

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**DOĞU KARADENİZ BÖLGESİ YAYLA EVLERİNDE KULLANILAN AHŞAP
MALZEMENİN DIŞ HAVA KOŞULLARINA KARŞI DAYANIMININ
ARTTIRILMASI**

DOKTORA TEZİ

Orm. End. Yük. Müh. Özlem ÖZGENÇ

OCAK 2014

TRABZON

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DOĞU KARADENİZ BÖLGESİ YAYLA EVLERİNDE KULLANILAN AHŞAP
MALZEMENİN DIŞ HAVA KOŞULLARINA KARŞI DAYANIMININ
ARTTIRILMASI

Orm. End. Yük. Müh. Özlem ÖZGENÇ

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
"DOKTOR (ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ)"
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 29.12.2013
Tezin Savunma Tarihi : 23.01.2014

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Ümit C. YILDIZ

Trabzon 2014

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında
Özlem ÖZGENÇ Tarafından Hazırlanan

**DOĞU KARADENİZ BÖLGESİ YAYLA EVLERİNDE KULLANILAN AHŞAP
MALZEMENİN DIŞ HAVA KOŞULLARINA KARŞI DAYANIMININ
ARTTIRILMASI**

başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 07 / 01 / 2014 gün ve 1536 sayılı
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda

DOKTORA TEZİ
olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. Ümit C. YILMAZ

Üye : Prof. Dr. Hüseyin KIRCI

Üye : Prof. Dr. İlker USTA

Üye : Doç. Dr. Ali TEMİZ

Üye : Yrd. Doç. Dr. Engin Derya GEZER

Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ
Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Doğu Karadeniz Bölgesi Yayla Evlerinde Kullanılan Ahşap Malzemenin dış hava koşullarına karşı dayanımının artırılması” adlı bu çalışma KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında doktora tezi olarak hazırlanmıştır.

Doktora danışmanlığımı üstlenerek her türlü çalışmaların yürütülmesi sırasında yardım ve desteklerini esirgemeyen Sayın Hocam Prof.Dr. Ümit C. YILDIZ’a bilgi ve tavsiyelerinden istifade ettiğim Sayın Hocalarım Prof.Dr. Hüseyin KIRCI ve Doç.Dr. Ali TEMİZ’e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Araştırma boyunca yardım ve desteklerini gördüğüm Prof.Dr. Sibel YILDIZ ve Yrd.Doç.Dr. Engin Derya GEZER’e ve diğer mesai arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Yurtdışında bulunduğum sürede danışmanlığımı üstlenerek bilgi ve görüşlerinden yararlandığım Prof.Dr. Alfred TEISCHINGER ve yardımlarından dolayı Boris FORSTHUBER’e sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Laboratuvar imkânlarını hizmetime açan Viyana Bodenkultur Üniversitesi ve Holzforschung Enstitüsü’ne, FTIR spektroskopi analizi için Giresun Üniversitesi Kimya bölümünden Prof.Dr. Murat TAŞ’a, UV-VIS-NIR spektrofotometre analizi için Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümünden Yrd. Doç.Dr. Emrah PEŞMAN’a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmasında kullanılan odun örneklerinin ve dış ortam test düzeneklerinin hazırlanmasında bana yardımcı olan KTÜ Orman Endüstri Mühendisliği Atölye çalışanlarına, özellikle Murat AYDIN ve Şaban TOPALAK’a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Analizler sırasında yardımlarını esirgemeyen Yrd.Doç.Dr. İbrahim YILDIRIM, Öğr. Gör. Zeynep ŞAHİN TİMAR, Arş.Gör. Onur Tolga OKAN ve Orm. End. Müh. Koray BALÇIK’a teşekkür ederim. Pilot bölgelerin iklim verileri konusunda bana yardımcı olan ve arkadaşlığımı esirgemeyen Giresun Orman Bölge Müdürlüğü’nde Orm. End. Yük. Müh. Kurtuluş TAŞTAN’a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bugüne kadar maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen babama ve anneme, tez süresince yanımda olan kardeşim Özgür Özhan ÖZGENÇ’e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Özlem ÖZGENÇ
Trabzon 2014

TEZ BEYANNAMESİ

“Doğu Karadeniz bölgesi yayla evlerinde kullanılan ahşap malzemenin dış hava koşullarına karşı dayanımının artırılması” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Ümit. C. YILDIZ‘ın sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 23/01/2014

Özlem ÖZGENÇ

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	III
TEZ BEYANNAMESİ	IV
İÇİNDEKİLER	V
ÖZET	IX
SUMMARY	X
ŞEKİLLER DİZİNİ	XI
TABLolar DİZİNİ	XV
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.1.1. Dış Ortam Koşullarında Odunu Bozunduran Etmenler	3
1.1.1.1. Işık	3
1.1.1.2. Odun Rutubetinin Değişmesi	5
1.1.1.3. Dış Ortam Koşullarına Maruz Kalma Açısı.....	6
1.1.1.4. Sıcaklık.....	6
1.1.2. Dış Ortam Koşullarında Odunun Bozunması.....	6
1.1.3. Dış Ortam Koşullarında Odunda Meydana Gelen Değişiklikler	9
1.1.3.1. Makroskobik Değişiklikler.....	9
1.1.3.2. Mikroskobik Değişiklikler	10
1.1.3.3. Kimyasal Değişiklikler.....	11
1.1.4. Dış Ortam Koşullarında Odunun Bozunmasına Karşı Koruma Yöntemleri ..	14
1.1.4.1. Emprenye Yöntemleri	15
1.1.4.1.1. Ön Koruma Yönteminde Permeabilitenin Önemi	18
1.1.4.1.1.1. Odunun Anatomik Yapısının Permeabilitesine Etkisi	18
1.1.4.1.1.2. Geçit Zar Açıklıklarının Por Genişliğinin Permeabiliteye Etkisi.....	19
1.1.4.1.1.3. Odunun Permeabilitesine Rutubet Miktarının Etkisi	19
1.1.4.1.1.4. Odunun Permeabilitesine Geçit Aspirasyonunun Etkisi	19
1.1.4.1.2. Mikronize Bakır Koruyucu Sistemleri	21
1.1.4.2. Modifikasyon Yöntemleri	23

1.1.4.2.1.	Isıl İşlem ile Modifikasyon İşleminin Odunun Yapısına Etkisi	26
1.1.4.2.2.	Isıl İşlem ile Modifikasyon Yönteminin Odunun Dış Ortam Koşullarındaki Performansına Etkisi.....	27
1.1.4.3.	Üst Yüzey Yöntemleri	29
1.1.4.3.1.	Üst Yüzey İşlem Başarımını Etkileyen Odun Özellikleri	31
1.1.4.3.1.1.	Anatomik Yapısı	31
1.1.4.3.1.2.	Kesme, Biçme ve Üretim Tekniği	31
1.1.4.3.1.3.	Rutubet İçeriği.....	33
1.1.4.3.1.4.	Boyutsal Değişimi	35
1.1.4.3.1.5.	Odun Ekstraktifleri	35
1.1.4.3.2.	Dış Ortam Koşullarında Koruma Sağlayan Üst Yüzey İşlemleri.....	36
1.1.4.3.2.1.	Üst Yüzey İşlem Maddeleri.....	38
1.1.4.3.2.2.	Odun Yüzeyine Nüfuz Eden Üst Yüzey İşlem Maddeleri	39
1.1.4.3.3.	Dış Ortam Koşullarında Koruma Sağlayan Yeni Nesil Üst Yüzey Uygulamaları	40
1.1.4.3.3.1.	Poliüretan ve Polyester Esaslı Üst Yüzey Uygulamaları	40
1.1.4.3.3.2.	Akrilik Reçine Esaslı Üst Yüzey Uygulamaları.....	43
1.1.4.3.3.3.	Diğer Bazı Yeni Nesil Üst Yüzey Uygulamaları	49
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR	51
2.1.	Malzeme	51
2.1.1.	Ağaç Malzemenin Temini ve Özellikleri	51
2.1.1.1.	Sarıçam Odunu (<i>Pinus sylvestris</i> L.).....	51
2.1.1.2.	Doğu Ladini Odunu (<i>Picea orientalis</i> L.)	53
2.1.1.3.	Doğu Kayını Odunu (<i>Fagus orientalis</i> L.).....	55
2.1.2.	Emprenye (Ön Koruma) Maddesi	57
2.1.3.	Epoksi Beyaz Boya	57
2.1.4.	Üst Yüzey Maddeleri	58
2.1.4.1.	Induline SW 900.....	58
2.1.4.2.	UV Absorbe Edici İçeren Akrilik Reçine	58
2.2.	Araştırma Yöntemi	59
2.2.1.	Odun Örneklerine Uygulanan Koruma Yöntemleri	59
2.2.1.1.	Emprenye (Ön Koruma) Yöntemi.....	59
2.2.1.2.	Isıl İşlem Yöntemi	61

2.2.1.3.	Üst Yüzey Uygulama Yöntemi	61
2.2.2.	Dış Ortam Testleri	64
2.2.2.1.	Doğal Dış Ortam Koşulları Testi İçin Örneklerin Arazilere Yerleştirilmesi .	64
2.2.2.1.1.	Sürmene Sahil Kesimi Deney Alanı.....	64
2.2.2.1.2.	Uzungöl Yaylası Deney Alanı.....	65
2.2.2.1.3.	Hıdırnebi Yaylası Deney Alanı	66
2.2.2.2.	Yapay Dış Ortam Testi (QUV Test).....	67
2.2.3.	Yüzey Kimyası Analizleri	68
2.2.3.1.	Fourier Dönüşüm Kızılötesi Spektroskopi (FTIR) Analizi.....	69
2.2.3.2.	Ultraviyole ve Görülebilir Işık Spektrofotometre (UV-VIS-NIR) Analizi	71
2.2.4.	Renk Değişim Analizi	72
2.2.5.	Yüzey Pürüzlülük Analizi	74
2.2.6.	Görsel Değerlendirme	75
2.2.7.	Mekanik Direnç Testi.....	76
2.2.7.1.	Liflere Paralel Basınç Direnci	76
2.2.8.	İstatiksel Yöntemler	77
3.	BULGULAR	79
3.1.	MCQ Maddesinin Odundaki Tutunma Miktarı.....	79
3.2.	Yüzey Renk Değişim Analizi.....	79
3.3.	Yüzey Pürüzlülük Analizi	106
3.4.	Sürmene Sahil Kesimi Pilot Bölgesindeki Dış Ortam Şartlarının Laboratuvar Ortamında Benzetimi.....	114
3.4.1.	Sürmene Sahil Kesimi Pilot Bölgesindeki Dış Ortam Şartlarının Laboratuvar Ortamında Benzetiminin Renk Değişimine Göre İncelenmesi.....	115
3.4.2.	Sürmene Sahil Kesimi Pilot Bölgesindeki Dış Ortam Şartlarının Laboratuvar Ortamında Benzetiminin Yüzey Pürüzlülüğüne Göre İncelenmesi.....	116
3.4.3.	Sürmene Sahil Kesimi Pilot Bölgesindeki Dış Ortam Şartlarının Laboratuvar Ortamında Benzetiminin Liflere Paralel Basınç Direncine Göre İncelenmesi.....	117
3.5.	FTIR Spektroskopi Analizine İlişkin Bulgular	119
3.6.	UV-VIS-NIR Spektrofotometre Analizine İlişkin Bulgular	119
3.7.	Görsel Değerlendirmeye İlişkin Bulgular	119
3.8.	Liflere Paralel Basınç Direncine ilişkin Bulgular	120

4.	İRDELEME.....	125
4.1.	Renk Değişikliği.....	125
4.2.	Yüzey Pürüzlülüğü	139
4.3.	Sürmene Sahil Kesimi Pilot Bölgesindeki Dış Ortam Şartlarının Laboratuvar Ortamında Benzetimi.....	152
4.4.	FTIR Spektroskopi Analizi	155
4.5.	UV-VIS-NIR Sspektrofotometre Analizi.....	172
4.6.	Liflere Paralel Basınç Direnci	188
4.7.	Dış Ortam Test Sonuçlarının Ölçülebilir Değişkenler Çerçevesinde Değerlendirilmesi	193
4.8.	Doğal ve Hızlandırılmış Dış Ortam Testi Sonrasında Odun Örneklerinin Görsel Değerlendirilmesi	195
5.	SONUÇLAR	203
6.	ÖNERİLER	208
7.	KAYNAKLAR	211
8.	EK 1 ADET CD	

ÖZGEÇMİŞ

Doktora Tezi

ÖZET

DOĞU KARADENİZ BÖLGESİ YAYLA EVLERİNDE KULLANILAN AHŞAP MALZEMENİN
DIŞ HAVA KOŞULLARINA KARŞI DAYANIMININ ARTTIRILMASI

Özlem ÖZGENÇ

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Ümit C. YILDIZ
2014, 229 Sayfa, 1 adet ek CD

Bu tez çalışmasında, 15 ay süre ile doğal ortamda (Uzungöl yaylası, Sürmene Sahil Kesimi ve Hıdırnebi Yaylası) ve 360 saat süre ile laboratuvar ortamında uygulanan yapay dış ortam koşulları testinin ahşap malzeme üzerine etkileri araştırılmıştır. Tez kapsamında, 8 farklı koruma işlemi (kimyasal işlem, ısıtma işlemi, üst yüzey işlemi, kimyasal işlem + üst yüzey işlemi ve ısıtma işlem + üst yüzey işlemi) uygulanan doğu kayını (*Fagus orientalis* L.), sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve doğu ladini (*Picea orientalis* L.) örnekleri dış ortam testine tabi tutulmuştur. Koruma işleminde geleneksel ısıtma işlemi, yeni nesil emprenye maddesi olarak mikronize bakır kuant (*MCQ*) ve yeni nesil üst yüzey maddesi olarak ise ultraviyole ışını (*UV*) absorbe edici içeren akrilik reçine (*UVA*-akrilik) kullanılmıştır. Doğal ve yapay dış ortam testlerine maruz kalan koruma işlemi uygulanmış ve uygulanmamış ahşap örnek yüzeyde oluşan renk ve pürüzlülük değerlerindeki değişiklikler, kimyasal değişiklikler, görsel-makroskobik değişiklikler ve mekanik direnç değişiklikleri incelenerek karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak; doğu kayını ve sarıçam odunlarında *MCQ* ile emprenye edildikten sonra yüzeye *UV* absorbe edici içeren akrilik reçine, doğu ladini odununda ise ısıtma işlemi sonrası yüzeye *UV* absorbe edici içeren akrilik reçine koruyucu uygulanması dış ortam koşullarında odun örneklerinin görsel, fiziksel, kimyasal ve mekanik olarak dayanım performanslarını arttırmıştır. Dış ortam koşullarında, zor emprenye edilen bir tür olan doğu ladini odununda üst yüzey uygulamaksızın en iyi korumayı sağlayan ısıtma işlemi, doğu kayını ve sarıçam odunlarında ise *MCQ* ile emprenye işlemi olmaktadır. Böylece, Doğu Karadeniz Bölgesinde yaygın olarak yetişen doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini odun türlerinin ahşap yayla evinde kullanılması durumunda, en iyi koruma sağlayan bazı maddeler ve yöntemler belirlenmiştir. Ayrıca Sürmene sahil kesiminde dış ortam koşulları testine maruz kalan örneklerin yüzeyinden ölçülen yüzey renk ve pürüzlülük değişkenlerindeki ve liflere paralel basınç direnci değişim değerleri kullanılarak istatistik analiz yöntemi ile Sürmene pilot bölgesi için yapay bozunma benzetim tekniği değişkenleri belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Dış ortam koşulları testi, Isıtma işlemi, Mikronize bakır kuant, *UV* absorbe edici, Akrilik reçine, Kimyasal analiz, Mekanik direnç.

PhD. Thesis

SUMMARY

INCREASING RESISTANCE OF WOODEN MATERIALS USED IN MOUNTAIN HOUSES OF
EASTERN BLACK SEA REGION TO WEATHER CONDITIONS

Özlem ÖZGENÇ

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Forest Industrial Engineering Graduate Program
Supervisor: Prof. Dr. Umit C. YILDIZ
2014, 229 Pages, 1 item CD Appendix

In this thesis the effects of 15-month natural weathering test (Uzungol plateau, Surmene coastal and Hidirnebi Plateau) and 360-hour artificial weathering test in a laboratory environment on wooden materials were studied. Within the scope of the thesis, samples of Oriental Beech (*Fagus orientalis* L.), Scotch Pine (*Pinus sylvestris* L.) and Oriental Spruce (*Picea orientalis* L.) with 8 different preservative treatments (chemical treatment, thermal treatment, coating, chemical treatment + coating and thermal treatment + coating) were subjected to weathering tests. The traditional thermal treatment method, Micronized Copper Quat (MCQ) as the new generation wood preservative and Acrylic resin (UVA-acrylic) with ultraviolet light (UV) absorbents as the new generation coating were used in the protective treatments. Changes in the color and roughness values, surface chemistry, visual-macroscopic alterations and changes in mechanical properties were studied and compared on wooden samples with and without surface coatings subjected to natural and artificial weathering tests. As a result; MCQ impregnation and coating with acrylic resin containing UV absorbent applied to Oriental beech and Scotch pine, and thermal treatment followed by acrylic resin containing UV absorbance applied to Oriental spruce increased the visual, physical, chemical and mechanical performance of wooden samples under outdoor conditions. Under outdoor conditions, the best protection of Oriental spruce timber, which is known that refractory specimen is provided by thermal treatment without application of coating, while the best protection of Oriental beech and Scotch pine timber is provided by MCQ impregnation. Thus, several materials and methods were identified to provide the best protection for Oriental beech, Scotch pine and Oriental spruce, which abundantly grow in the Eastern Black Sea Region, when used in the wooden mountain houses. Additionally, statistical analysis method was used to identify the artificial decay simulation technique variables for the Surmene pilot region by utilizing the values of surface color and roughness variables and the alteration values of pressure resistance parallel to fibers as measured from the surfaces of samples subjected to weathering tests in the Surmene coastal region.

