verniğinde elde edilmiştir. Daha sonra sırasıyla selülozik ve su bazlı verniklerde elde edilmiştir (Şekil 4.3).

Yaşlandırma işlemi bakımından incelendiğinde yaşlandırma süresi arttıkça çizilme direncin de önce belirgin bir artış sonrasında ise bir miktar düşüş gözlenmiştir (Şekil 4.3).



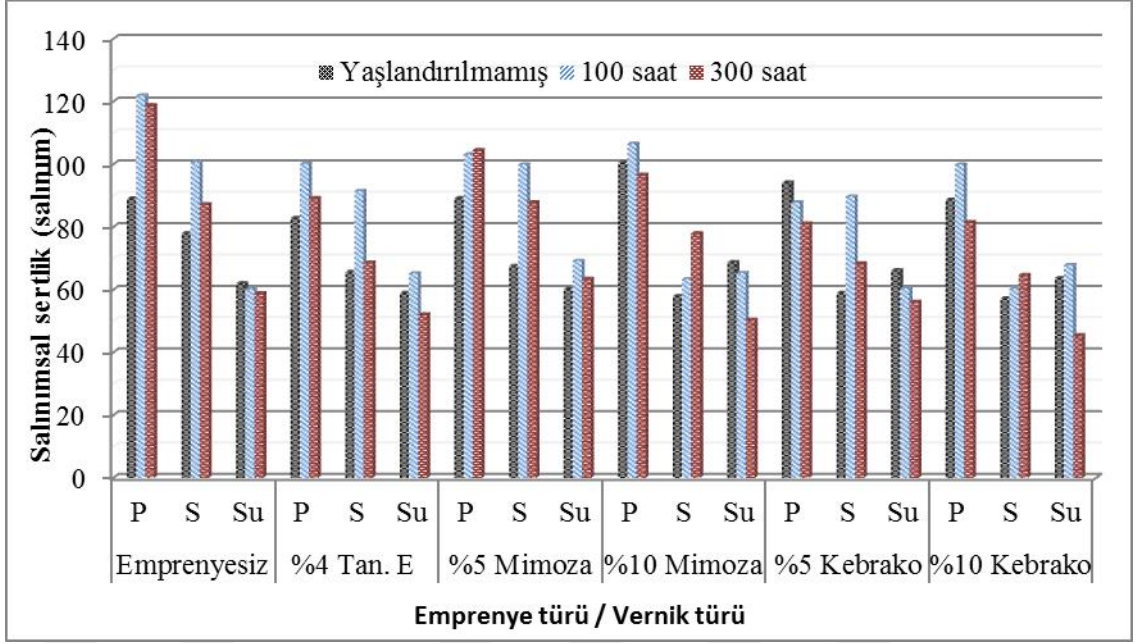
Şekil 4.3. Emprenye türü, vernik türü ve yaşlandırma işleminin çizilme direnci üzerine etkileri.

Salınımsal sertlik, uygulamada kullanılan emprenye maddeleri düzeyinde incelendiğinde, emprenye işlemi ile birlikte salınımsal sertlik değerlerinde azalmalar meydana geldiği sonucu ortaya çıkmaktadır. Her emprenye maddesinde kendi içerisinde konsantrasyon seviyelerindeki artışla beraber salınımsal sertlik değerlerinde azalma olduğu ortaya çıkmıştır (Şekil 4.4).

Vernik türü bakımından incelendiğinden en yüksek sertlik poliüretan verniğinde elde edilmiştir. Daha sonra sırasıyla selülozik ve su bazlı verniklerde elde edilmiştir (Şekil 4.4).

Emprenye türü ve vernik çeşidi etkileşiminin salınımsal sertlik üzerine etkisi incelendiğinde genel olarak en yüksek salımsal sertlik değerleri emprenyesiz kontrol örneklerinde elde edildiği sonucuna varılabilir. Ancak su bazlı vernik türünde emprenye maddesi veya bu emprenye maddelerinin konsantrasyon düzeylerinin salınımsal sertlik üzerine önemli derecede etki etmediği sonucu istatistiki olarak ortaya çıkmıştır (Şekil 4.4).