Key Words: Weathering test, Thermal treatment, Micronized copper quat, UV absorbance, Acrylic resin, Chemical analysis, Mechanical resistance.

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Odun biyokütlesi ve ana kimyasal bileşenleri	7
Şekil 2. Odun biyokütlesi üzerinde ışığın şematik gösterimi	8
Şekil 3. Odunun fotodegradasyon mekanizması.....	12
Şekil 4. İlkbahar odunu kenarlı geçidinin enine kesitinden şematik bir görünüm.....	21
Şekil 5. Üst yüzey performansını etkileyen kerestede lif yönü	32
Şekil 6. Tomrukların biçilme şekli.....	51
Şekil 7. Pilot emprenye tesisi.....	60
Şekil 8. Doğal dış ortam koşulları testi için hazırlanan odun örneğinin şematik olarak gösterimi	62
Şekil 9. Sürmene sahil kesimi doğal dış ortam test düzeneği	64
Şekil 10. Uzungöl yaylası doğal dış ortam test düzeneği	66
Şekil 11. Hıdırnebi yaylası doğal dış ortam test düzeneği.....	66
Şekil 12. Yapay dış ortam test cihazı.....	67
Şekil 13. Fourier dönüşüm kızılötesi spektroskopisi (FTIR) ve ATR aparatı.....	69
Şekil 14. UV-VIS-NIR spektrofotometre	71
Şekil 15. Renk ölçüm cihazı	72
Şekil 16. CIELab renk sisteminin gösterimi	73
Şekil 17. Yüzey pürüzlülük test cihazı	74
Şekil 18. Liflere paralel basınç direnci test cihazı	76
Şekil 19. Uzungöl yaylasında dış ortam koşullarına maruz bırakılan örneklerde oluşan ışık stabilite (ΔL^*) değerleri	125
Şekil 20. Uzungöl yaylasında dış ortam koşullarına maruz bırakılan örneklerde oluşan kırmızı-yeşil renk stabilite (Δa^*) değerleri	126
Şekil 21. Uzungöl yaylasında dış ortam koşullarına maruz bırakılan örneklerde oluşan sarı-mavi stabilite (Δb^*) değerleri.....	126
Şekil 22. Uzungöl yaylasında dış ortam koşullarına maruz bırakılan örneklerde oluşan renk değişim (ΔE^*) değerleri	127
Şekil 23. Sürmene sahil kesiminde dış ortam koşullarına maruz bırakılan örneklerde oluşan ışık stabilite (ΔL^*) değerleri	128
Şekil 24. Sürmene sahil kesiminde dış ortam koşullarına maruz bırakılan örneklerde oluşan kırmızı-yeşil stabilite (Δa^*) değerleri.....	128

Şekil 25.	Sürmene sahil kesiminde dış ortam koşullarına maruz bırakılan örneklerde oluşan sarı-mavi stabilite (Δb^*) değerleri.....	129
Şekil 26.	Sürmene sahil kesiminde dış ortam koşullarına maruz bırakılan örneklerde oluşan renk değişim (ΔE^*) değerleri	129
Şekil 27.	Hıdırnebi yaylasında dış ortam koşullarına maruz bırakılan örneklerde oluşan ışık stabilite (ΔL^*) değerleri	130
Şekil 28.	Hıdırnebi yaylasında dış ortam koşullarına maruz bırakılan örneklerde oluşan kırmızı-yeşil stabilite (Δa^*) değerleri.....	131
Şekil 29.	Hıdırnebi yaylasında dış ortam koşullarına maruz bırakılan örneklerde oluşan sarı-mavi stabilite (Δb^*) değerleri.....	131
Şekil 30.	Hıdırnebi yaylasında dış ortam koşullarına maruz bırakılan örneklerde oluşan renk değişim (ΔE^*) değerleri	132
Şekil 31.	Yapay dış ortam testine tabi tutulan örneklerde oluşan ışık stabilite (ΔL^*) değerleri	133
Şekil 32.	Yapay dış ortam testine tabi tutulan örneklerde oluşan kırmızı-yeşil stabilite (Δa^*) değerleri	134
Şekil 33.	Yapay dış ortam testine tabi tutulan örneklerde oluşan sarı-mavi stabilite (Δb^*) değerleri.....	134
Şekil 34.	Yapay dış ortam testine tabi tutulan örneklerde oluşan renk değişim (ΔE^*) değerleri	135
Şekil 35.	Uzungöl yaylasında dış ortam koşullarına maruz kalan odun örneklerinin yüzey pürüzlülük değerindeki (R_z) artış oranı	141
Şekil 36.	Uzungöl yaylasında dış ortam koşullarına maruz kalan odun örneklerinin pürüzlülük indeks değeri (RI).....	141
Şekil 37.	Uzungöl yaylasında dış ortam koşullarına maruz kalan odun örneklerinin mikro-çatlak indeks değeri (MCI)	142
Şekil 38.	Sürmene sahil kesiminde dış ortam koşullarına maruz kalan odun örneklerinin yüzey pürüzlülük değerindeki (R_z) artış oranı	143
Şekil 39.	Sürmene sahil kesiminde dış ortam koşullarına maruz kalan odun örneklerinin pürüzlülük indeks değeri (RI)	144
Şekil 40.	Sürmene sahil kesiminde dış ortam koşullarına maruz kalan odun örneklerinin mikro-çatlak indeks değeri (MCI).....	144
Şekil 41.	Hıdırnebi yaylasında dış ortam koşullarına maruz kalan odun örneklerinin yüzey pürüzlülük değerindeki (R_z) artış oranı	145
Şekil 42.	Hıdırnebi yaylasında dış ortam koşullarına maruz kalan odun örneklerinin yüzey pürüzlülük indeks değeri (RI)	146
Şekil 43.	Hıdırnebi yaylasında dış ortam koşullarına maruz kalan odun örneklerinin mikro-çatlak indeks değeri (MCI)	147
Şekil 44.	Yapay dış ortam koşullarına maruz kalan odun örneklerinin yüzey pürüzlülük değerindeki (R_z) artış oranı	148

Şekil 45.	Yapay dış ortam koşullarına maruz kalan odun örneklerinin pürüzlülük indeksi değeri (RI)	149
Şekil 46.	Yapay dış ortam koşullarına maruz kalan odun örneklerinin mikro-çatlak indeksi değeri (MCI).....	150
Şekil 47.	Sürmene sahil kesiminde dış ortam testi sonrasında doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini kontrol örneklerinin görünümü.....	153
Şekil 48.	Yapay dış ortam testi sonrasında doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini kontrol örneklerinin görünümü	153
Şekil 49.	Sürmene sahil kesiminde dış ortam koşullarına maruz bırakılan doğu kayını odununa biyolojik canlıların verdiği zarar.....	154
Şekil 50.	Hıdırnebi yaylasında dış ortam testi nedeniyle 1718-1740 cm^{-1} 'deki absorbands değişimi.....	157
Şekil 51.	Sürmene sahil kesiminde dış ortam testi nedeniyle 1718-1740 cm^{-1} 'deki absorbands değişimi	157
Şekil 52.	Uzungöl yaylasında dış ortam testi nedeniyle 1718-1740 cm^{-1} 'deki absorbands değişimi.....	157
Şekil 53.	Yapay dış ortam testi nedeniyle 1718-1740 cm^{-1} 'deki absorbands değişimi ...	158
Şekil 54.	Hıdırnebi yaylasında dış ortam testi nedeniyle 1506-1510 cm^{-1} ve 1530-1555 cm^{-1} 'deki absorbands değişimi.....	163
Şekil 55.	Sürmene sahil kesiminde dış ortam testi nedeniyle 1506-1510 cm^{-1} ve 1530-1555 cm^{-1} 'deki absorbands değişimi.....	163
Şekil 56.	Uzungöl yaylasında dış ortam testi nedeniyle 1506-1510 cm^{-1} ve 1530-1555 cm^{-1} 'deki absorbands değişimi.....	164
Şekil 57.	Yapay dış ortam testi nedeniyle 1506-1510 cm^{-1} ve 1530-1555 cm^{-1} 'deki absorbands değişimi.....	164
Şekil 58.	Dış ortam testi öncesinde doğu kayını kontrol ve test örneklerinin UV absorpsiyon kabiliyeti	172
Şekil 59.	Dış ortam testi öncesinde sarıçam kontrol ve test örneklerinin UV absorpsiyon kabiliyeti	173
Şekil 60.	Dış ortam testi öncesinde doğu ladini kontrol ve test örneklerinin UV absorpsiyon kabiliyeti	174
Şekil 61.	Uzungöl yaylasında uygulanan dış ortam testi sonrasında doğu kayını kontrol ve test örneklerinin UV absorpsiyon kabiliyeti.....	175
Şekil 62.	Uzungöl yaylasında uygulanan dış ortam testi sonrasında sarıçam kontrol ve test örneklerinin UV absorpsiyon kabiliyeti	176
Şekil 63.	Uzungöl yaylasında uygulanan dış ortam testi sonrasında doğu ladini kontrol ve test örneklerinin UV absorpsiyon kabiliyeti.....	177
Şekil 64.	Sürmene sahil kesiminde uygulanan dış ortam testi sonrasında doğu kayını kontrol ve test örneklerinin UV absorpsiyon kabiliyeti.....	178

Şekil 65.	Sürmene sahil kesiminde uygulanan dış ortam testi sonrasında sarıçam kontrol ve test örneklerinin UV absorpsiyon kabiliyeti.....	179
Şekil 66.	Sürmene sahil kesiminde uygulanan dış ortam testi sonrasında doğu ladini kontrol ve test örneklerinin UV absorpsiyon kabiliyeti.....	180
Şekil 67.	Hıdırnebi yaylasında uygulanan dış ortam testi sonrasında doğu kayını kontrol ve test örneklerinin UV absorpsiyon kabiliyeti.....	181
Şekil 68.	Hıdırnebi yaylasında uygulanan dış ortam testi sonrasında sarıçam kontrol ve test örneklerinin UV absorpsiyon kabiliyeti	182
Şekil 69.	Hıdırnebi yaylasında uygulanan dış ortam testi sonrasında doğu ladini kontrol ve test örneklerinin UV absorpsiyon kabiliyeti.....	183
Şekil 70.	Yapay dış ortam testine tabi tutulmuş doğu kayını kontrol ve test örneklerinin UV absorpsiyon kabiliyeti	184
Şekil 71.	Yapay dış ortam testine tabi tutulmuş sarıçam kontrol ve test örneklerinin UV absorpsiyon kabiliyeti	185
Şekil 72.	Yapay dış ortam testine tabi tutulmuş doğu ladini kontrol ve test örneklerinin UV absorpsiyon kabiliyeti	186
Şekil 73.	Uzungöl yaylasında dış ortam koşullarına maruz kalan odun örneklerinin liflere paralel basınç direncindeki azalma yüzdeleri	189
Şekil 74.	Sürmene sahil kesiminde dış ortam koşullarına maruz kalan odun örneklerinin liflere paralel basınç direncindeki azalma yüzdeleri.....	190
Şekil 75.	Hıdırnebi yaylasında dış ortam koşullarına maruz kalan odun örneklerinin liflere paralel basınç direncindeki azalma yüzdeleri	191
Şekil 76.	Yapay dış ortam koşullarına maruz kalan odun örneklerinin liflere paralel basınç direncindeki azalma yüzdeleri	192
Şekil 77.	Uzungöl yaylasında dış ortam testi öncesi ve sonrasında doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini kontrol ve test odun örneklerinin görünümü	198
Şekil 78.	Sürmene sahil kesiminde dış ortam testi öncesi ve sonrasında doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini kontrol ve test odun örneklerinin görünümü	199
Şekil 79.	Hıdırnebi yaylasında dış ortam testi öncesi ve sonrasında doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini kontrol ve test odun örneklerinin görünümü	200
Şekil 80.	Yapay dış ortam testi öncesi ve sonrasında doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini kontrol ve test odun örneklerinin görünümü	201
Şekil 81.	Dış ortam testinde karşılaşılan çeşitlilik kaynakları ve etmenleri	202

TABLolar DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1. Dış ortam koşullarında üst yüzey işlemleri: Çeşitler, yöntemler ve koruma süresi	37
Tablo 2. Kullanılan UV absorbe ediciler hakkında bilgi.....	58
Tablo 3. Tinuvin 477 DW içeren üst yüzey sistemi formülasyonun bileşenleri	58
Tablo 4. Hombitec 402 WP içeren üst yüzey sistemi formülasyonun bileşenleri.....	59
Tablo 5. Tez çalışmasına ilişkin her bir ağaç türü için deneme deseni	62
Tablo 6. Trabzon ilinin deniz seviyesi yüksekliğinde 2006-2012 yılları arası ortalama hava durumu	65
Tablo 7. Yapay dış ortam koşulları test cihazında uygulanan iklim şartları programı	68
Tablo 8. Çalışmada yapılan analizlerin örnek boyutu ve sayısı	68
Tablo 9. Kızılötesi spektrumların absorpsiyon pikleri	70
Tablo 10. Doğal dış ortam koşullarında renk ölçümü zaman aralıkları	74
Tablo 11. Emprenye sonrasında elde edilen tutunma miktarları	79
Tablo 12. Doğal ve yapay dış ortam testi sonrasında odun örneklerinin renk değişim değerine pilot bölgelerin, ağaç türünün ve koruma yöntemlerinin etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları	80
Tablo 13. Newman-Keuls test sonucuna göre ağaç türünün renk değişim değerine etkisi	80
Tablo 14. Newman-Keuls test sonucuna göre pilot bölgenin renk değişim değerine etkisi	81
Tablo 15. Newman-Keuls test sonucuna göre koruma yönteminin renk değişim değerine etkisi	81
Tablo 16. Uzungöl yaylası dış ortam testinde doğu kayını test ve kontrol örneklerinin renk değişimi ve Newman-Keuls testi sonuçları.....	82
Tablo 17. Uzungöl yaylası dış ortam testinde sarıçam test ve kontrol örneklerinin renk değişimi ve Newman-Keuls testi sonuçları.....	84
Tablo 18. Uzungöl yaylası dış ortam testinde doğu ladini test ve kontrol örneklerinin renk değişimi ve Newman-Keuls testi sonuçları.....	86
Tablo 19. Sürmene sahil kesimi dış ortam testinde doğu kayını test ve kontrol örneklerinin renk değişimi ve Newman-Keuls testi sonuçları	88
Tablo 20. Sürmene sahil kesimi dış ortam testi sarıçam test ve kontrol örneklerinin renk değişimi ve Newman-Keuls testi sonuçları.....	90

Tablo 21. Sürmene sahil kesimi dış ortam testinde doğu ladini test ve kontrol örneklerinin renk değişimi ve Newman-Keuls testi sonuçları	92
Tablo 22. Hıdırnebi yaylası dış ortam testinde doğu kayını test ve kontrol örneklerinin renk değişim ve Newman-Keuls testi sonuçları	94
Tablo 23. Hıdırnebi yaylası dış ortam testinde sarıçam test ve kontrol örneklerinin renk değişim değişimi ve Newman-Keuls testi sonuçları	96
Tablo 24. Hıdırnebi yaylası dış ortam testinde doğu ladini test ve kontrol örneklerinin renk değişimi ve Newman-Keuls testi sonuçları	98
Tablo 25. Yapay dış ortam testinde doğu kayını test ve kontrol örneklerinin renk değişimi ve Newman-Keuls testi sonuçları.....	100
Tablo 26. Yapay dış ortam testinde sarıçam test ve kontrol örneklerinin renk değişimi ve Newman-Keuls testi sonuçları	102
Tablo 27. Yapay dış ortam testinde doğu ladini test ve kontrol örneklerinin renk değişimi ve Newman-Keuls testi sonuçları.....	104
Tablo 28. Doğal ve yapay dış ortam testi öncesi ve sonrasında odun örneklerinin yüzeyinde oluşan pürüzlülük değişimine pilot bölgelerin, ağaç türünün ve koruma yöntemlerinin etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları	106
Tablo 29. Newman-Keuls test sonucuna göre pilot bölgenin odun yüzeyindeki pürüzlülük değişimine etkisi	107
Tablo 30. Newman-Keuls test sonucuna göre ağaç türünün odun yüzeyindeki pürüzlülük değişimine etkisi	107
Tablo 31. Newman-Keuls test sonucuna göre koruma yönteminin odun yüzeyindeki pürüzlülük değişimine etkisi.....	107
Tablo 32. Uzungöl yaylasında dış ortam testi öncesi ve sonrası için yüzey pürüzlülük değişkenleri ve Newman-Keuls testi sonuçları.....	109
Tablo 33. Sürmene sahilinde dış ortam testi öncesi ve sonrası için yüzey pürüzlülük değişkenleri ve Newman-Keuls testi sonuçları.....	110
Tablo 34. Hıdırnebi yaylasında dış ortam testi öncesi ve sonrası için yüzey pürüzlülük değişkenleri ve Newman-Keuls testi sonuçları.....	111
Tablo 35. Yapay dış ortam testi öncesi ve sonrası için yüzey pürüzlülük değişkenleri ve Newman-Keuls testi sonuçları	112
Tablo 36. Uzungöl yaylası dış ortam testi sonrasında odun örneklerinin pürüzlülük ve mikro çatlak indeksleri	113
Tablo 37. Sürmene sahil kesimi dış ortam testi sonrasında odun örneklerinin pürüzlülük ve mikro çatlak indeksleri.....	113
Tablo 38. Hıdırnebi yaylası dış ortam testi sonrasında odun örneklerinin pürüzlülük ve mikro çatlak indeksleri	114
Tablo 39. Yapay dış ortam testi sonrasında odun örneklerinin pürüzlülük ve mikro çatlak indeksleri	114
Tablo 40. Renk değişim değerlerinin dağılımını tanımlayıcı test sonuçları.....	115