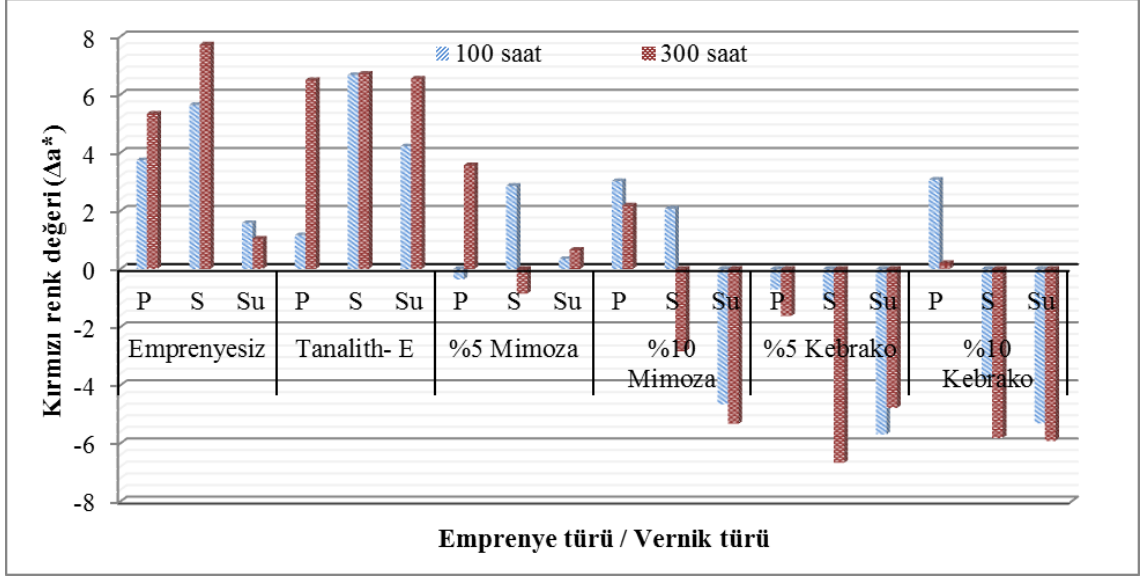
Şekil 4.4. Emprenye türü, vernik türü ve yaşlandırma işleminin salınımsal sertlik (pandüllü) üzerine etkileri.

Emprenye işlemi bakımında kırmızı renk değişimi ile ilgili elde edilen sonuçlara göre, emprenyesiz kontrol örneklerinde ve Tanalith E ile empreneli örneklerde kırmızı renk değişimi pozitif yönde, yani renk kırmızı tonunda değişim göstermektedir. Tanenler ile emprenyeli örneklerde genellikle renk yeşil tona dönmektedir.

Vernik türleri açısından, her üç vernik türü için emprenyesiz kontrol örnekleri ve Tanalith E ile emprenyeli örneklerde yaşlandırma ile birlikte, kırmızı renk değişimi pozitif yönlü olup ( $+\Delta a^*$ ) kırmızı tonuna dönüşmüştür. Tanenler ile emprenye işleminde ise bu değişim negatif yönlü olup, renk yeşil tonuna dönmüştür.

100 saat ve 300 saat yaşlandırılmış numunelerde yaşlandırılmamış kontrol örneklerine göre en yüksek renk değişimi Tanalith-E ile emprenye edilen selülozik vernikli örneklerde görülmüştür. En düşük toplam kırmızı renk değişimi değeri %5 lik Kebrako ekstraktında görülmüştür.



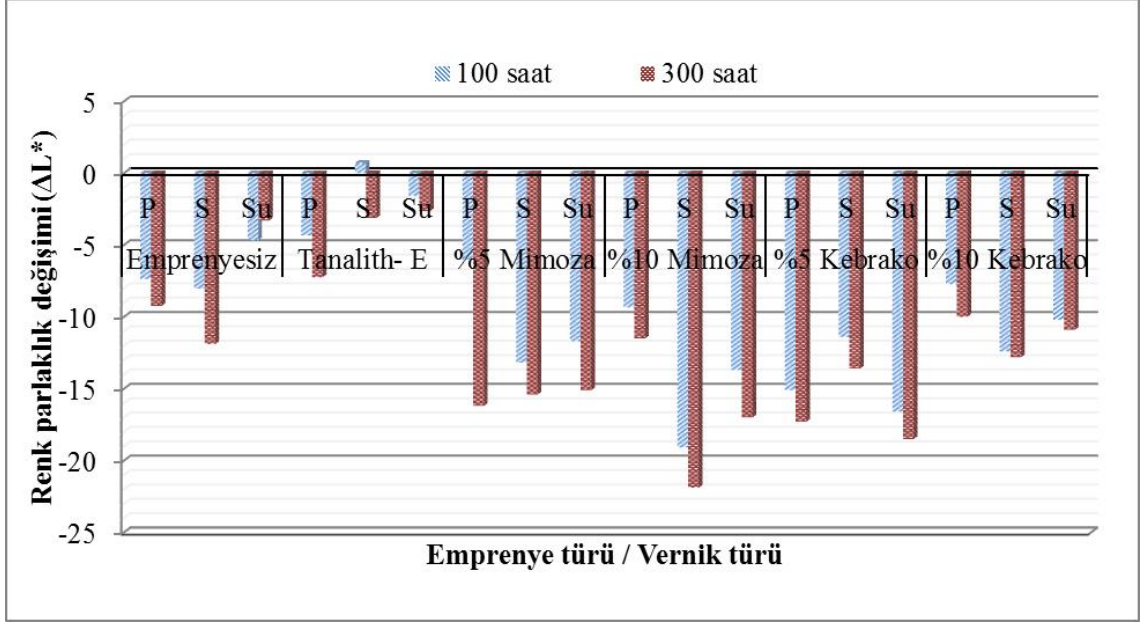


Şekil 4.5. Emprenye türü, vernik türü ve yaşlandırma işleminin kırmızı renk değişimi üzerine etkileri.

Tanalith E koruyucusu ile emprenye edilen kayın odun örnekleri için en düşük ( $\Delta L^*$ ) değeri elde edilmiştir. Tanenle ile emprenye işlemi, numunelerin  $\Delta L^*$  değerinde artışa sebep olmuş ve yüzey rengini daha koyu hale gelmiştir. Tanenler arasında en yüksek  $\Delta L^*$  değeri, %5 kebrako ve %10 mimoza ile muamele edilmiş örneklerde tespit edilmiştir.

Vernik tipleri arasında  $\Delta L$  açısından anlamlı fark bulunmamıştır. Ahşap yüzeyleri UV ışınlarına duyarlı olduğu için  $\Delta L$  değerleri tüm işlemlerde negatiftir.

Yaşlandırılmamış örnekler baz alındığında, yaşlandırma süresi 100 saatten 300 saate yükseldiğinde toplam parlaklık değişimi artış göstermektedir. Yani yaşlandırma süresi artış gösterdikçe örnekler daha koyu renk tonuna sahip olmaktadır.



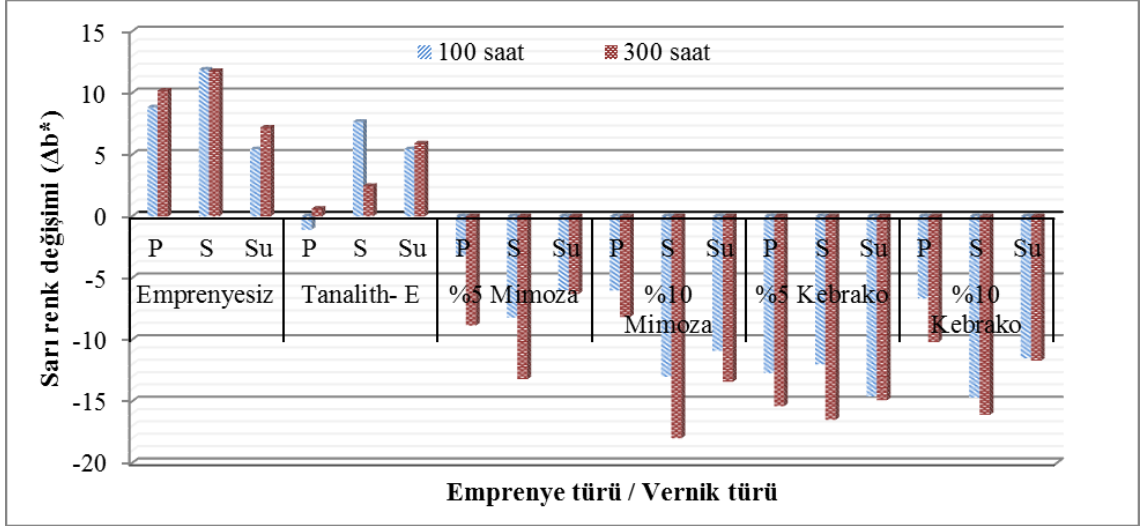
Şekil 4.6. Emprenye türü, vernik türü ve yaşlandırma işleminin renk parlaklık değişimi üzerine etkileri.

Emprenye türü, vernik türü ve yaşlandırma işleminin sarı renk değişimi ( $\Delta b^*$ ) üzerine etkileri ( $\Delta b^*$ ) incelendiğinde, kontrol numunelerinde ve Tanalith E ile emprenye edilmiş numunelerde sarı renk değişimi pozitif yönde ( $+\Delta b$ ) olduğundan, renk sarı tonunda artış olmuştur.

Vernik tipleri açısından sarı renk değişimleri ( $\Delta b^*$ ) değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. Ancak Şekil 4.7’de görüldüğü gibi selülozik vernikte diğer verniklere göre daha yüksek sarı renk değişimi meydana gelmiştir.