Tablo 41. İki farklı koşullarda uygulanan dış ortam testi sonrasında renk değişim değerlerinin Mann-Whitney U testine göre benzerlik analizi sonuçları	115
Tablo 42. İki farklı koşullarda uygulanan dış ortam testi renk değişim değerlerinin Kendall's Tau-b testine göre korelasyon analizi sonuçları.....	116
Tablo 43. Yüzey pürüzlülük değişim (R_z) değerleri dağılımını tanımlayıcı test sonuçları	116
Tablo 44. İki farklı koşullarda uygulanan dış ortam testi sonrasında yüzey pürüzlülük değişim (R_z) değerinin Mann-Whitney U testine göre benzerlik analizi sonuçları	117
Tablo 45. İki farklı koşullarda uygulanan dış ortam testi sonrasında yüzey pürüzlülük değişim (R_z) değerinin Kendall's Tau-b testine göre korelasyon analizi sonuçları.....	117
Tablo 46. Liflere paralel basınç direnci değerlerinin dağılımını tanımlayıcı test sonuçları	118
Tablo 47. İki farklı koşullarda uygulanan dış ortam testi sonrasında liflere paralel basınç direnci değerlerinin bağımsız örnekler T testine göre benzerlik analizi sonuçları	118
Tablo 48. İki farklı koşullarda uygulanan dış ortam testi liflere paralel basınç direnci değerlerinin Kendall's Tau-b testine göre korelasyon analizi sonuçları	118
Tablo 49. Doğal ve yapay dış ortam testine maruz kalmış doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini örneklerini görsel değerlendirme puanlaması	120
Tablo 50. Doğru kayını, sarıçam ve doğu ladini örneklerinin dış ortam testi öncesi liflere paralel basınç direnci ve standart sapma değerleri	120
Tablo 51. Uzungöl yaylası dış ortam testi sonrasında doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini örneklerinin liflere paralel basınç direnci ve standart sapma değerleri ..	121
Tablo 52. Sürmene sahil kesimi dış ortam testi sonrasında doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini örneklerinin liflere paralel basınç direnci ve standart sapma değerleri	121
Tablo 53. Hıdırnebi yaylası dış ortam testi sonrasında doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini örneklerinin liflere paralel basınç direnci ve standart sapma değerleri ..	122
Tablo 54. Yapay dış ortam testi sonrasında doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini örneklerinin liflere paralel basınç direnci ve standart sapma değerleri ..	122
Tablo 55. Doğal ve yapay dış ortam testine sonrasında odun örneklerinin liflere paralel basınç direncindeki azalmaya pilot bölgelerin, ağaç türünün ve koruma yöntemlerinin etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.....	123
Tablo 56. Newman-Keuls test sonucuna göre oduna uygulanan pilot bölgenin liflere paralel basınç direncine etkisi	124
Tablo 57. Newman-Keuls test sonucuna göre oduna uygulanan ağaç türü liflere paralel basınç direncine etkisi	124

Tablo 58. Newman-Keuls test sonucuna göre oduna uygulanan koruma yönteminin liflere paralel basınç direncine etkisi	124
Tablo 59. Dış ortam testi sonrasında doğu kayını kontrol ve test örneklerinin ölçülebilir değişkenler ile genel değerlendirmesi	194
Tablo 60. Dış ortam testi sonrasında sarıçam kontrol ve test örneklerinin ölçülebilir değişkenler ile genel değerlendirmesi	195
Tablo 61. Dış ortam testi sonrasında doğu ladini kontrol ve test örneklerinin ölçülebilir değişkenler ile genel değerlendirmesi	195

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Ahşap çok yönlülüğü, etkileyici mühendislik ve yapısal özellikleri ile uzun zamandan beri bilinen bir doğal malzemedir. Ahşap insan fizyolojisi ile uyum sağlayan tek yapı malzemesidir. Orta yoğunlukta lif levha (MDF), yonga levha (sunta) vb. kimyasallarla karıştırılarak işlem görmüş malzemeler ya da polivinil klorür (PVC) gibi yapay ürünlerin insanda çeşitli hastalıklar oluşturmalarına karşın organik bir malzeme olan ahşap sağlıklı olmanın zeminini oluşturmaktadır. Çünkü ahşap nefes alan bir malzemedir. Ahşap evde yaşayanlar, eklem rahatsızlıkları yaşamamaktadır. Astım hastaları için de ahşap evler çok sağlıklı olmaktadır. Ahşap, mükemmel bir ısı yalıtım malzemesidir. Beton binaların aksine, ahşap binalarda ısınma sorunu yaşanmaz ve yakıt masrafı %50-60 oranında azalmaktadır (Aycan vd., 2007).

Ahşabın taşıma gücü sanıldığından çok daha fazladır. 1 kg ahşap, 1 kg beton ya da çelikten daha fazla yük taşımaktadır. Ahşap sayesinde 250 metrelik açıklar kolonsuz geçilebilmektedir. Taşıma gücü, esnek yapısı ve hafifliği diğer binalara göre depreme dayanıklılık açısından ahşabın tartışılmaz bir üstünlüğüdür (Demirkır vd., 2010). Yangın üzerine yapılan araştırmalarla ahşabın yangına karşı en güvenilir malzemelerden biri olduğu ispatlanmıştır. Bir yangının başlama sebebi ahşap olmadığı gibi, ısıyı geçirmeme ve kömürleşme gibi özellikleri sayesinde ahşap malzemenin yangına ne kadar dayanabileceği kesin bir şekilde hesaplanabilmektedir. Ahşabın yangına dayanıklılık süresi ortalama 30 ile 90 dakika arasındadır. Çıplak bir çelik yapı ise yangına en fazla 10 dakika dayanabilmekte ve sonrasında çökmektedir (Shmulsky ve Jones, 2010). Ahşap kokuyu içine alarak dış ortama aktarmaktadır. Ahşap evlerde yemek, is, sigara gibi kokular diğer binalara göre çok daha çabuk yok olur. Ahşabın bakımı da sanıldığından tersine bir hayli kolaydır. Diğer binalarda her yıl badana yapmak gerekirken ahşap evlerde tıpkı mobilyada olduğu gibi nemli bezle toz alarak temizlik sağlanmaktadır. Ancak, diğer tüm biyolojik malzemeler gibi ahşap malzemenin de dış ortam şartlarında bozunması ve tahribatı, organik ve inorganik kökenli etmenler nedeniyle olmaktadır. Organik etmenler çürüme, küf, bakteri ve böcekleri kapsarken, inorganik etmenler ise; güneş, rüzgâr, su, bazı kimyasallar ve ateşi kapsamaktadır. Odunda oluşan çeşitli değişimler ağaç türlerine göre de, farklı nispi etkiler

göstermektedir. Odundaki kimyasal değişmeler, renk değişmeleri, mikroskobik değişmeler, fiziksel değişmeler ve biyolojik etmenlerin sebep olduğu değişmeler belirli bir zaman etkisi sonunda oluşmaktadır. Bu bozunma olayında ana etmenler UV ve yağmur etkisi olup, bu durum literatürde “weathering (dış hava koşulları etkisi)” olarak adlandırılmıştır.

Günümüzde Doğu Karadeniz yöresinde yayla turizmi her geçen gün daha fazla önem kazanmaktadır. Ahşap evler ise, yaylalarımızın doğal güzelliğini bozmadan barınma imkânı sağlayan konutlardır (Atasoy vd., 2009). Ahşap yayla evlerinin en büyük sakıncası ise; dış ortam koşullarında kullanılan ahşap malzemenin, UV ışınları, rutubet, sıcaklık, rüzgâr ve atmosferik etmenlerin (oksijen, hava kirletici gazlar {sülfür dioksit, azot dioksit vb.}) etkisiyle bozunmaya (degradasyona) maruz kalmasıdır. Bu bozunma, yüzey ve yüzeye yakın kısımlarda meydana gelen UV bozunması (fotodegradasyon) nedeni ile yüzeyde renk değişimi, pürüzlülük artışı, çatlaklar, yüzey kalitesinin bozunması ve yağmur suyunun etkisiyle koruyucu kimyasal maddelerin yıkanması olarak özetlenebilir.

Bu doktora tez çalışmasının temel çıkış noktası; yeni nesil odun koruma maddesi olan mikronize bakır formülasyonu, ısıl işlem tekniği ve üst yüzey yöntemlerinin Doğu Karadeniz Bölge’sinde ahşap yayla evi yapımında sıklıkla değerlendirilen ağaç türü odunlarındaki, performansını ortaya koymaktır. Bu nedenle, gerçekleştirilen bu tez çalışması ile Doğu Karadeniz Bölgesinde yaygın olarak kullanılan doğu ladini, sarıçam ve doğu kayını odunlarına uygulanan odun koruma ve üst yüzey yöntemlerinin dış ortam koşullarına karşı dayanımları karşılaştırılmıştır.

Ladin odunu sahip olduğu yüksek teknolojik özellikleri nedeni ile odun kökenli endüstrilerin hemen her dalında aranan bir tür olmasına rağmen; emprenye edilebilirliğinde bir takım sorunlar bulunmaktadır. Bu tez çalışmasında anatomik yapısı nedeni ile emprenyesi güç olan doğu ladini odununda oluşan penetrasyon (nüfuz derinliği) sorunu göz önüne alınarak mikronize bakır formülasyonları ile emprenyesinin dış ortam koşullarındaki performansı, mevcut çalışmada kullanılan diğer odun türleri olan sarıçam ve doğu kayını ile kıyaslanarak açıklanmıştır.

Bu çalışmada, yayla evlerinde kullanılan ahşap malzemenin, farklı işlemlere tabi tutularak dış ortam koşullarına karşı dayanımının arttırılması araştırılmıştır. Ağaç türü olarak, Doğu Karadeniz Bölge’sinde ahşap yayla evi yapımında önemli oranda değerlendirilen sarıçam türüyle birlikte, bu çalışmanın sonuçlarına göre bu alanda kullanım potansiyeli bulabilecek olan doğu ladini ve doğu kayını türleri denemeye alınmıştır. Ahşap malzemeye kimyasal işlem, ısıl işlem, üst yüzey işlemi ve bazı birleşimler uygulanarak dış

ortam koşullarına karşı koruma işlemi yapılmıştır. Koruyucu işlemlere tabi tutulan ahşap malzeme örnekleri birbirinden farklı yükseltilerde bulunan 3 pilot bölgede (Hıdırnebi Yaylası, Uzungöl Yaylası ve Sürmene sahil kesimi) 15 ay süre ile doğal dış ortam koşulları testine maruz bırakılmıştır. Diğer yandan, doğal dış ortam koşulları testindeki örneklerin yüzeyinden ölçülen yüzey renk, pürüzlülük değişkenlerindeki ve liflere paralel basınç direnci değerlerindeki değişim kullanılarak istatistik analiz yöntemi ile Sürmene pilot bölgesi için en yakın yapay bozunma benzetim tekniği değişkenlerinin belirlenmesine çalışılmıştır. UV ışını, yağmur ve rüzgâr gibi çeşitli etmenlerden dolayı odun örnekleri yüzeylerindeki pürüzlülük ve renk değişimi değerleri ölçülerek en iyi performansı veren işlemler araştırılmıştır. Dış ortam koşullarına maruz kalması nedeni ile fourier dönüşüm kızılötesi spektroskopisi (FTIR) analiziyle yüzeyde meydana gelebilecek olan lignin kaybı belirlenirken, ultraviyole ve görülebilir ışık spektrofotometre (UV-VIS-NIR) analizi ile uygulanan koruma yöntemlerinin UV absorpsiyon kabiliyeti belirlenmiştir. Dış ortam koşullarında ahşap malzemede oluşan mekanik direnç kaybına koruyucu işlemlerin etkisi, liflere paralel basınç direnci testi ile incelenmiştir.

Çalışmanın sonunda, Doğu Karadeniz Bölge'sinde mevcut ve potansiyel ağaç türleriyle uyumlu olan ve bunların dış ortam koşullarına karşı dayanımı arttıran odun koruma ve üst yüzey işlem maddeleri ve yöntemleri belirlenmiştir. Bu belirleme yapılırken, söz konusu madde ve yöntemlerin pratik olarak uygulanabilirliği ve ekonomiklik ölçütleri ön planda tutulmuştur. Zor empenye olan doğu ladini odunu için en uygun koruma yöntemi belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca, doğal ve yapay dış ortam koşulları testlerinin sonuçları birlikte değerlendirilerek, Sürmene pilot bölgesi için en yakın yapay bozunma benzetim tekniği değişkenleri belirlenmiştir.

1.1.1. Dış ortam Koşullarında Odunu Bozunduran Etmenler

Mikroorganizmalar, ışık, sıcaklık, rutubet değişikliği ve rüzgâr gibi çevresel ve biyolojik etmenler odun yüzeyinin bozunmasını etkilemektedir. Bu etmenler arasında ışık, nem ve oksijen en önemlileridir.

1.1.1.1. Işık

Güneş ışığı, odun yüzeyinde renk değişimine sebep olan fotokimyasal reaksiyonları teşvik etmektedir. Güneş ışığı dalga boyu, yeryüzünde ultraviyole bölgesinden (200 nm) kızıl ötesi bir alana ulaşmaktadır. Renk, belli yoğunluk ve dalga boyunun yaydığı ışık sayesinde duyarlı bir hareket ile gözlerin uyarılmasına bir tepki olarak tanımlanmaktadır. İnsan gözü 400 nm'den 700 nm'ye kadar görülebilir olan dalga boyuna cevap vermektedir. Kısa dalga boyları 200 nm'den 400 nm ultraviyole (UV) ışını alanını ve uzun dalga boyları ise 700 nm'den 50000 nm'ye kadar kızılötesi alanını kapsamaktadır. Rengi belirleyen göz tarafından kullanılan ışığın en genel formu, yapay kaynaklardan ve güneşten yayılmaktadır. Işın bir nesneye vurduğunda yüzeyde absorbe edilmekte, yüzeyden yansımakta ya da yüzeyden geçerek iletilmektedir. Yansıyan dalga boyu, nesnenin rengini belirten göz tarafından algılanmaktadır. Örneğin, siyah renkten ışığın yansıması yaklaşık sıfır iken bir beyaz renkte bütün dalga boyları %100 yansımaktadır (Feist ve Hon, 1984; Feist, 1990; Nzokou, 2004; Williams, 2005; Teacă vd., 2013).

Dış ortam koşullarına maruz bırakılan odun yüzeyinde, toplam güneş ışığının 200-400 nm dalga boyu aralığındaki UV ışını etkisiyle odun bileşenlerinin % 60'ının; özellikle ligninin kimyasal reaksiyon sonucu parçalandığı rapor edilmiştir. Bu nedenle, güneş ışığına maruz kalan odununun renk değişimi sarımsı ya da kahverengimsi olmakta ve daha sonra grileşme oluşmaktadır. Bu değişiklikler yüzeyseldir, sadece 0.05-0.5 mm'lik bir derinlikte sadece oluşmakta ve özellikle UV ışını ligninin odun yüzeyindeki kimyasal bileşenlerini değiştirerek fotodegradasyonu başlatmaktadır. Görülebilir ışık, odunda kızıl ötesi ışıktan daha derine geçmektedir. UV ışınının derine nüfuz etmesi göz ardı edilirken birkaç milimetreden fazla değildir. Işık odunun rengini kahverengine dönüştürür, ancak UV ışını odunu kızılötesi ya da görülebilir ışıktan çok daha hızlı kahverengine dönüştürmektedir. Odunda UV ışını absorpsiyonu, lignin ve lignin gibi maddeler nedeniyle önceliklidir. Selüloz ise, ışığı yüksek bir miktarda yansıtmaktadır (Feist ve Hon, 1984; Feist, 1990; Hon, 2001; Nzokou, 2004; Williams, 2005; Pandey, 2005; Teacă vd., 2013).