Emprenyesiz ve Tanalith E ile emprenyeli örneklerde yaşlandırma ile birlikte sarı renk değişimi, pozitif yönde ( $+\Delta b$ ) yani sarı renge dönüşmüştür. Tanenler ile emprenye işleminde yaşlandırma ile birlikte sarı renk değişimi negatif yönde oluşmakta ( $-\Delta b$ ) ve sarı renk tonu maviye doğru kaymıştır; En yüksek değişim değeri %5 Mimoza tanen örneğinde elde edilmiştir. Emprenyesiz kontrol odununun en düşük sarı renk değerine sahip olduğunu belirlenmiştir.

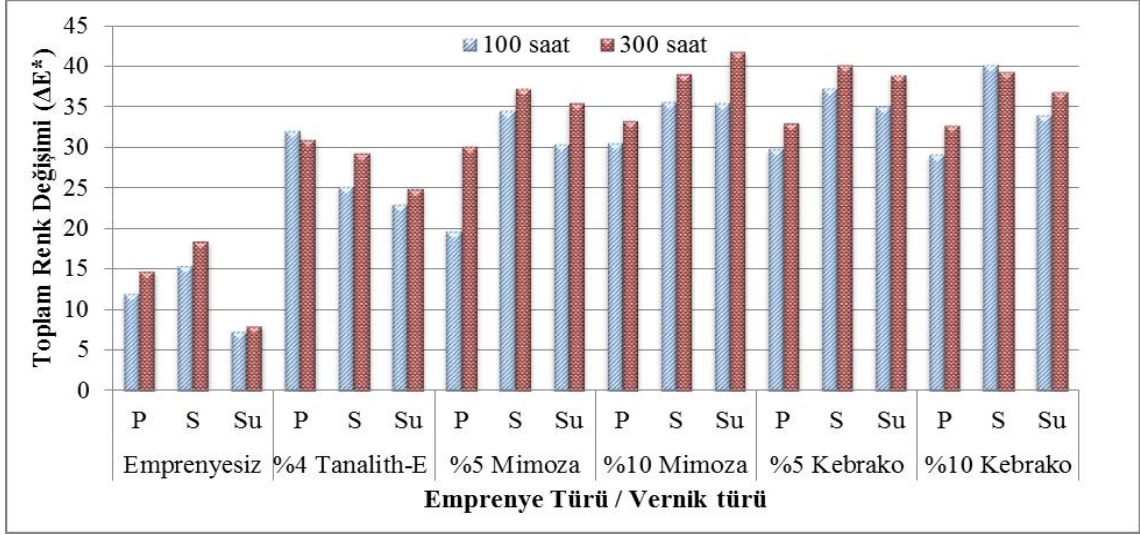
Ortalama sarı renk değişimi yaşlandırma süresi 100 saatten 300 saate çıktığında artış göstermiştir. Her iki yaşlandırma süresi göz önüne alındığında, en yüksek sarı renk değişimi %10’luk mimoza ve kebrako ekstraktlarında tespit edilmiştir.



Şekil 4.7. Emprenye türü, vernik türü ve yaşlandırma işleminin sarı renk değişimi üzerine etkileri.

Emprenye türü ve vernik çeşidi etkileşiminin toplam renk değişimi ( $\Delta E^*$ ) üzerine etkisi incelendiğinde, bu etkileşim içerisinde en yüksek renk değişimi %5 mimoza ekstraktı ile emprenye edilip selülozik vernik uygulanan örneklerde tespit edilmiştir. Ancak %10 mimoza ekstraktı ile emprenye edilen ve su bazlı vernik uygulanan örneklerdeki renk değişimi ile aralarında istatistiki olarak fark bulunmamıştır. En az ortalama toplam renk değişimi poliüretan verniğinde elde edilmiştir. En düşük renk değişikliği ise genel olarak her üç vernik türü için emprenyesiz kontrol örneklerinde meydana geldiği görülmektedir.

Yaşlandırma işlemi bakımından, yaşlandırma periyodu 100 saatten 300 saate çıktığında toplam renk değişimi genel olarak tüm gruplarda artış göstermiştir. Tanenler ile emprenye edilen örneklerde bu değişim daha fazla olduğu ortaya çıkmıştır.



Şekil 4.8. Emprenye türü, vernik türü ve yaşlandırma işleminin toplam renk değişimi üzerine etkileri.

Yapılan bu çalışmada, emprenye maddesi olarak iki çeşit ekstraktif madde kullanılmıştır. Bu ekstraktif maddelerinde büyük bir kısmını suda çözünme özelliği yüksek olan tanenler oluşturmaktadır. Bu sebeple emprenye edilen odun örnekleri su ile veya rutubet ile temas eden yerlerde yıkanma özelliği gösterecek ve koruma etkinliğini kaybedebilecektir. Bu bakımdan, ekstraktlar ile emprenye edilen ahşap malzemelerin özellikle iç mekan ahşap malzemesi olarak kullanılması daha uygun ve etkili olacaktır.

Ayrıca iç mekan ahşap malzemeler insanla sürekli temas halinde olunan malzemeler olduğundan insan sağlığını olumsuz etkileyebilecek koruyucu kimyasallar ile muamele edilmesi oldukça sakıncalıdır. Zaten Avrupada vedünyanın birçok ülkesinde geleneksel emprenye maddelerinin bazılarının (CCA) kullanımı yasaklanmış veya sınırlandırılmıştır. Bu bakımdan mimoza ve kebrako ekstraktı çevre dostu emprenye maddesi olarak iç mekan ahşap malzemelerde kullanımı daha uygun olacaktır.

Ekstraktifler kendilerine has özel renklere sahip olduklarından odunu daha estetik ve göze hitap eder hale getirmektedir. Üst yüzey işlemi uygulandığında ise daha da kullanışlı olması sağlanabilmektedir. Bu bakımdan yapılan çalışmalarda antifungal ve insektisit özellikleri incelenen bu ekstraktların boyar madde özellikleri incelenmeli ve boyar madde olarak kullanımı sağlanabilmelidir.

Mimoza ve kebrako ekstraktları ile emprenye edilen ve üst yüzey işlemine tabi tutulan ahşap malzemelerin açık alan denemeleri yapılmalı ve üst yüzey işlemi uygulanması ile açık alanda nasıl sonuçlar verdiği araştırılmalıdır.

## 5. KAYNAKLAR

- [1] A. Sönmez, “Hazırlık ve Renklendirme,” *Ağaç İşlerinde Üst Yüzey İşlemleri 1*, Ders Kitabı, Ankara, Türkiye: Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, 2000, ss. 3-26.
- [2] A. Kurtoğlu, *Ağaç Malzeme Yüzey İşlemleri*, Genel Bilgiler, c. 1, İstanbul, Türkiye: Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, 2000.
- [3] W.C. Feist, “Weathering performance of finishing wood pretreated water repellent preservatives,” *Forest Products Journal*, vol. 40, no. 3, pp. 21-22, 1990.
- [4] M. Yalçın, “Ticarette önemli bazı odun ve kabuk ekstraktlarının iç mekân ahşap malzemede zarar yapan mantar ve böceklere karşı odun koruyucu etkilerinin belirlenmesi,” Doktora tezi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Düzce Üniversitesi, Düzce, Türkiye, 2012.
- [5] S. Huş, *Orman Mahsulleri Kimyası*, İstanbul, Türkiye: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, 1969, ss. 195.
- [6] Y. Bozkurt, Y. Göker, *Orman Ürünlerinden Faydalanma*, İstanbul, Türkiye: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, 1981, ss. 448.
- [7] AE. Hagerman, KM. Riedl, AG. Jones, KN. Sovik, NT. Ritchard, PW. Hartzfeld, TL. Riechel, “High molecular weight plant polyphenolics (tannins) as biological antioxidants,” *Journal Agricultural Food Chemistry*, vol. 46, no. 5, pp. 1887-1892, 1998.
- [8] A. Pizzi, “Wood/bark extracts as adhesives and preservatives,” in: *Forest Products Biotechnology*, A. Bruce, J.W. Palfreyman (Eds.), London, Taylor and Francis, 1988, pp. 167-182.
- [9] RW. Lotz, “Wood preservation systems including halogenated tannin extracts,” US Patent 5270083, December 14, 1993.
- [10] M. Olteanu, “Research on wood preservation by tanning materials extracted from chestnut, spruce and fir trees,” *Revista pădurilor*, vol. 112, no.4, pp. 5, 1997.