Atmosferik gazlar da odunun dış ortam koşullarında bozunmasında bir hayli etkili olmaktadır. Hava, oksijen, azot ve argonun her birinin UV ışını yoğunluğuna maruz kalan odunda farklı bir etkisi vardır. Bazı odun türlerinin hava, oksijen, azot ve argona maruz kalınan ilk saatler boyunca yüzeyleri hızla kararmakta ve özellikle azot gazı bu kararmaya neden olmaktadır (Nzokou, 2004; Williams, 2005; Teacă vd., 2013).

1.1.1.2. Odun Rutubetinin Değişmesi

Odun normal olarak rutubet aldığında genişler ve rutubet verdiği kurduğunda daralır. Genişleme ve daralmada oluşan zorlamaların, odunun verimli kullanımında ve hizmet ömründe belirgin bir etkisi vardır. Kuruma sırasında odun lifleri arasındaki boşluktan su uzaklaşırken ve beraberinde süzülen lif çeperlerinin kalınlığının azalmasına sebep olmaktadır. Liflerin çeperlerindeki bu değişim, tüm odun parçasının daralmasına sebep olmaktadır. Yüksek rutubetli odun kurumaya başladığında; ilk hücre lümenlerinden su ayrılır; sonra hücre çeperlerinden su ayrılarak kuruma devam etmekte ve daralma olmaktadır (Feist ve Hon, 1984; Feist, 1990; Nzokou, 2004; Williams, 2005).

Odun yıllık halkalara paralel yönünde (teğet) en fazla, yıllık halkalara dik yönde (radyal) biraz daha az ve bir kural olarak yüzey boyunca (boyuna yönde) çok az çalışmaktadır. Daralma ve genişleme gibi rutubet almasına bağlı olarak odun yüzeyindeki fiziksel değişiklikler zamanla çatlama ve ayrılma gibi bozukluklara sebep olmaktadır. Dış ortam koşullarına maruz kalan teğet yüzeylerde boydan boya ve yaz odununda çatlaklar oluşurken; radyal yüzeylerde ilkbahar odununda ve yıllık halka sınırında çatlak oluşmaktadır. Odunun iç kısımları ve yüzeyleri arasındaki rutubet içeriği farklılığın ve rutubet alışverişinin bir sonucu olarak ortaya çıkan gerilimden oluşan çatlaklar, teğet ve radyal yüzeylerde bir hayli farklılık göstermektedir. Odunun teğet yüzeyindeki daralma ve genişleme, radyal yüzeyinden iki katı kadar büyük olmaktadır (Feist ve Hon, 1984; Feist, 1990; Nzokou, 2004; Williams, 2005).

Odunun çalışması, yüzeylerine göre değiştiği gibi ağaç türü nedeniyle de farklılık göstermektedir. Aynı ağaç türlerinden ve hatta aynı ağacın farklı bölgelerinden kesilen odun örneklerinin bile çalışmasında başkalık olmaktadır. Genelde, yüksek özgül ağırlıklı odunu türlerinin teğet yönde daralması hafif odunlu türlerinden daha fazla olmaktadır. Odunun daralması hacimsel ya da baştanbaşa özgül ağırlığının artması ile artmaktadır. Bu ilişkinin tutması sadece tür özelliğine bağlı değildir, fakat yine de yapraklı ve iğne yapraklı odunların büyük kısmı için bir hayli geçerlidir. Bu ilişkiden sapmalar genelde, lif hücre çeperinin arasında su tutulduğunda hacimsel etki nedeniyle çalışma azaltmakta, fakat suda çözünen ekstraktifler ve kuruma durumu gibi gerilmeler nedeniyle olmaktadır (Feist ve Hon, 1984; Feist, 1990; Nzokou, 2004; Williams, 2005).

Yüksek rutubet içeren odun kurduğunda gerilmekte ve ardından yapısal sonuçların getirdiği normal bir durum olarak çatlama, yarıma, eğrilme ve bükülme gibi çeşitli

bozukluklar oluşmaktadır. Odunun mikroskobik yapısının, ince ve kalın çatlakların gelişimine büyük etkisi olmaktadır. Hücre çeperinin S₂ tabakasındaki gelişim ve yayılım, çatlama olan direncin çoğunluğunu oluşturmaktadır. Tek bir hücre çeperinde çatlaklar, mikrofibril açısına benzer bir ekseninde yayılmaktadır. Odun malzemesinin özellikleri ve kesilme yönü çatlak oluşumunda ve derecesinde bir hayli etkili olacaktır (Feist ve Hon, 1984; Feist, 1990; Nzokou, 2004; Williams, 2005; Temiz, 2005).

1.1.1.3. Dış Ortam Koşullarına Maruz Kalma Açısı

Dış ortam koşullarına bırakılan odun malzemenin maruz kalma açısı performansını etkileyebilmektedir. Maruz kalma açısı yatayda 90⁰'den 0⁰'ye azaldıkça erozyon oranı artmaktadır. Fakat kırmızı sedir gibi bazı türlerde en hızlı erozyon 45⁰'de olmaktadır (Feist 1990; Williams vd., 2001a; Williams vd., 2001b; Nzokou 2004; Williams 2005).

1.1.1.4. Sıcaklık

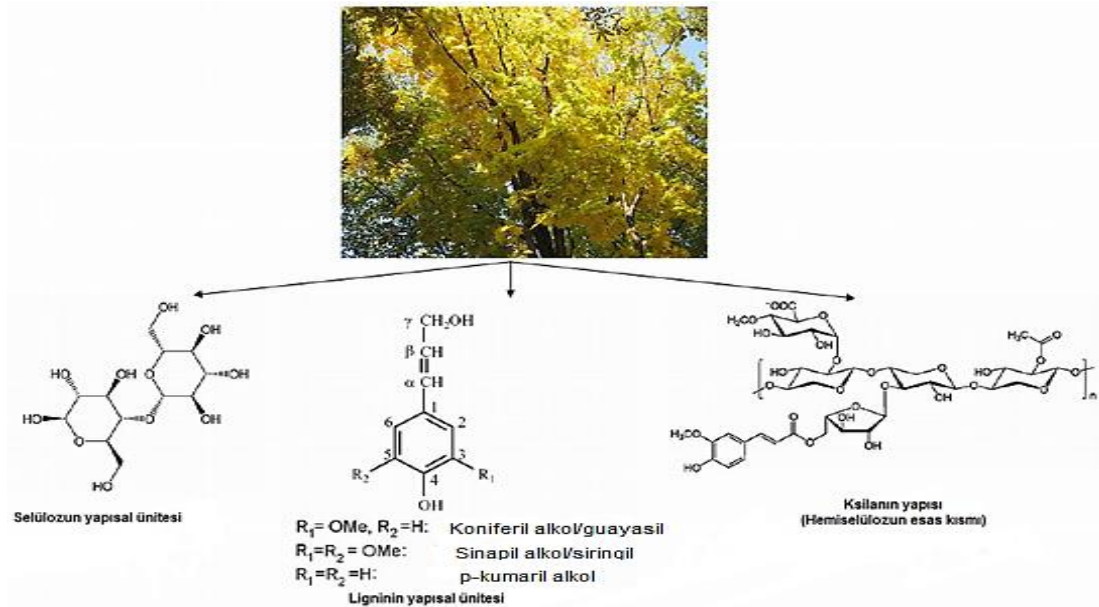
Dış ortam koşullarında odunun bozunma sürecinde genellikle sıcaklığın etkisinin, su ve ışığından daha az olduğu bilinmektedir. Farklı türler için fotodegradasyon oranları sıcaklığa bağlı olmakta ve sıcaklığın artması ile artmaktadır (Feist ve Hon, 1984; Feist, 1990; Nzokou, 2004; Williams, 2005; Temiz, 2005).

1.1.2. Dış Ortam Koşullarında Odunun Bozunması

Ahşap uygun koşullarda dayanıklı bir malzeme olup, yüzyıllardır bina iç ve dış uygulamalarında yapı malzemesi olarak kullanılmaktadır. Diğer biyolojik malzemeler gibi, çevresel bozunmaya yatkın olması nedeniyle bina dışı uygulamalarda kullanılan ahşap malzeme, doğal çevre şartlarına maruz kaldığında hizmet ömrü kısalmaktadır. Dış ortam koşullarında toprak üstünde kullanılan ahşap malzemenin kimyasal, mekanik ve ışık enerjisi etmenlerinin birleşimi ile bozunması “weathering” olarak tanımlanmaktadır. Bu bozunma sürecini UV ışını başlatmakta ve dış ortam koşullarında bulunan nem, sıcaklık, oksijen, rüzgâr, kirlilik ve diğer benzer etmenler söz konusu bozunmayı arttırmaktadır. (Feist ve Hon, 1984; Sell ve Feist, 1986; Sandberg, 1999; Feist, 1990; Williams vd., 2000a

and 2000b; Hon, 2001; Hayoz vd., 2003; Sudiyani vd., 2003; Nzokou, 2004; Pandey, 2005; Williams, 2005; Temiz, 2005; George vd., 2005; Kılıç ve Hafizoğlu, 2007; Caba vd. 2007; Rüther, 2011; Pandey ve Vuorinen, 2008; Evans vd. 2008; Schnabel vd. 2009; Srinivas ve Pandey, 2012; Saha vd., 2013; Forsthuber vd. 2013; Volkmer vd. 2013). Son yıllarda yapılan araştırmalarda atmosferik kirliliğe neden olan SO₂, NO₂ ve O₃ gibi gazların da dış ortam koşullarında odunun bozunmasında bir hayli etkili olduğu anlaşılmıştır (Anderson vb. 1991; Rüther, 2011).

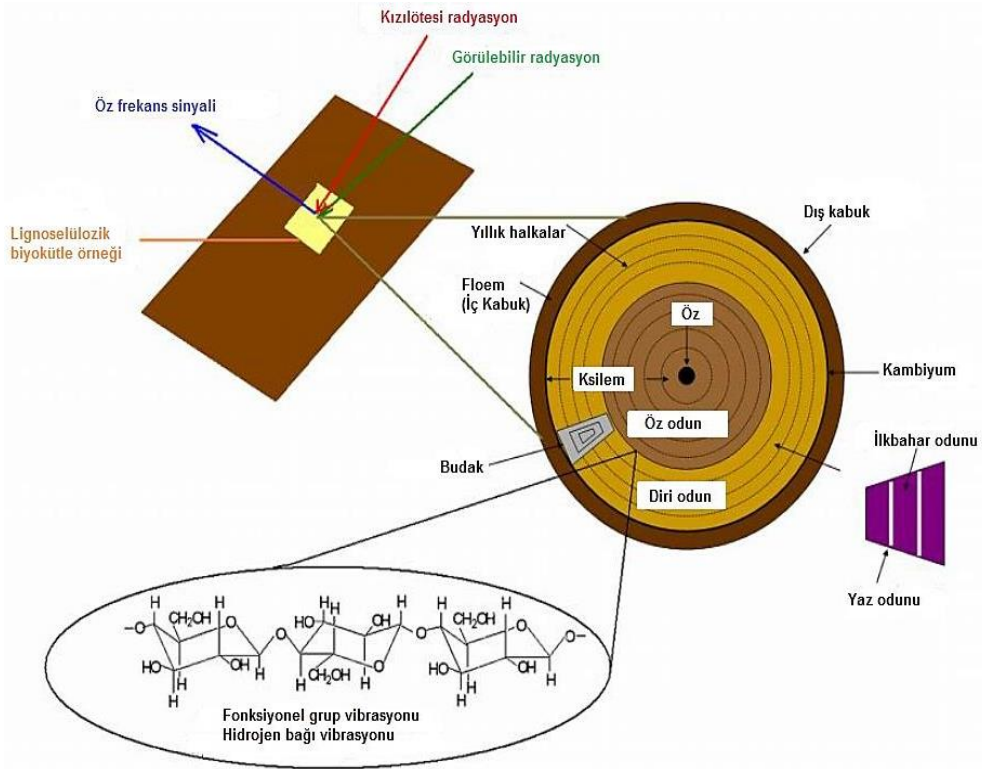
Odunun renk değiştirmesine sebep olan fotokimyasal reaksiyonlardan sorumlu olan elektromanyetik radyasyonun birkaç farklı dalgasını odun absorbe edebilmektedir. Odun selüloz, hemiselüloz, lignin ve ekstraktiflerden oluşmaktadır. Odun yapısı; karbonil, karboksil, aldehit, fenolik hidroksil, doymamış çifte bağlar gibi değişken iç elemanları ve metal iyonları gibi dış elemanları içermektedir. Bütün odun polimerleri ultraviyole ışığa duyarlıdır (Şekil 1). Güneş ışığı lignin ve selülozu polimerlerine ayırmakta ve fotodegradasyon sonucunda oluşan parçalanma ürünleri suyla odundan yıkanmaktadır (Derbyshire ve Miller, 1981; Evans vd. 1993).



Şekil 1. Odun biyokütlesi ve ana kimyasal bileşenleri (Teacă vd. 2013)

Şekil 2’de odun biyokütlesi üzerinde ışık faaliyetinin şematik sunumu verilmiştir. Lignin ve selüloz bileşenlerinin her ikisinde güneş ışığına duyarlıyken, bu bileşenler daha sonra gelişen fotodegradasyon olayından ise önemli oranda sorumlu olmaktadır. Diri

odunda %29-33 civarında bulunan lignin, etkin olarak UV ışını absorbe eden sayısız kromoforik grup içermektedir. Odun bileşenlerinden lignin, UV ışınının tamamını yakınına (%80-95 civarında) absorbe etmektedir. Ayrıca odunun diğer bileşenlerinden karbonhidratlar %5-20 ve ekstraktif maddeler %2 civarında UV ışını absorbe etmektedir (Feist ve Hon 1984; Teacă vd. 2013).



Şekil 2. Odun biyokütlesi üzerinde ışığın şematik gösterimi (Teacă vd., 2013)

Dış ortam koşullarına maruz kalan odun yüzeyinde, ışık (UV ve IR), bağıl nem (yağmur, kar, çiy vs.), mekanik güçler (rüzgâr, kum, kir) ve sıcaklık etkisiyle renk değişimi, yüzey pürüzlülüğü ve çatlamlar oluşmaktadır. Bu etkiler neticesinde ahşap malzemenin renginde, kimyasal ve fiziksel yapısında bazı değişimler meydana gelmektedir (Feist ve Hon, 1984; Williams, 2005; Kılıç ve Hafizoğlu, 2007). Biyolojik ve fiziksel etmenler ile öncelikle lignin, selüloz ve hemiselüloz olmak üzere odunun organik bileşenlerinin bazıları modifiye olarak bozunmaktadır. Odunun diğer bileşenlerine kıyasla, ekstraktifler nispeten daha az bozularak konsantrasyonları, rengi, kokusu değişmekte ve odunun mekanik olmayan diğer özelliklerini değiştirmektedir (Feist, 1990; Pandey, 2005).

Odunun dış ortam koşullarında bozunması bir hayli karmaşık bir süreçtir. Odun yüzeyinde UV ışınını etkisiyle başlayan reaksiyonlar, renk değişikliği, parlaklık kaybı ve yüzey tekstürünün değişmesi gibi sonuçları doğurmaktadır. Renk değişiminin derecesi odun türüne, ışığın dalga boyu ve şiddetine bağlı olarak değişmektedir. UV ışını süresince odunun rengindeki değişiklikler kimyasal değişiklikleri yansıtmaktadır. Fotodegradasyonu başlaması, UV ışını absorbe edebilme özelliğine sahip tüm odun polimerlerinin (selüloz, lignin, hemiselüloz) fiziksel, kimyasal ve mekanik özelliklerinin bir hayli değişmesine neden olmaktadır (Teacă vd., 2013). UV ışını, odunun yapısal bileşenlerini (lignin ve karbonhidrat) etkin bir enerji ile kimyasal olarak bozundurarak yüzey değişimlerine sebep olmaktadır. Bağıl nem, yağmur ve çığ nedeniyle rutubet artışı ya da kaybı sonucu odun yüzeyinde gerilmeler ve çatlamlar oluşmaktadır (Hon, 2001; Williams, 2005) .