- [11] M. Digrak, M.H. Alma, A. Ilcim, S. Sen, “Antibacterial and antifungal effects of various commercial plant extracts,” *Pharmaceutical Biology*, vol. 37, no. 3, pp. 216-220, 1999.
- [12] S. Sen, H. Hafızoglu, M. Kanat, “Investigation of wood preservative activities of some plant extracts and tannins as insecticide,” *Kahramanmaraş Sutcu Imam University Journal of Engineering Sciences*, vol. 5, no. 1, pp. 86-98, 2002.
- [13] CA. Clausen, V. Yang, “Protecting wood from mould, decay, and termites with multi-component biocide systems,” *International Biodeterioration and Biodegradation*, vol. 59, no. 1, pp. 20-24, 2007.
- [14] C. Tascioglu, M. Yalcin, T. Franco, H. Sivrikaya, “Termiticidal properties of some wood and bark extracts used as wood preservatives,” *BioResources*, vol. 7, no. 3, pp. 2960-2969, 2012.
- [15] C. Tascioglu, M. Yalcin, S. Sen, C. Akcay, “Antifungal properties of some plant extracts used as wood preservatives,” *International Biodeterioration and Biodegradation*, vol. 85, pp. 23-28, 2013.
- [16] D.G. Roux, D. Ferreira, J.J. Botha “Structural considerations in predicting the utilization of tannins,” *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 28, pp. 216–222, 1980.
- [17] D.G. Roux, “Reflections on the chemistry and affinities of the major commercial condensed tannins in the context of their industrial use,” in: *R.W. Hemingway and P.E. Laks*, Editors, *Plant Polyphenols*, Plenum Press, New York, USA: 1992, pp. 7–39.
- [18] S. Ashish, S. Painem, P.B. Perryman, L. Yang, H.L. Yin, J.K. Krueger, “Global structure changes associated with Ca<sup>2+</sup> activation of full-length human plasma gelsolin,” *The Journal of Biological Chemistry*, vol. 282, no. 35, pp. 25884–25892, 2007.
- [19] S. Huş, “Yarı kimyasal selüloz,” *Journal of the Faculty of Forestry, İstanbul Üniversitesi*, c. 15, s. 1, ss. 1-22, 1965.
- [20] B. A. Richardson, *Wood Preservation*, Lancaster, England: The Construction Pres Ltd., 1978, pp. 238.

- [21] A. Sönmez, “Ağaçtan yapılmış mobilya üstyüzeylerinde kullanılan verniklerin önemli mekanik fiziksel ve kimyasal etkilere karşı dayanıklılıkları,” Doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara, 1989.
- [22] A. Sönmez, M. Budakçı, “Koruyucu Katman ve Vernik sistemleri,” *Ağaç İşlerinde Üstyüzey İşlemleri 2*, Ankara, Türkiye: Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, 2002, pp. 11-81.
- [23] N. Çakıcıer, “Ağaç malzeme yüzey işlemi katmanlarında yaşlanma sonucu belirlenen değişiklikler,” Doktora tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, ss. 177-179, 2007.
- [24] O.R. Fennema, *Food Chemistry*, 3rd ed., New York, USA: Marcel Dekker, 1996, pp. 780-782.
- [25] *Standard test method for wood preservatives by laboratory soil block cultures*, West Conshohocken, ASTM D1413-99, 1999.
- [26] *Determination of resistance of factory applied coatings on wood products of stain and reagents*, ASTM D-3023, 1981.
- [27] *Standard Test method for pull-off strength of coatings using portable adhesion testers*, American Society for Testing and Materials, ASTM D 4541, pp. 12-15, 1995.
- [28] *Geometrical product specifications surface texture profile method terms, definitions and surface texture parameters*, International Standart Organization, ISO 4287, 1997.
- [29] *Furniture-assessment of the surface resistance to scratching*, EN 15186, 2012.
- [30] *Paints and varnishes, Pendulum damping test*, International Organization for Standardization, ISO 1522, 2006.
- [31] *Standard practice for calculation or color tolerances and color. differences from instrumentally measured color coordinates*, ASTM D 2244-3, 2007.
- [32] M. Gindl, G. Sinn, W. Gindl, A. Reiterer, S. A. Tschegg, “Comparison of different methods to calculate the surface free energy of wood using contact angle measurements,” *colloids and surfaces a-Physicochemical and Engineering Aspects*, vol. 181, no. 1-3, pp. 279-287, 2001.

- [33] I. Aydin, "Activation of wood surfaces for glue bonds by mechanical pre-treatment and its effects on some properties of veneer surface sand plywood panels," *Applied Surface Science*, vol. 233 , no. 1-4, pp. 268-274, 2004.
- [34] T. Ozdemir, A. Temiz, I. Aydin, "Effect of wood preservatives on surface properties of coated wood," *Advances in Materials Science Engineering*, 2015.
- [35] B. Uysal, H. Peker "The effects of exterior conditions on the adhesion strength of varnishes," *Teknoloji Dergisi*, Karabük, vol. 2, no. 1-2, pp. 179-191, 1999.
- [36] A.S. Özpak, "Emprenye çözeltilerinin dış cephe verniklerinin yapışma direncine etkileri," Yüksek lisans tezi, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Karabük, c. 58, 2006.
- [37] W.C. Feist, "Protection of wood surfaces with chromium trioxide," *Forest Products Laboratory*, pp. 339, 1979.
- [38] A.S. Ross, W.C. Feist, "The effects of CCA-treated wood on the performance of surface finishes," in: *Proceedings 87 th American Wood- Preservers Association Annual Meeting*; Seattle, Washington: vol. 84, 1991, pp. 41-55.
- [39] M. Bayram, "Ağaç malzeme rutubet miktarının verniklerin yüzeye yapışma direncine etkisi," Yüksek lisans tezi, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye, 2004.
- [40] M. Yakın, "Su bazlı verniklerde sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma mukavemetinin tespiti," Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara, 2001.
- [41] M Budakci, "Design and production of a new adhesion testing device and its utilization with testing of wood varnishes," Ph.D. dissertation, Department of Furniture and Decoration, Gazi University, Ankara, Türkiye, 2003.
- [42] J.M. Black, D.F. Laugnan, E.A. Mraz, "Natural finishing research," Department of Agriculture Service, Forest Products Laboratory, Madison, U.S.A, vol. 46, 1979.
- [43] İ. Kesik, "Değişik kimyasallar ile ön işlem görmüş ağaç malzeme yüzeylerinde su



bazlı verniklerin katman performansı,” Doktora tezi, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı , Gazi Üniversitesi, 2009.

[44] Ü. Ayata, “Isıl işlem görmüş (thermowood) bazı ağaç türlerinde kullanılan su-bazlı vernik katmanlarının hızlandırılmış uv yaşlandırma etkisine karşı direncinin belirlenmesi,” Doktora tezi, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Düzce Üniversitesi, 2014.

[45] E.L. Anderson, Z. Pawlak, N.L. Owen, W.C. Feist, “Infrared studies of wood weathering,” *Applied Spectroscopy*, vol. 45, no. 4, pp. 641-647, 1991.

[46] S. Bilgen “Dış ortam şartlarının verniklenmiş ardıç odununun bazı fiziksel özelliklerine etkisi,” Yüksek lisans tezi, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı, Karabük Üniversitesi, 2010.

[47] T. Ozdemir, A. Temiz, İ. Aydın, “Effect of wood preservatives on surface properties of coated wood,” *Hindawi Publishing Corporation Advances in Materials Science and Engineering*, vol. 2015, no. 2015, Article ID 631835, pp. 6, 2015.

[48] T. Ozdemir and S. Hiziroglu, “Evaluation of surface quality and adhesion strength of treated solid wood,” *Journal of Materials Processing Technology*, vol. 186, no. 1–3, pp. 311–314, 2007.

[49] A. Togay, Y. Kilic, and M.H. Colakoglu, “Effects of impregnation with timbercare aqua to surface roughness of some varnishes,” *Journal of Applied Sciences*, vol. 9, no. 9, 2009.

[50] C. Söğütü, A. Sönmez, “Degisik koruyucularla işlem görmüş bazı yerli ağaçlarda uv ısınlarının renk degistirici etkisi,” *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, c. 21, s.1, ss. 151-159, 2006.

[51] X.F. Yang, C. Vang, D.E. Tallman, G.P. Berwagen, S.G. Croll, S. Rohlk, “Weathering degradation of a polyurethane coating,” *Polymer Degradation and Stability*, vol. 74, no. 2, pp. 341-351, 2001.

[52] A. Sonmez, M. Budakci, M. Yakin, “Ağaç malzemedede su çözücülü vernik uygulamalarının sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma direncine etkileri,” *Journal of Polytechnic*, c. 7, s. 3, ss. 229-235, 2004.