1.1.3. Dış Ortam Koşullarında Odunda Meydana Gelen Değişiklikler

1.1.3.1. Makroskobik Değişiklikler

Dış ortam koşullarına maruz kalan odun yüzeyi öncelikle süratle renk değiştirmektedir. Önce sararan odun yüzeyi zaman geçtikçe kahverengiye dönüşmektedir. Ekstraktiflerce zengin olan odun türlerinde ise renk kahverengiye dönüşmeden bazı ağarmalar gözlemlenmektedir (Sanberg, 1999; Temiz, 2005; Kılıç ve Hafizoğlu, 2007). Odun yüzeyindeki renk değişim hızı iklim koşullarına, ağaç türüne ve çevresel etmenlere göre değişiklik göstermektedir. Renk değişimi öncelikle UV ışını, nem ve diğer dış ortam etmenlerinin etkisiyle odun yüzeyinde oluşan kimyasal değişimin bir göstergesi olmaktadır. Bu renk değişikliğinin nedeni, 300 ile 400 nm arasındaki dalga boyundaki UV ışınını absorbe edebilen ligninin modifiye olmasıdır. Lignin tarafından UV ışınımının absorplanması ile oluşan bazı kimyasal reaksiyonlar odun yüzeyinde renk değişimine neden olan kinonları oluşturmaktadır (Krishino ve Nakano, 2004b; Williams, 2005; Oltean vd., 2008; Schnabel vd., 2009). Daha sonra modifiye olan ligninin su ile yıkanması yüzeydeki selüloz liflerini zenginleştirmektedir. Bu durum odun yüzeyindeki pürüzlülüğü arttırmaktadır (Feist, 1990; Rütther, 2011).

Odun yüzeyinde dış ortam koşulları nedeniyle meydana gelen bozunma hücre çeperindeki kimyasal bağları zayıflatmakta, hücreler arası ve hücreler içi mikroskobik ve/veya makroskobik nitelikli gerilmelere ve çatlamlara neden olmaktadır. Genel olarak

özgül ağırlık arttıkça, odunun dış ortam koşullarında bozunma hızı yavaşlamaktadır. Yüksek özgül ağırlığına sahip yapraklı ağaç odunları, iğne yapraklı ağaç odunlarına kıyasla daha yavaş bozunmaktadır. Ayrıca, odunun ilkbahar odunun çeperleri yaz odununa göre daha hızlı erozyona uğramaktadır (Feist ve Hon, 1984; Williams vd., 2001b). Üstelik erozyon oranı arttıkça malzemenin yoğunluğu ağırlık kayıplarına bağlı olarak değişmektedir. Fakat fotodegradasyon sonucu oluşan erozyon olayı o kadar yavaş gerçekleşir ki odun yüzeyi her bir yüzyılda ancak 6-12 mm kadar kalınlıkta incelmektedir (Sanberg 1999; Temiz 2005; Kılıç ve Hafizoğlu, 2007; Rüter 2011).

1.1.3.2. Mikroskobik Değişiklikler

Dış ortam koşullarında kalan odunun fiziksel özelliklerindeki değişim mikroskobik değişikliklerden kaynaklanmaktadır. Odunun yapısında oluşan bu mikroskobik değişikliklere ilişkin çok sayıda çalışma yapılmıştır. Yapılan çalışmalardan, odunun dış ortam koşullarında bozunmasının ilkbahar odunu traheitlerinin radyal çeperlerinde büyüyen delikçikler ile başladığı anlaşılmaktadır. Zaman geçtikçe bu mikroskobik bozunma odun yüzeyinde mikro çatlaklara neden olmaktadır. Dış ortam koşullarındaki odunun bozunma sürecinde, suyun plastikleştirici ve yıkayıcı etkisi yüzey mikro çatlaklarını daha da genişletmekte ve arttırmaktadır (Feist ve Hon, 1984; Feist, 1990; Williams vd., 2001a; Nzokou, 2004; Williams, 2005; Temiz, 2005).

Dış ortam koşullarının odunun anatomik yapısında meydana getirdiği değişiklikler tarayıcı elektron mikroskopunun (SEM) kullanılarak araştırılmıştır. Buna göre; odun dokusunda, %90'dan daha fazla lignin içeren orta lamele yakın bitişik hücre elemanları arasında boyuna çatlaklar, hücre zarı geçitlerinde çökmeler ve sonrasında S₂ tabakasında önemli miktarda bozunmalar gözlemlenmiştir. Odun uzun süre dış ortam koşullarına maruz kaldığında, hücre çeperi tabakalarının ayrılması ve mikrofibriller arasındaki yapışma kaybı hücre çeperi tabakalarının yıkımına sebep olmaktadır. Daha sonrasında yapısı bir hayli yavaş bozunmakta olan odunun lif yapısındaki erozyon nedeniyle yüzey tabakasında 2-3 mm incelme ortaya çıkmaktadır (Feist ve Hon, 1984; Feist, 1990; Temiz, 2005; Dawson vd., 2008a; Rüter, 2011; Volkmer vd., 2013). Genelde en yüksek erozyon iğne yapraklı ağaç odunlarında her bir yüzyılda 6 mm; yapraklı ağaç odunlarda 3 mm olmaktadır (Anderson vd., 1991b; Williams, 2005).

Dış ortam koşullarına maruz kalan odunun radyal ve teğet yüzeylerinde belirgin bozunma farklılıkları olduğu yapılan araştırmalar ile anlaşılmıştır. Teğet yüzeylerdeki çatlakların radyal yüzeylere kıyasla daha fazla sayıda ve derin olduğu görülmüştür. Teğet yüzeylerdeki çatlaklar özellikle ilkbahar ve yaz odunu arasında, radyal yüzeylerde ise çatlaklar yıllık halka sınırlarında oluşmaktadır. Teğet ve radyal yüzeylerde oluşan erozyonda mikroskobik düzeydeki en belirgin farklılık, hücre zarı geçitlerinde görülmüştür. Her iki yüzeyde de hücre çeperinde bozunma olmakta; fakat orta lameldeki ayrılma teğet yüzeylerde özellikle yaz odununda ortaya çıkmaktadır (Feist, 1990; Sanberg, 1999).

Dış ortam koşulları etkisiyle odun yüzeyinde orta lamelin bozunması, hücrelerin birbirinden ayrılması, geçit zarlarında çökmeler olması ve oluşan mikro çatlaklar gibi mikroskobik değişiklikler zaman geçtikçe fiziksel erozyona sebep olmaktadır. Odun yüzeyinden ayrılan lifler rüzgâr ve yağmur etkisiyle yıkanarak yüzeyden ayrılmaktadır (Feist ve Hon, 1984; Temiz, 2005).

1.1.3.3. Kimyasal Değişiklikler

Dış ortam koşullarında kullanılan ağaç malzemede meydana gelen renk değişimi, parlaklığın kaybolması, yüzey pürüzlülüğü, çatlak oluşumu ve ağırlık kaybı gibi değişiklikler odunun esas bileşenleri olan selüloz, hemiselüloz ve lignin yapısında meydana gelen kimyasal bozunmalardan kaynaklanmaktadır (Kılıç ve Hafizoğlu, 2007). Dış ortam koşullarında odunun bozunmasını etkileyen etmenlerden en önemlisi UV ışını etkisi olup; lignin %80-90, karbonhidratlar %5-20 ve ekstraktifler %2 oranında UV ışını absorbe edebilmektedir (Temiz 2005). Saf selüloz tek başına iyi bir ışık absorplama özelliğine sahip değildir. Selüloz içerdiği karbonil grubu ve indirgen olmayan glikoz ünitesinin birinci karbon atomundaki asetal ya da ya da ketonik karbonil grupları sayesinde ışık absorplamayı gerçekleştirmektedir. Yapısal benzerliklerinden dolayı hemiselülozlar da benzer özelliğe sahiptir. Bu iki odun ana bileşeninin aksine lignin, iyi bir ışık absorplama özelliği gösterir. Bu nedenle, ligninde selüloza oranla daha fazla bozunma olmaktadır. Absorplama lignin içerisindeki kromoforik yapılar sayesinde gerçekleşir (Feist 1990; Williams, 2005; Kılıç ve Hafizoğlu, 2007).

Lignin tarafından ışığın absorbe edilmesi, odunun bozunma mekanizmasını başlatarak hoş kokulu diğer serbest radikallerin oluşumuna sebep olmaktadır. Bu süreç,

Dış ortam koşullarında oluşan fotodegradasyon mekanizmasında odun bileşenlerindeki değişikliklerin incelenmesi için yaygın olarak UV-VIS-NIR ve FTIR analizleri kullanılmaktadır (Anderson vd., 1991a ve b; Jin vd., 1991; Hon ve Feist, 1992; Liu vd., 1994; Kiguchi ve Evans, 1997; Yalınkılıç, 1999; Ávár ve Bechtold, 1999; Grelier vd., 2000; Zhang ve Kamdem, 2000; Chang ve Chou, 2000; Evans vd., 2000; Jacques, 2000; Yang vd., 2001; Moore ve Owen, 2001; Pandey ve Pitman, 2001; Yang vd.; 2001; Kiguchi vd., 2001; Kataoka ve Kiguchi, 2001; Allen vd. 2002; Croll ve Skaja, 2002; Evans vd., 2002; Sudiyani vd., 2003; Hayoz vd., 2003; Decker vd., 2003; Schmalzl ve Evans, 2003; Nuoponen vd., 2004; Decker vd., 2004; Kishona ve Nakano, 2004; Pandey ve Chandrashekar, 2004; Temiz vd., 2005; Seubert vd., 2005; Deka vd., 2006; Custódio ve Eusébio, 2006; Skaja vd., 2006; Temiz vd., 2006; Temiz vd., 2007; Kataoka vd., 2007; Aloui vd., 2007; Pandey ve Vurinen, 2008; Evans vd., 2008; Schaller vd., 2008; Dawson vd., 2008; Deka ve Petrič, 2008; Kocafe vd., 2008; Umemura vd., 2008; Zhang vd., 2009; Ghosh vd., 2009; Jebrane vd., 2009; Forsthuber ve Grüll, 2010; Evans ve Chowdhury, 2010; Blanchard ve Blanchet, 2011; Auclair vd., 2011; Yıldız vd., 2011; Lesar vd., 2011; Saha vd., 2011; Saha vd., 2011a; Forsthuber vd., 2012; Fufa vd., 2012; Srinivas ve Pandey, 2012; Saha vd. 2013; Huang vd. 2013; Forsthuber vd., 2013).

Bazı çalışmalarda, dış ortam koşulları nedeniyle odun yüzeyinde oluşan kimyasal bozunmanın yapısı ve derinliği FTIR ve UV-VIS-NIR spektroskopi analizleri ile tahmin edilmiştir. Teğet kesitte 50 µm kadar küçük bir alanda 600-700 µm'nin derinliğinde yapılan ölçümde, aromatik (1510 cm^{-1}) ve karbonil (1730 cm^{-1}) gruplarında değişiklikler belirlenmiştir (Kataoka ve Kiguchi, 2001). Williams (2005) tarafından yapılan bir başka çalışmada, dış ortam koşullarına maruz kalmanın odun yüzeyindeki bozunma ve renk değişikliği 900 - 2500 µm arası derinlikte bulunmuştur (Williams, 2005). Dış ortam koşullarına maruz kalan odunda lignin bozunması nedeniyle FTIR-ATR spektroskopi analizlerinde 1265 , 1425 , 1462 ve $1506/1511\text{ cm}^{-1}$ absorpsiyon piklerinde azalma, karbonil gruplarının $1720-1740\text{ cm}^{-1}$ absorpsiyon piklerinde artış olduğu tespit edilmiştir. 1375 ve 1158 cm^{-1} 'de karbonhidratlara bağlı piklerin yoğunluğunda önemli bir değişiklik tespit edilmemiştir (Anderson vd., 1991a; Colom vd., 2003; Pandey 2005). Karbonil gruplarının absorpsiyon piklerindeki artış selüloz ve ligninin oksidasyonunun, lignin absorpsiyon piklerindeki azalma UV ışını tarafından lignin içeriğinin bozunmasının bir sonucu olmaktadır. Ligninin bozulan ürünleri, odun yüzeyinden yağmur etkisiyle yıkanarak

uzaklaşmaktadır. Odun yüzeyinde UV ışınının erozyonu nedeniyle selülozun içeriğinde lif miktarında artış ve renginde grileşme gözlemlenmektedir (Feist ve Hon, 1984).

1.1.4. Dış Ortam Koşullarında Odunun Bozunmasına Karşı Koruma Yöntemleri

Dış ortam koşullarının etkisiyle odun yüzeyinde meydana gelen erozyon ve renk değişikliğinin önlenmesi ve odunun dış ortam koşullarına karşı daha dayanıklı hale getirilmesi için günümüzde çok farklı yöntemler uygulanmaktadır. Bu yöntemlerin genel amaçları aşağıdaki gibi özetlenebilmektedir (Williams, 2005; Temiz 2005):

- UV ışınının engellenmesi,
- Odun yapısı içinde bulunan ışık absorplama birimlerinin modifiye edilmesi,
- Renk değişikliğine neden olan yapıların giderilmesi,
- Oksijenin çıkarılması veya O₂ reaksiyonunun azaltılması,
- Işık etkisi ile meydana gelen serbest radikallerin ortadan kaldırılması.

Ahşap malzemenin dış ortam bozunmadan korunması için uygulanan yöntemlerden biri; krom, demir ve bakır gibi suda çözünen maddelerle empenye işlemidir. Bu empenye işlemi odunun yüzeyinde fenolik lignin ile kromun benzer karışımlarını üreten bazı kimyasal modifikasyonlara sebep olmaktadır. Bu kimyasal modifikasyonlar odun yüzeyine, dış ortam koşullarında yüksek renk stabilitesi kazandırmaktadır (Temiz, 2005; Yalınkılıç vd., 1999; Zhang vd., 2009). Kimyasal modifikasyon da, odun yüzeyini dış ortam koşullarına karşı korumak için önemli bir alternatiftir. Aromatik asit klorit ve benzol klorit ile muamele, asetillendirme ve esterifikasyon gibi kimyasal modifikasyon işlemleri ligninin fotodegradasyonunu önlemek bakımından bir hayli etkili bulunmuştur (Evans vd., 2002; Temiz vd., 2007; Jebrane vd., 2009). Isıl işlem ile modifiye edilen odun yüzeyi fotodegradasyona karşı direnç kazanmaktadır. Isıl işlem dış ortam koşullarına maruz kalan odun yüzeyinde ligninin fotodegradasyonunu önleyerek renk stabilizasyonunu sağlamaktadır (Ayadi vd., 2003; Yıldız vd., 2011).

Ahşap malzeme yüzeyinin UV etkisine karşı korunmasında kullanılan bir başka yöntem, yüzey işlemleri (boyalar, vernikler, cilalar, su itici maddeler vb.) uygulanarak UV ışınının ve yağmur suyunun odun yüzeyiyle temasının kesilmesidir. Lif levha, yonga levha ve masif odun gibi malzemeler dışardan gelen UV etkisine karşı farklı tip kaplamalar ile korunmaktadır (Özgenç, 2006; Burdurlu 2009a ve 2009b). Fakat günümüzde masif odun

malzemenin dış ortam koşullarına karşı korunması için, çok sayıda farklı üst yüzey ürünleri piyasaya sunulmuştur (Özgenç vd., 2011; Decker vd., 2004; Evans ve Chowdhury, 2010). Ahşap malzeme yüzeyini fotodegradasyona karşı korumada, reçine esaslı vernikler, sanayi sektöründe kullanılan UV absorbe edici ve engelleyici amin ışık stabilazörü (HALS: Hindered Amine Light Stabilizer) gibi örtücü maddeler üzerine yoğun araştırmalar yapılmaktadır. Bu araştırmalara göre akrilik reçine içerisine ilave edilen organik ya da inorganik UV absorbe edici maddeler ile fotodegradasyona karşı yüzeyde yüksek koruma sağlanmaktadır (Aloui vd., 2007; Custódio ve Eusébio, 2006; Deka vd., 2008; George vd., 2005). Eski nesil üst yüzey işlemlerine kıyasla UV absorbe edici (UVA) ya da HALS maddeler içeren reçine esaslı üst yüzey maddeleri dış ortam koşullarına karşı çok daha uzun süreli korunma sağlamaktadır. UVA ya da HALS gibi maddeler içeren akrilik reçine uygulanan odun yüzeyi yıkanmadan korunarak lignifikasyon önlenmekte ve buna bağlı olarak yüzeyde renk stabilizasyonu sağlanmaktadır (Forsthuber ve Gröll, 2010; Özgenç vd., 2012).

1.1.4.1. Emprenye Yöntemleri

Bazı odun koruma maddeleri, odunu biyolojik zararlılara karşı koruduğu gibi dış ortam etkilerine (UV ışını, yağmur, rüzgâr, hava kirliliği vs.) karşı da direncini arttırmaktadır. Odun koruma maddeleri esas olarak 3 temel grupta toplanmaktadır (Feist ve Hon, 1984):

1. Yağlı emprenye maddeleri (krezot gibi),
2. Organik çözücülü emprenye maddeleri (pentaklorfenol gibi),
3. Suda çözünen emprenye maddeleri (bakır/krom/arsenik gibi).

Dış ortam koşullarına karşı odunun direncini arttıran, krom trioksit, amonyum kromat, amonyum bakır kromat, amonyum bakır krom arsenik, bakırlı etilen diamin ve bakır molibdat vs. etkili inorganik koruyucu maddelerdir (Feist 1990; Williams 2005). Özellikle bakır ve krom içerikli suda çözünen koruyucu maddeler odunun dış ortam erozyonunu yavaşlatmaktadır. Odun içerisinde bakır ve krom reaksiyonları hemen hemen ani olmakta olup, bakır lignin ve selüloza tutunmakta ve bir fiziksel adsorpsiyon oluşmaktadır. Krom içeren maddeler lignin bozunmasını önemli ölçüde yavaşlatmaktadır (Temiz 2005). Yeni nesil bakır içerikli MCQ maddesinin ise, dış ortam koşullarında

bozunmayı yavaşlatma etkisi ACQ maddesinden daha yüksek bulunmuştur (Özgenç vd., 2010).

Yapılan araştırmalar sonucunda yeni nesil odun koruma maddesi olan alkali/bakır/kuat (ACQ) ile emprenye edilen odun yüzeyinin dış ortam koşullarına karşı dayanımı bakır/krom/arsenik (CCA) maddesinden daha düşük bulunmuştur (Temiz, 2005). Dış ortam şartlarına maruz kaldığı süre boyunca odun yüzeyinde, lignin bozunması ve karbonil oluşumunun engellenmesi dolayısıyla fotodegradasyon önlenmektedir. Didesildimetilamonyumklorit (DDAC) maddesiyle emprenye edilen örneklerin dış ortam koşullarına dayanıklılığının kontrol örneklerinden de düşük olduğu ve hatta bu maddenin fotodegradasyon sırasında ligninin bozunmasını arttırdığı tespit edilmiştir (Jin vd., 1991, Liu vd., 1994; Williams, 2005, Temiz, 2005).

Temiz ve ark. Tarafından, ACQ 1900 ve ACQ 2200; CCA, bakır azol (Tanalith E 3491) ve bakır-HDO (Wolmanith CX-8) ile emprenye edilen odun yüzeylerinin yapay Dış ortam testine olan dayanımı araştırılmıştır. CCA ve ACQ 1900 ile emprenye edilen odun yüzeylerinde renk değişiminin önemli ölçüde engellendiği belirlenmiştir (Temiz vd., 2005). Dış ortam koşullarında hiçbir işlem görmemiş odun yüzeyine kıyasla, CCA, propikonazol dayalı serbest metal formülasyonu, kitosan, furfural alkol, bezir yağı ve tall yağı ile emprenye edilen odun yüzeylerinde daha düşük renk değişimi olmaktadır (Temiz vd., 2007).

Bakır/krom/borat (CCB) ile emprenye işlemi odun yüzeylerinin dış ortam koşullarındaki renk stabilizasyonunu sağlamaktadır. Fakat CCB içerisindeki bor moleküllerinin yıkanma özelliği dolayısıyla zamanla yağmur etkisiyle odun yüzeyini terk etmektedir. CCB ile emprenye işleminin ardından üst yüzey uygulaması yıkanma işlemini önleyerek odun yüzeyinin dış ortam şartlarına karşı dayanımını arttırmaktadır (Yalınkılıç vd., 1999a; Yalınkılıç vd., 1999b). Bakır etanolamin (CuEA) maddesi ile emprenye edilen odun yüzeylerinde fotodegradasyon önlenmektedir. Ancak, CuEA maddesi içeren odun yüzeyinde lignin bozunmasının önlenmesinde temas açısının önemli bir etmen olduğu anlaşılmıştı. CuEA ile emprenye işlemi sırasında çözeltiye polietilenglikol (PEG) ve hidroksifenil-s-triazin (HBT) gibi maddeler karıştırılması ya da emprenye sonrasında odun yüzeyine bazı şeffaf üst yüzey işlemlerinin uygulanması dış ortam koşulları dayanımını yüksek oranda arttırmaktadır (Zhang vd., 2009; Gralier vd. 2000; Zhang ve Kamdem, 2000; Humar vd., 2011).

Yapay dış ortam testi şartlarına karşı, melamin formaldehit reçinesi ve izosiyanat reçine yapıştırıcı uygulaması odunun yüzey kalitesini korumaktadır (Hansmann vd., 2006; Umemura vd., 2008). Bazı asit türleri (asetik asit, sodyum klorit, peroksimonosülfat vs.) ile ön işlem yapılan odun türlerinin yapay dış ortam testi sonrasında kimyasal yapısındaki değişiklikler araştırılmıştır. Bu asit türleri ile ön işlem uygulanan oduna üst yüzey uygulandığı takdirde yüzey kalitesinin korunacağı belirtilmiştir (Dawson vd., 2008). Bakır etanolamin ile emprenye edilen odunun renk değişikliğine sebep olan fotostabilizasyonu, ligninin fenolik grupları ile bakır etanolaminin bir reaksiyona girerek bir fenolat oluşturup fenol radikallerinin oluşumunu engellemesiyle önlemektedir (Deka vd., 2008). Silisyum oksit (SiO_2) ile emprenye edilen odunun dış ortam koşullarındaki renk stabilizasyonunda iyileşme belirlenmiştir. Ancak, asetilasyon ve ısı işlem uygulanan oduna kıyasla düşük bir iyileşme olduğu belirlenmiştir (Temiz vd., 2006).

Son yıllarda, Amerikan Odun Koruma Birliği (AWPA) tarafından CCA gibi etkili maddelerin kullanım yerleri için bazı yeni odun koruyucu madde formülasyonları standardize edilmiştir (Gezer, 2003). Tüm alternatiflerin temelinde bakır bileşeni olup, krom ve arsenik bileşenlerinin yerini ise organik ya da inorganik yardımcı biyositler (kobiyosidler) almaktadır. İlk ticari bakır içerikli koruyucular sulu mono-ethanolamin ya da amonyaklı karışımlar içinde çözünen bakırdan oluşmaktadır. Bu bakır sistemleri ACQ, bakır azol (CA-B), amonyaklı bakır borat (ACB) ve amonyaklı bakır çinko arsenik (ACZA) gibi koruyucuları içermektedir. Diğer sulu sistemler ise, asit bakır kromat (ACC) ve su esaslı bakır naftenat olmaktadır.

Günümüzde bakır içerikli formülasyonlar şu şekilde gruplandırılmaktadır:

- Su esaslı çözünen bakır formülasyonları,
- Yağ esaslı bakır karışımları,
- Su esaslı mikronize bakır formülasyonları.

Temiz tarafından hazırlanan doktora tezinde, bakıra dayalı odun koruma maddeleri hakkında ayrıntılı bilgi verilmiştir (Temiz, 2005). Bu tez çalışmasında ise, odun koruma alanında yeni nesil mikronize bakır koruyucu sistemleri ile emprenye edilen sarıçam (*Pinus silvestris* L.), doğu ladini (*Picea orientalis* L.) ve doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) odun türlerinin dış ortam koşullarındaki etkinlikleri incelenmiştir.

1.1.4.1.1. Emprenye Yönteminde Geçirgenliğin (Permeabilitenin) Önemi

Emprenye uygulaması sırasında, bütün ağaç türlerini eşit bir biçimde emprenye etmek mümkün değildir. Bazı ağaç türlerinde koruyucu maddeler daha derinlere nüfuz edebilmekte; bazı türlerde ise nüfuz daha yüzeysel olmaktadır. Basınç altında kolayca sıvı akışı sağlanıyorsa, o malzemenin permeabilitesi (geçirgenliği) yüksek demektir. Permeabilitesi yüksek olan odun türünün emprenyesi ile yüksek tutunma (retensiyon) değeri elde dilmektedir. Tutunma değeri ise; emprenye sonrasında 1 m³ odunda bulunan koruyucu madde miktarının kg olarak tanımlanmasıdır. Bu tez çalışmasında farklı anatomik yapıları nedeniyle farklı permeabiliteye sahip üç ağaç türü (sarıçam, doğu ladini ve doğu kayını) kullanılmıştır. Yapılan araştırmalara göre sarıçam ve doğu kayını kolay emprenye edilen, doğu ladini zor emprenye edilen odun türleri sınıfına girmektedir (Yalınkılıç vd., 1996; Yıldız, 2005; Yıldız, 2007; Yıldız ve Yıldız, 2008).

Permeabilite, emprenye sırasında sıvıların akışını sağlayan odunun esas özelliklerinin başında gelmektedir. Genel anlamda permeabilite deyimi, sıvıların poröz (delikli) bir yüzeyden basınç altında geçişlerinin hızlılığı veya yavaşlılığıdır. Odunun permeabilitesine etki eden en önemli etmenler şunlardır (Yıldız, 2009a):

1. Odunun anatomik yapısı,
2. Por genişlikleri,
3. Rutubet oranı,
4. Geçit aspirasyonu.

1.1.4.1.1.1. Odunun Anatomik Yapısının Permeabilitesine Etkisi

Odun yapısını oluşturan traheitler, traheler ve liflerin ince uzun biçimlerinin, emprenyenin boyuna yönde enine yönden daha kolay bir biçimde yapılmasına etkili oldukları ortaya çıkmıştır. Radyal yöndeki akış genellikle öz ışınları yoluyla meydana gelmektedir. Radyal yöndeki permeabilite teğet yöndekinden daha yüksektir. Boyuna yöndeki permeabilite enine yöndekinden birkaç bin daha fazladır.

Emprenye sırasında maddelerin nüfuzu çoğu geçit zarlarından olduğu için bunu yapısı bir hayli önemli bir etmen olmaktadır. Geçit zarının kimyasal bileşiminin emprenye maddeleriyle fiziksel ve kimyasal bazı reaksiyonlarda bulunması olasılığı vardır. Ancak,

elektron mikroskobu ile saptanan zar üzerindeki sertleşme ve kabuk bağlama durumunun, empenye maddesi iletimini engellediği gerçektir (Yıldız, 2009a).

1.1.4.1.1.2. Geçit Zar Açıklıklarının Por Genişliğinin Permeabiliteye Etkisi

Emprenye edilme özellikleri üzerine por genişliklerinin etkisi bir hayli önemlidir. Diri odun porlarının özodun porlarından daha büyük olması nedeniyle diri odunun empenye edilebilmesi öz oduna göre daha kolaydır (Yıldız, 2009a).

1.1.4.1.1.3. Odunun Permeabilitesine Rutubet Miktarının Etkisi

Rutubet oranı empenyeyi etkileyen önemli bir diğer etmendir. Fazla rutubet odunda boşluk hacmini azaltmaktadır. Lif doygunluk noktası (LDN) üzerindeki rutubet derecelerinde arzu edilen empenye maddesi absorpsiyonu sağlanamamaktadır. Bu nedenle rutubet miktarının artışı genellikle odunun permeabilitesini azaltmaktadır (Yıldız, 2009a).

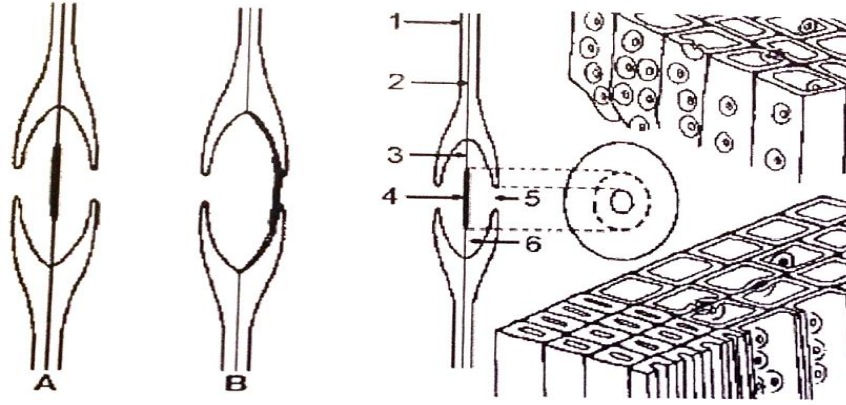
1.1.4.1.1.4. Odunun Permeabilitesine Geçit Aspirasyonunun Etkisi

Geçit aspirasyonu permeabiliteye önemli etkide bulunmaktadır. Çünkü akış bir hayli poröz olan geçit zarından (margodan) olacağı yerde kalınlaşmış torustan veya torus ile geçit zarı arasında meydana gelmektedir. Diri odunda aspirasyon olsa bile diğer yerlerde odun yine de yeterince geçirgendir. Öz odunda ise hem geçitler aspirasyon durumundadır hem de permeabiliteyi etkileyen bazı maddelerle tıkanma olayı söz konusu olmaktadır (Yıldız, 2009a).

Ülkemizde yalnız Doğu Karadeniz Bölgesi'nde doğal yayılış alanı bulunan ve odunun sahip olduğu yüksek teknolojik özellikleri nedeni ile gerek odun kökenli endüstrilerin ve gerekse pratik amaçlı odun kullanımının hemen her dalında aranan bir tür olan doğu ladini, ülkemiz ekonomisi bakımından önde gelen türlerden biridir. Ancak, iç morfolojik özelliklerinden dolayı özellikle kenarlı geçitlerinin kolay aspirasyona uğraması nedeni ile akışa önemli derecede direnç göstermesi, özellikle odun koruma endüstrisindeki kullanımı için önemli sorunlar oluşturmaktadır (Şahin, 1996; Usta, 2005; Yıldız, 2009b; Yıldız vd., 2012).

İğne yapraklı ağaçlarda emprenye maddelerinin ağaç malzeme içerisine nüfuz etmesinde asıl rolü kenarlı geçit çiftleri üstlenmektedir. Ancak reçine kanallarının da boyuna yönde akışı kolaylaştırdığı bunun yanısıra öz ışını traheidleri ve öz ışını paranzim hücrelerinin radyal yöndeki akışta etkili oldukları bilinmektedir. Kenarlı geçitlerde geçit boşluğu, hücre lümeninden bitişikteki hücreye gidildikçe fazla miktarda genişlemekte ve kubbe şeklini almaktadır. Kenarlı geçitlerin lümenine doğru dar olan giriş kısmına geçit ağzı (porus) denir. İğne yapraklı ağaçlarda geçit zarının orta kısmı iki yandan kalınlaşarak mercek şeklini almaktadır. Torus adı verilen bu kalınlaşmış kısmı ile geçit kenarı arasındaki kısma margo adı verilmektedir. Margoda primer çeper ağından oluşmuş torustan geçit kenarına kadar yarıçap yönünde uzanan ve torusu geçit kenarına bağlayan mikrofibriler bir yapı bulunur. Hücre gelişim evreleri arasındaki enzimlerle dolu olan bir kısımda 0.1-1.0 µm çapında mikrofibril demetleri oluşmakta ve buradan sıvı akışları olabildiği gibi çok küçük katı taneciklerin akışları da sağlanabilmektedir. Margo hem torustan hem orta lamelden daha az selüloz içerir ve genellikle çok yüksek poroziteye sahiptir. Ancak boyuna yöndeki traheitler ve özışını traheidleri arasındaki geçit zarları genellikle porozif ve kalın zarlı bir yapıya sahiptirler. Bu nedenle bu tip geçitler aspirasyona uğramazlar (Şahin, 1996; Usta, 2005; Yıldız, 2009b).

Torusu geçit kenarına bağlayan margodaki mikrofibril demetleri yüzey gerilim sonucu bir veya diğer taraftaki porusu tıkayabilmektedir. Bu durumdaki geçitlere aspirasyon halindeki geçit adı verilmektedir (Şekil 4). Yaz odunu hücrelerinde torusu askıda tutan mikrofibril demetleri kalın olduğu için geçitlerin aspirasyon durumuna geçmesi geçmesi çok güçtür. Yapraklı ağaçlarda kenarlı geçitlerin yapısı iğne yapraklı ağaçlardan farklıdır. Kenarlı geçitlerde torus bulunmamaktadır. Hem iğne yapraklı hem de yapraklı ağaçlardaki yarı geçitlerde de torus yoktur (Bozkurt, 1992; Yıldız, 2009b).



Şekil 4. İlkbahar odunu kenarlı geçidinin enine kesitinden şematik bir görünüm (Yıldız,2009b). (A); kenarlı geçidin aspirasyona uğramamış durumu, (B); kuruma sırasında meydana gelen aspirasyon durumu, Aspirasyon durumunda torus, yüzey gerilim kuvvetleri tarafından geçit odasına doğru çekilmektedir. 1: sekonder çeper, 2: orta lamel, 3: margo, 4: torus, 5: geçit ağzı, 6: geçit odası

İğne yapraklı ağaçların kenarlı geçit çiftlerinde özellikle öz odununda permeabiliteyi azaltan üç önemli etmen vardır. Birinci etmen akışa direnç gösteren ve en önemli etmen olarak kabul edilen geçit aspirasyonu olup torusun geçit kısmını kapatacak şekilde emilmesi olayıdır. İkinci etmen, geçit zarı açıklıklarının ekstraktif maddelerle tıkanmasıdır. Ancak bu tıkanmalar odunun sıcak su ile muamele edilmesi sonucunda giderilebilmektedir. Üçüncü etmen ise yine geçit zarı açıklıklarının lignine benzer maddelerle kabul şeklinde tıkanmasıdır.