- [53] H. Peker, "Mobilya üst yüzeylerinde kullanılan verniklere emprenye maddelerinin etkileri." Doktora tezi, Orman Endüstri Mühendisliği, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, 1997.
- [54] R.J. Esser, J.E. Devona, D.E. Setzke, L. Wagemans, "Waterbased crosslinkable surface coatings," *Progress in Organic Coatings*, vol. 36, no. 1-2, pp. 45-52, 1999.
- [55] C. Decker, F. Masson, R. Schwalm, "Weathering resistance of waterbased uv-cured polyurethane-acrylate coatings," *Polymer Degradation and Stability*, vol. 83, no. 2, pp. 309-320, 2004.
- [56] R. Özen, A. Sönmez, "Ağaç mobilya yüzeylerinde kullanılan verniklerin önemli mekanik, fiziksel ve kimyasal etkilere dayanıklılıkları," *Tübitak Doğa Dergisi*, c. 14, s. 2, ss. 226, 1990.
- [57] M. Atar, H. Keskin, M.H. Çolakoğlu "İmersol-aqua ile emprenye etmenin bazı masif ağaç malzeme ve verniklerde sarı renk tonuna etkisi," *Journal of Applied Polymer Science*, c.103, s. 2, ss. 1048–1054, 2007.
- [58] M.M. Gonzalez-Pena, and D.C. Hale Michael, "Colour in thermally modified wood of beech, norway spruce and scots pine," *Holzforschung*, vol. 63, pp. 394-401, 2009.
- [59] G Tondi, S Palanti, S. Wieland, MF. Thevenon, A. Petutschnigg, T. Schnabel, "Durability of tannin-boron-treated timber," *BioResources*, vol. 7, pp. 5138-5151, 2012.
- [60] W. C. Feist, D. N. S. Hon., "Chemistry of weathering and protection 1," in *Chemistry of solid wood* (Advances in Chemistry Series 207), R. M. Rowell, ed., A.C.S., Washington DC: vol. 11, pp. 401- 450, 1984.
- [61] E. Baysal, E. D. Tomak, M. Ozbey, E. Altin, "Surface properties of impregnated and varnished scots pine wood after accelerated weathering," *Color Technology*, vol. 130, no. 2, pp. 140-146, 2013.
- [62] M. Atar, "The effects of bleaching chemicals on the finishing processes of wood materials," Gazi University, Ankara, 1999.

- [63] S. Grelier, A. Castellan, D. P. Kamden, "The Effects of natural weathering on color stability of impregnated and varnished wood materials," *Wood Fiber Science*, vol. 32 , no. 2, pp. 196-202, 2000.
- [64] O. Ozgenc, S. Hiziroglu, U. C. Yildiz, "Weathering properties of wood species treated with different coating applications," *BioResources*, vol. 7, pp. 4875-4888, 2012.
- [65] M. Budakçı, D. Sevim Korkut, R. Esen "The color changes on varnish layers after accelerated aging through the hot and cold-check test," *African Journal of Biotechnology*, vol. 9, no. 24, pp. 3595-3602, 2010.
- [66] M. K. Yalinkilic, R. Ilhan, Y. Imamura, M. Takahashi, Z. Demirci, A. C. Yalinkiliç, H. Peker "Weathering durability of CCB-impregnated wood for clear varnish coatings," *Journal on Wood Science*, vol. 45, no. 6, pp. 502-514, 1999.
- [67] H. Pelit, A. Sönmez, M. Budakçı, "Effects of thermo-wood process combined with thermo-mechanical densification on some physical properties of scots pine (*pinus sylvestris* l.)," *Bioresources*, vol. 9, no. 3, pp. 4552-4567, 2014.
- [68] O. Ozgenc, U. C. Yildiz, S. Yildiz, "Odun yüzeylerinin bazı yeni nesil empenye maddeleri ve üst yüzey işlemleri ile açık hava etkilerine karşı korunması," *Journal of Forestry Faculty*, c. 14, s. 2, ss. 203-215, 2013.
- [69] J. Zhang, P. D. Kamdem, "Weathering of copper-amine treated wood," *International research on group wood preservation conference* , Kona Hawaii USA IRG/WP/ 00-40155, 2000.
- [70] A. Temiz, N. Terziev, M. Eikenes, J. Hafren, "Effect of accelerated weathering on surface chemistry of modified wood," *Applied Surface Science*, vol. 253, pp. 5355-5366, 2007.

# ÖZGEÇMİŞ

## KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Hediye CEYLAN  
Doğum tarihi ve yeri : 06.01.1987 AKÇAKOCA  
Yabancı Dili : İngilizce  
E-posta : ceylan.hediye@hotmail.com

## ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Lise	Akçakoca Anadolu Lisesi /Fen	2007
Hazırlık sınıfı	Hakime Erciyas yabancı diller yüksekokulu (İngilizce)(Başarılı)	2010
Lisans	Transilvania University of Braşov Erasmus programı ( Eğitim 4 ay 20 gün , Romanya )	2013
Lisans	Düzce Üniversitesi/ Orman Endüstri Mühendisliği	2014

### ***Makale***

M. Yalçın, H. Ceylan, The effects of tannins on adhesion strength and surface roughness of varnished wood after accelerated weathering, *Journal of Coating Technology and Research*, 2016.

### ***Bildiri***

M. Yalçın, Ç. Akçay, T. Troya, H. Sivrikaya, H. Ceylan. Investigation of Anti-Termite Activity of Wood Treated with Geothermal Fluids from Different Regions of Turkey, ICENS International Conference on Engineering and Natural Science, 24-28 May 2016, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, sayfa no: 398-402.