1.1.4.1.2. Mikronize Bakır Koruyucu Sistemleri

Mikronize bakır koruyucular yeni bir odun koruma teknolojisine dayanmakta ve günümüz Kuzey Amerika odun koruma pazarında yaygın olarak bulunmaktadır. Geleneksel bakırın sulu etanolaminde çözündüğü alkali bakır koruyuculara benzememekte ve mikronize bakır formülasyonları organik çözücülü mono-etanolamin ile kullanılmaktadır. Mikronize bakır bileşikleri, basit bakır kromat gibi nadiren çözünen bakır bileşikleri ya da karışımlarının suda çözünen formları yerine mikronize olmakta ve suda dağılmaktadır (Zhang ve Ziobro, 2009). Yıkama testi sonuçlarına göre ACQ ile emprenyeye tabi tutulan edilen sarıçam odunundan yıkanan bakır miktarı mikronize bakır kuat (MCQ) maddesinden bir hayli yüksek olmaktadır (Cooper ve Ung, 2009).

Bu mikronize formülasyonlarda, odun içerisinde dağılan bakır kullanımının yerini küçük mikronize boyutlardaki bakır partiküller almaktadır. Mikronize boyutlardaki bakır bileşiği partikülleri 1000 nm'den daha küçük boyutlarda olup diğer bakır bileşenlerine oranla odun içerisinde %90 daha derin dağılmaktadır. Üç farklı mikronize boyutlarda sistem vardır (McIntyre 2010):

- Formülasyon 1: 200-500 nm,
- Formülasyon 2: 100-200 nm,
- Formülasyon 3: 50-95 nm.

Bu üç formülasyon ile emprenye edilen oduna 3 yıl süre ile uygulanan toprak testi sonuçları arasında çok az fark görülmüştür. Ancak, çok küçük bakır partikülleri içeren Formülasyon 1 ile emprenye edilen sarıçam odununun toprak testi performansı diğer formülasyonlardan daha yüksek bulunmuştur (McIntyre 2010). Bir başka araştırmada mikronize bakır sitemleri ile ACQ, bakır azol (CA), sadece bakıra dayalı amin (CuMEA) gibi koruyucuların çürüklüğe karşı dayanımları karşılaştırılmıştır. Mikronize bakır sistemi ile korunan odunun mantar çürüklüğe karşı direnci, CA koruyucu maddesine kıyasla daha yüksek bulunurken diğer bakır içerikli koruyucular ile yaklaşık olarak aynı bulunmuştur (Shupe vd., 2010).

Yapılan mikroskobik incelemelerde bakır partiküllerinin boyutlarının küçüldükçe bakırın daha iyi dağılmakta olduğu görülmüştür. Ayrıca hücre çeperinde yeterli bakır iyonlarının oluşması nedeniyle biyolojik saldırılara karşı korumanın güçlendiği anlaşılmıştır (Stirling vd., 2008; McIntyre, 2010).

Mikronize bakır sistemi ile muamele edilen sarıçam ve kızılçam odunlarında çeşitli mikroskobik incelemeler yapılmıştır. Bu incelemelerde, ilkbahar odunundaki bakır miktarının yaz odununkinden 2-3 kat daha fazla olduğu görülmüştür. Mikronize bakır ile işlem gören odunlarda bakır miktarı, ilkbahar ve yaz odunu kısımlarında belirgin bir değişkenlik göstermektedir. İlkbahar ve yaz odunu zonlarındaki bakır miktarı değişkenliği, yoğunluk ve içine çözelti alabilme farklılığına bağlı olmaktadır (Zahora, 2010). Yüzeyden uzaklaştıkça ilkbahar ve yaz odunundaki bakır miktarı azalmaktadır. Mikronize bakır ile işlem gören odunun yüzeye yakın kısımlarında ilk iki yıllık halkada reçine kanalı ve öz ışınlarına bakır ızgara gibi bir görüntü ile bağlanmaktadır (Evans vd., 2012). Mikronize bakır ile işlem gören sarıçam odununun yüzeye yakın ilkbahar odununda yaz odunundan daha çok miktarda bakır görülmektedir (Xue vd., 2012).

Mikronize bakır sistemleri emprenye işleminin tanımını değiştiren yeni bir teknolojidir. Mikronize bakır içeren sistemler sayesinde hem toprak üstünde hem de toprak veya tatlı su temasında bulunan ahşap malzemenin hizmet süresi oldukça uzun verilmektedir. Bu ürün ile emprenye edilmiş ahşap çitler için 15 yıla kadar hizmet ömrü verilebilmektedir. Mikronize bakır içeren sistemler, pazarda bulunan klasik organik bakır içerikli ürünlerde olduğu gibi bakırın çözünmesini sağlamak için organik kimyasallar kullanmayan, tam tersine kullandığı yeni teknoloji sayesinde bakırın mikronize edilerek katı halde ahşaba nüfuz etmesini sağlayan bir üründür. Mevcut bakır içeren malzemelere oranla daha açık, doğal ve yeni görünümlü bir renge sahip olduğu için yüzey daha güzel astarlanabilir ve boyanabilir. En büyük özelliklerinden biri bu işlemin uygulanmış olduğu çitler, ahşap dış yüzeyler, ahşap zeminler üzerine alüminyum yapı elemanlarının (dış cephe kaplamaları, çatı elemanları, oluklar, kapı ve pencerelere asılan malzemeler, çiviler ve bağlantı malzemeleri) doğrudan takılabilesidir (Leach ve Zhang, 2006; Richardson ve Hodge, 2006; Zhang ve Leach, 2005; Mike vd., 2008).

Mikronize bakır sistemleri ahşap emprenye sektöründe çevre dostu olarak tercih edilen arasında bulunup, olarak dünya ülkelerinde sertifikalı olmaktadır. Mikronize bakır içermesi nedeniyle geleneksel bakır içerikli malzemelere göre, bakırın çevreye verebileceği zararı önemli oranda azaltmaktadır. Bu ürünler, zeminlerde, çitlerde, dışarıda ve yapılarda genel amaçlı kullanılan ahşap malzemenin basınçlı emprenye işlemlerini sağlayan bakır esaslı modern ve çevreci bir ürünlerdir. Mikronize bakır sistemleri, özellikle korozyona karşı daha da geliştirilmiş bir direnç sağlamaya yönelik olarak formüle edilmiştir (Kofoed ve Ruddick, 2010). Mikronize bakır sistemi ile korunan odunların, diğer bakıra dayalı koruyucularda olduğu gibi direnç ve sertlik değerlerindeki değişim yok denecek kadar az olduğundan yapısal eleman olarak kullanılmaktadır (Barnes vd., 2008). ACQ ve MCQ ile emprenye edilen sarıçam odunlarından üretilen odun lifi kompozitlerinin, emprenyesiz sarıçam odunundan üretilen odun lifi kompozitlerine kıyasla mekanik ve biyolojik özelliklerinin çok daha iyi olduğu anlaşılmıştır. ACQ ile MCQ koruyucu maddesine göre odun kompozitinin daha parlak olmasına sebep olmaktadır (Wu vd., 2010).

1.1.4.2. Modifikasyon Yöntemleri

Odun modifikasyonu, malzemenin özelliklerini değiştiren kimyasal, fiziksel ve biyolojik yöntemlerin uygulanması olarak genel anlamda tanımlanmaktadır.

Modifikasyonun amacı, odunun boyutsal stabilitesini, çürüklük direncini ve dış ortam koşullarındaki dayanımını arttırarak daha iyi performans elde etmektir. Son yıllarda farklı modifikasyon yöntemleri geliştirilmiştir. Genel olarak modifikasyon yöntemleri kimyasal, fiziksel ve biyolojik metotlar olmak üzere üç grupta toplanmaktadır (Yıldız, 1988; Yıldız, 1994; Hill, 2011).

Polimerlerin moleküler yapısının kimyasal modifikasyonu, fotodegradasyona karşı malzemenin direncini arttırmak için önemli bir yaklaşım olmaktadır, fakat yeterli düzeyde koruma sağlayan antioksidanlar ve UV absorbe edici katkı maddeleri gibi diğer teknikler nedeniyle nadir kullanılmaktadır. Fakat bu kural odun için geçerli değildir, çünkü kromik asit gibi kimyasallar ile modifiye olan odunun fotostabilizasyonu antioksidanlar ve UV absorbe edici katkı maddeleri ile yapılan işlemden daha yüksek olmaktadır (Evans, 2009).

Modifikasyon sistemlerinin en önemli etkileri, odunun boyutsal stabilizesini ve biyolojik direncini arttırma olmaktadır. Bu sistemlerin bazıları, ligninin fotostabilizasyonunu arttırarak odunun dış ortam koşullarına karşı direncini de olumlu etkilemektedir (Evans vd., 2000). Asetillendirme yapılan odunun dış ortam koşullarına olan dayanımının artmasının nedeni, boyutsal, lignin ve selülozun fotostabilizasyonunun iyileşmesine dayanmaktadır. Asetillendirmenin sonucu olarak odunun boyutsal stabilizasyonunun artmakta ve yüzeyde makroskobik ve mikroskobik çatlaklar oluşmasına engel olmaktadır. Dış ortam koşullarına maruz kaldığı süre boyunca, asetillendirme işlemi ile kimyasal olarak modifiye edilen odunun sağlamlığı, ilkbahar ve yaz odununun erozyon oranı önemli oranda azalmaktadır. Asetil ünitesi kullanılarak holoselüloz ve ligninin hidroksil gruplarına ulaşımı bloke edilerek su alımı ve odunun bozulan ürünlerinin yıkanması engellenmektedir. Asetillenmiş odunda karbonil ve lignin bozunması azaldığı için odunun fotokimyasal bozunması durdurulmaktadır (Imamura 1992; Evans vd., 2000). Polietilenglikol (PEG) ile işlem gören odunda ise lignin bozunması ve karbonil oluşumunu azaltmakta, fakat UV ışınına maruz kalma süresi uzadıkça karbonil oluşumu ve ligninde az bozunma olmaktadır. Polietilenglikol (PEG) ile işlem gören odun asetillendirme işlemi kadar fotodegradasyona karşı etkili olmamaktadır (Ohkoshi, 2002).

Benzolasyon ve esterifikasyon gibi modifikasyon sistemleri, hücre çeperlerinde ya da UV absorbe eden bileşenleri önemli oranda değiştirerek fotostabilizasyondan en az etkilenmelerini sağlamaktadır (Evans, 2009). Benzol klorit ile modifiye edilen odun dış ortam testi sonrasında hiçbir işlem uygulanmamış oduna kıyasla daha az renk değiştirmektedir. Benzol klorit ile odunun esterifikasyonu, dış ortam koşullarında bozulan

odun yüzeyindeki lignin bozunmasını ve karbonil grupları oluşumunu azaltmaktadır (Pandey ve Chandrashekar, 2006). % 30 ya da daha fazla ağırlık artışı ile yapılan vinil benzoat ile modifiye edilen odundaki selüloz ve lignin fotodegradasyona karşı dayanıklılık sağlamaktadır (Jebrane vd., 2009).

Kromik asit, kromik nitrat, demir klorit ve demir nitrat ile emprenye edilen ve asetik anhidrit ile modifiye edilen odunun dış ortam koşullarına olan dayanımı araştırılmıştır. Dış ortam koşulları testi sonrasında kromtrioksit (CrO_3) ile modifikasyon işleminin, odun yüzeyindeki lignin bozunmasını önemli ölçüde azalttığı belirlenmiştir. Asetik anhidrit ile modifikasyon ise odunun dış ortam koşullarına olan dayanımını olumlu yönde etkilemektedir (Pandey ve Pitman, 2002).

Uygulanan doğal dış ortam testi sonrasında, farklı silikon emülsiyonları ile işlem gören odun yüzeyinin renk stabilizasyonunda artış olmamaktadır. Silikon emülsiyonlarının, odun yüzeyindeki lignin degradasyonunda olumlu bir etkisi görülmemiştir. Kuant-silikon ve amino-silikon emülsiyonları ile modifiye edilen odun yüzeylerindeki çatlak derecesinin, alkil-silikon emülsiyonlarından çok daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Ghosh vd., 2009). Potasyum permanganat ve manganik asetat ile modifikasyon dış hava koşullarının neden olduğu ağırlık ve gerilim direnci kaybını önemli ölçüde azaltarak çatlama önlemektedir (Schmalzl ve Evans, 2003). DMDHEU ile modifiye edilen odunun dış ortam koşullarında su alması azalarak boyutsal stabilizasyonu artmaktadır. Böylece yüzeyde çatlakları önemli oranda önlenmektedir (Adamopoulos vd., 2011). DMDHEU ile modifiye edilen odun yüzeylerine alkid reçinesi türevlerinden üst yüzey işlemi uygulandığında ise renk stabilizasyonu ve çatlakların engellenmesinde bir hayli önemli iyileşmeler kaydedilmiştir (Xie vd., 2006). 10, 25 ve 50 gün periyotlar ile dış ortam koşullarına bırakılan 2-Hidroksi-4(2,3-epoksipropoksi)-benzofenon (HEPBP) ile modifiye edilen ahşap kaplamaların yüzey gerilim değerinde ve ağırlık kaybında azalma belirlenmiştir. Özellikle 50 gün dış hava koşullarında kalan kaplamalar arasından, HEPBP ile modifiye edildikten sonra yüzeyine UV absorbe edici madde içeren üst yüzey işlemi uygulanan kaplamalarda yüksek dayanım performansı bulunmuştur (Kiguchi ve Evans, 1997; Kiguchi vd.,2001).

Son yıllarda çevre ve sağlık tehlikesi nedeniyle odun koruma yöntemlerinden kimyasal modifikasyonun yerinin ısı işlem ile modifikasyon yöntemi almaktadır. Isıl işlem sonrası odundaki renk değişimine, hemiselüloz, lignin ve ekstraktif maddelerin ısıl modifikasyonu neden olmaktadır. Alt sınır $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ile başlayarak $500\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'nin

üzerindeki sıcaklıklara kadar uygulanarak odunun kimyasal yapısının değişmesi esasına dayanmaktadır. Bu nedenle ısı modifikasyon işlemi ile yapısı değişen odunun boyut stabilizasyonu ve biyolojik zararlılara olan dayanımı artmaktadır (Yıldız, 2002; Srinivas ve Pandey, 2012; Korkut vd., 2013).

1.1.4.2.1. Isıl İşlem ile Modifikasyon Yönteminin Odunun Yapısına Etkisi

Isıl işlem sonucu hemiselülozların bozulması sonucu ortaya çıkan organik asitlerin etkisi ile odunun lignin-polisakkarit kompleksi yarılmaktadır. Hemiselülozlar ısı işlem süresince hidroliz reaksiyonları ile oligomer ve monomerlere depolimerize olmaktadır. Hemiselüloz bozunmasını, ısı işlem süresi ve sıcaklığı etkilemektedir. Sıcaklık ve süredeki artışa bağlı olarak arabinoz ve galaktoz gibi yan zincir bileşenlerine ayrılmakta ve bunu mannoz, glikoz ve ksiloz gibi temel birimlerin bozunması izlemektedir. Hemiselülozun daha az higroskopik olan furfural polimerlerinin hidrolize olması boyutsal stabiliteyi arttırmakta ve denge rutubetini miktarını azaltmaktadır. Higroskopisitedeki azalma odundaki hidrofilik bölgelerin sayısındaki azalma ile bağlantılı olmaktadır. Isıl işlem uygulamasından sonra, karbonhidratların bozunması ile su absorbe eden hidroksil gruplarının konsantrasyonundaki azalma daha düşük su alımı ve absorpsiyonu ile sonuçlanmaktadır (Yıldız, 2002; Kocaefe vd., 2008; Sahin vd., 2010).

Lignin odun bileşenleri arasında ısıya karşı en dayanıklı olanıdır. Ancak sıcaklık 200⁰C'yi aştığında lignin kütlesinde azalma ve β -aril-eter bağları kopmaya başlamaktadır. Yüksek sıcaklıklarda ligninin metoksi içeriği azalmakta ve yoğunlaşmamış ünitelerinden bazıları difenilmetan tipi ünitelere dönüşmektedir. Difenilmetan tipi yoğunlaşma 120-220⁰C aralığında tipik bir reaksiyon olup renk, reaktivlik ve çözünme gibi lignin özellikleri üzerine önemli bir etkiye sahip olmaktadır (Yıldız, 2002).

Isıl işlem sonrasında odunun mekanik özellikleri rutubet içeriği ile bağlantılı olarak değişmektedir. Hücre çeperinin polimerik ana bileşenleri arasındaki hidrojen bağının azalması ve bağlı su miktarının artmasının engellenmesi nedeniyle, kovalent bağ ve polimer içi hidrojen bağları ile ilişkili olan odun direnç özellikleri değişmektedir. Isıl işlem uygulanan odunun maksimum bağlı su miktarının azalması ve daha az higroskopik yapı kazanması nedeniyle, fiziksel özelliklerinde pozitif bir etki oluşmaktadır (Kocaefe vd., 2008). Isıl işlem uygulamasından sonra liflere paralel basınç direnci ve sertlik değeri artmasına rağmen makaslama direnci azalmakta, liflere paralel çekme direnci ise daha

büyük bir azalma göstermektedir. Ayrıca çekme, basınç ve makaslama gerilimlerinin birleşimleri ile oluşan eğilme direnci liflere paralel çekme direnci kadar olmasa da azalmaktadır. Dinamik eğilme (şok) direnci daha büyük bir azalma göstermektedir. Eğilme testi süresince elastikiyet modülünde artış olmaktadır. Isıl işlem uygulanmış odunun mekanik özellikleri üzerine ligninin polikondenzasyon reaksiyonları, amorf selülozun kristalleşmesi ve/veya bozunması, ve hemiselülozun modifikasyonu ve bozunması etkili olmaktadır (Yıldız, 2002; Dubey vd., 2010; Sahin vd., 2010; Karlsson vd., 2011; Korkut vd., 2012; Korkut vd., 2013; Yıldız vd., 2013).

Yıldız tarafından hazırlanan doktora tezinde, ısıl işlem uygulanan odunların fiziksel, mekanik, teknolojik ve kimyasal özelliklerindeki değişimler ayrıntılı olarak anlatılmıştır (Yıldız, 2002).

1.1.4.2.2. Isıl İşlem ile Modifikasyon Yönteminin Odunun Dış Ortam Koşullarındaki Performansına Etkisi

Isıl işlem muamelesinde odunun rengi açık kahverenginden koyu kahverengine doğru değişmektedir. Isıl işlem sonrası odun yüzeyi üst yüzey maddesi uygulanmadıkça doğal olarak güneş ışığı, yağmur ve rüzgâr etkisi gibi dış ortam etkilerine uğramaya meyilli olmaktadır. Bu nedenle ısıl işlem uygulanmış odun yüzeyi dış ortam koşullarında hiçbir işlem uygulanmamış oduna kıyasla daha hızlı renk değiştirmektedir. Ancak, ısıl işlem uygulamasıyla serbest hidroksil gruplarında azalma olması odunun daha az higroskopik olmasını sağlamaktadır. Isıl işlem uygulaması ile boyutsal stabilizasyonu artan odun yüzeyinde yağmur ve UV ışını etkisiyle oluşan çatlaklar önemli oranda engellenmektedir. Isıl işlem uygulanmış odun doğal dış ortam şartlarına maruz kaldığında yağmurla taşınan kirler veya havadaki mantarlar nedeniyle malzeme yüzeyinde küflenme görülmektedir (Yıldız 2002; Kocaefe vd., 2008; Korkut ve Kocaefe, 2009).

Isıl işlem uygulanan odunun kimyasal yapısındaki değişim nedeniyle rengi koyulaşmakta ve parlaklığı (L*) artmaktadır. Isıl işlem ile modifiye edilen farklı türlerdeki diri odun örnekleri 400 ile 1600 saat arasında yapay dış ortam testine tabi tutulmuş; bu örneklerde modifikasyon işlemi uygulanmamış kontrole kıyasla, daha hızlı renk değişikliği tespit edilmiştir. Isıl işlem modifikasyonu dış ortam koşullarında odunun hemiselüloz ve lignin bozunmasını yeterli düzeyde koruyamamaktadır. Bu nedenle odun yüzeyindeki renk değişimi ve pürüzlülük ısıl işlem modifikasyonu ile önemli ölçüde artmaktadır. Isıl işlem

direnç özelliklerinde büyük oranda düşüşe neden olmaktadır (Srinivas ve Pandey, 2012; Yıldız vd., 2013).

Farklı türdeki odunlar 240 °C'de oksijensiz atmosferde ısıtılarak işlem ile modifiye edilmiştir. Hiçbir işlem görmemiş odun örnekleri ile kıyaslandığında, ısıtılarak uygulanan odunlarda yapay dış ortam testinin ilk 36 saatinde bir hayli hızlı renk değişikliği belirlenmiştir. Fakat 836 saat yapay dış ortam testi sonrasında ısıtılarak işlem ile modifikasyonun odun renk stabilizasyonunu arttırmış olduğu anlaşılmıştır. Yapılan FTIR spektroskopisi analizlerinde, ısıtılarak işlem ile yapısı değişen lignin, selüloz ve hemiselülozların dış ortam koşullarında daha az bozunduğu tespit edilmiştir (Ayadi vd., 2003).

Yapılan bir başka çalışmada ısıtılarak modifikasyonun ladin ve kayın odununda selülozun kristalleşme derecesi arttığı görülmüştür. Selülozun kristal yapısı, ladin odununda kayın odunundakinden ısıtılarak işlemle çok daha fazla etkilenmektedir. Odundaki bu kimyasal değişim, odunun fiziksel ve mekanik özelliklerini de genel olarak değiştirmektedir (Yıldız ve Gümüşkaya 2007).

Kızılağaç odunundan hazırlanan kazıklar farklı sıcaklık ve sürelerde ısıtılarak işlem ile modifiye edilerek 3 yıl süre ile doğal dış ortam koşullarında toprağa çakılmıştır. İşlem uygulanmamış örnekler ile ısıtılarak işlem ile modifiye edilen kazıklar renk değişikliği, ağırlık kaybı, çürüklük derecesi ve kimyasal yapısındaki bozunma özellikleri bakımından incelenmiştir. ısıtılarak işlem ile modifikasyonun, ligninin yapısının modifiye edilmesi ve yeni yarı fenolik bileşikler oluşturması nedeniyle, odun kazıklarının direncini biyolojik olarak arttırdığı tespit edilmiştir. Uygulanan ısıtılarak işlem süresi ve sıcaklığına bağlı olarak odunun biyolojik direnci artmaktadır. Renk stabilizasyonu üzerinde ısıtılarak işlem etkisinin yok denecek kadar az olduğu tespit edilmiştir (Yıldız vd., 2011).

ısıtılarak işlem modifikasyonunun dış ortam koşullarına olan dayanımı üzerine yapılan spektroskopisi analizlerinde, önemli sonuçlar elde edilmiştir. ısıtılarak işlem ile modifikasyon işlemi odunun dış ortam koşullarında, yağmur ve UV ışını nedeniyle oluşan lignin kaybını önemli ölçüde azaltmaktadır. FTIR, UV rezonans raman (UVR) ve nükleer manyetik rezonans (NMR) spektroskopisi sonuçlarına göre, işlem görmemiş odun dış ortam testi sonrasında selüloz bakımından bir hayli zengindir. ısıtılarak işlem ile modifiye olan odun ise dış ortam testi sonrasında aromatik ve çifte bağlı karbonil bileşenleri bakımından halen daha zengin olmaktadır. Bu durumdan ısıtılarak işlem ile modifikasyon işleminin, dış ortam koşullarında UV ışını ve yağmur etkisiyle ligninin bozunarak yıkanmasını önlediği anlaşılmaktadır (Nuopponen vd., 2003; Huang vd., 2013). Yapılan bir başka çalışmada, ısıtılarak

işlem uygulanmış odun yüzeylerine farklı şartlarda dış ortam testi uygulanmıştır. Fourier dönüşüm kızıl ötesi (FTIR) spektroskopi analizlerinde, ışık maruz kalması boyunca karbonil bandını gösteren 1700 cm^{-1} ve 1746 cm^{-1} piklerde artış olduğu görülmüştür. Ligninden oluşan aromatik iskeletin vibrasyonunu 1510 cm^{-1} ve guayasil vibrasyonunu 1275 cm^{-1} 'de gösteren piklerde ise azalmakta olmuştur. Şiddetli eter bantlar nedeniyle 1174 cm^{-1} 'de absorpsiyonda azalma olmuştur. Sadece 1174 cm^{-1} 'de eter bandı gölgesi azalmakta ve bir karbonil bandının 1715 cm^{-1} pikinde artış olmuştur. Yapay dış ortam testinde gece şartlarının benzetimine odun maruz kaldığında lignindeki bozunma ihmal edilecek kadar az olmuştur. Ayrıca yapay dış ortam testi şartlarında ortam neminin artması ile lignin degradasyonunun arttığı spektroskopi analizlerinde görülmüştür (Tolvaj vd., 2011). Taramalı elektron mikroskobu (SEM) analizlerinde, işlem görmemiş oduna kıyasla ısı ile modifiye olmuş odunun dış ortam koşullarında bozunması nedeniyle oluşan hücre duvarındaki yıkımın daha az olduğu gözlemlenmiştir (Huang vd., 2013).

Isıl işlem ile modifikasyon işlemi odunu dış ortam koşullarına karşı yeterli seviyede koruyamamaktadır. Bu nedenle, ısı ile modifiye olan odun yüzeyine poliüretan vernik, polyester vernik, akrilik reçine, UV absorbe edici içeren üst yüzey maddeleri gibi çeşitli üst yüzey işlemleri uygulanmaktadır. Isıl işlem ile modifiye olan odun yüzeyine uygulanan üst yüzey işlemleri sonucu dış ortam koşullarında fiziksel ve kimyasal değişime karşı yüksek direnç elde edilmiştir (Saha vd., 2013; Saha vd., 2013b).

1.1.4.3. Üst Yüzey İşlemleri

Geçmişten günümüze kadar odun yüzeyine koruma, estetik görünüm ve temizlik vs. gibi amaçlar ile farklı çok sayıda üst yüzey işlemi uygulanmıştır. Birçok insan estetik açıdan, odun malzemesinde üst yüzey işlemi seçimine çok önem vermektedir. Fakat teknik açıdan bakıldığında dış ortam koşullarında koruma işlemi; iç ortam koşullarında koruma işlemi temizlenebilir üst yüzey işlemi kullanılması odun malzemesi için bir hayli önemli olmaktadır. Odun selüloz, hemiselüloz ve lignin polimerlerinden oluşan hücre çeperinin doğal yapısı nedeniyle rutubete duyarlı bir malzemedir. Rutubet içeriği odunun boyutsal kararlılığını etkileyerek odunu mantar çürüklüğü ve termit zararı saldırılarına karşı savunmasız yapmaktadır. Dış ortam koşullarında odun yüzeyinde güneş ışını (UV), nem (yağmur, kar, çiy ve rutubet), sıcaklık ve oksijen etkisiyle kimyasal ve fiziksel değişimler oluşmaktadır. Bu kimyasal ve fiziksel değişimler, yüzeyde renk değişimi, pürüzlülük artışı

çatlak, yarıлма, lif kalkıkları gibi yüzey bozunmalarına neden olmaktadır. Odun yüzeyindeki kimyasal değışiklikleri başlatan bu etmenlerin en zararlısı güneş ışınının foton enerjisidir. Dahası, son zamanlarda sülfür dioksit, azot dioksit ve ozon gibi bazı ek durum etmenleri ortaya çıkmıştır (Rowell ve Babour, 1988; Williams, 1999; Williams, 2005).

Odundan uzun süreli hizmet ömrü elde edebilmek için ona iyi bir koruma uygulanması gerekmektedir. Genellikle su itici koruyucu formülasyonlar, bazı boyalar, lateks, bezir yağı, tung yağı, alkid yağı, akrilik reçine ve bazı vernik çeşitleri gibi üst yüzey maddeleri doğal bir yöntem olarak fırça ile yüzeye uygulanmaktadır (Feist, 1984; Feist, 1988; Feist, 1990; Williams ve Feist, 1999; Creemers vd., 2002). Ancak, üst yüzey uygulamaları odunu biyolojik zararlılara karşı koruyamamakta ve dış ortam koşullarında birkaç yıl sonra yüzeyden tahrip olarak ayrılmaktadır. Bu nedenle, basit ve ekonomik bir odun koruma yöntemi olan üst yüzey işlemleri günümüzde bir hayli geliştirilmiştir. İnsan ve çevre sağlığı bilinci ön plana çıktıkça, yeni koruyucu standartlar gelişmekte, dolayısıyla çevre dostu dayanıklı üst yüzey işlemleri toplum tarafından talep edilmektedir (Williams vd., 1987; Evans vd., 1997; Jacques 2000; Atılgan vd., 2011; Özgenç vd., 2012; Teacă vd., 2013).

Bakır içerikli odun koruma maddeleriyle emprenye edilen odun dış ortam koşullarında kullanıldığında içeriğindeki bakır yıkanarak odundan uzaklaşmaktadır. Odun içerisinden bakırın yıkanmasını önlemek amacıyla bazı üst yüzey uygulamaları yapılmaktadır. Yapılan bir çalışmada ACQ ile emprenye edilen odun yüzeyine üst yüzey uygulandığında yıkanma önemli derecede önlenmiştir (Nejad vd., 2010). Alkalin bakır kuat (ACQ) ile emprenye edilen odunundan yıkanan bakır miktarı mikronize bakır kuat (MCQ) maddesinden yıkanana kıyasla bir hayli yüksek olmaktadır (Cooper ve Ung, 2009). Özgenç ve ark. (2012), MCQ ile emprenye edilen sarıçam ve kayın odunu yüzeylerine uyguladıkları akrilik reçine ile yıkanmayı önleyerek odunun dış ortam koşullarına karşı direncini arttırmışlardır (Özgenç vd., 2012).

Odun yüzeyine uygulanan üst yüzey işleminin, odun türü, kesme ve üretim yöntemi, boyutsal değışimi ve anatomik yapısı gibi özellikler dış ve iç ortam koşullarına karşı dayanım performansını etkilemektedir (Williams, 1999).

1.1.4.3.1. Üst Yüzey İşlem Başarısını Etkileyen Odun Özellikleri

1.1.4.3.1.1. Anatomik Yapı

Odun türü, üst yüzey işleminin başarımını ve yapışma özelliklerini etkileyen öncelikli etmenlerden biri olmaktadır. Odun anatomisinde, sertlik ve yoğunluk değil fakat yapraklı ve iğne yapraklı odunu ayrımı yapılabilmektedir. Buna bağlı olarak anatomik olarak üst yüzey başarımını aşağıda belirtilen unsurlar etkilemektedir:

- Özgül ağırlık (genel özgül ağırlık, ilkbahar-yaz odunu yoğunluk farkı, ilkbahar ve yaz odunu sınırında yoğunluk farkının keskinliği),
- Yaz odunu bandının genişliği,
- Özışını hücreleri (sayısı ve konumu),
- Traheler (boyut ve konumu)
- Ekstraktif madde içeriği ve
- Yıllık halka (Bazı türlerde diğer türlere kıyasla daha hızlı yetişir ve çevre etkisi odun türünü belirleyen etmen olan yıllık halkayı etkilemektedir) (Williams 1999).

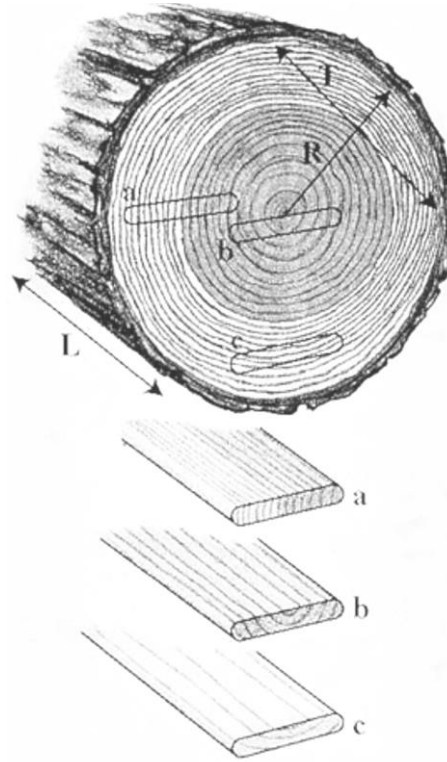
Odun türündeki farklılıklara bağlı olarak odunun üst yüzey karakteristiği 3 grupta toplanmaktadır:

- Üst yüzey işlemi kolay uygulanan (İlkbahar odunundan yaz odununa geçişin keskin değil basamaklı olduğu türlerdir. Yapraklı ağaç odunu ise dağınık halkalı trahelidir.)
- Üst yüzey işlemi orta düzeyde kolaylıkla uygulanan (Dar yaz odunu bantları olan ve ilkbahar odunundan yaz odununa keskin geçiş bulunan türlerdir. Yapraklı ağaçlar ise yarı halkalı trahelidir.)
- Üst yüzey işlemi zor uygulanan (Geniş yaz odunu bandı olan ve ilkbahar odunundan yaz odununa geçişin keskin olduğu türlerdir. Yapraklı ağaçlar ise halkalı trahelidir (Örs ve Keskin 2001; Williams 2005).

1.1.4.3.1.2. Kesme, Biçme ve Üretim Tekniği

Çeşitli lif açılara göre ilkbahar ve yaz odunu hücreleri boyunca kesilerek kereste üretilmektedir. Bir uçta (kereste a) yıllık halkalar kereste yüzeyine dik, diğer uçta (kereste

c) yıllık halkalar kereste yüzeyine paralel olmaktadır (Şekil 5). Bu iki uç arasında lif açısı çeşitliliği yer almaktadır. Kereste a'da lifler düşey yönde 90^0 'den (yıllık halkaların yüzeye dik olması) yaklaşık 45^0 'ye kadar bir açı olmaktadır. Kereste c'de 45^0 'den diğer uça, liflerin kerestenin yüzeyine paralel olduğu düşünülmektedir. Kereste öze yakın kesildiğinden anormal odun hücreleri içermektedir. Bu anormal hücreler genç odundur ve normal oduna kıyasla (%0.1-0.2) çok daha fazla enine boyuna (%2) boyutsal olarak değişmektedir. Öz odunun ve kabuğun kenarından liflere paralel kesilen keresteler çok daha kolay çatlamakta ve yarılmaktadır (Feist 1984; Williams 1999).



Şekil 5. Üst yüzey performansını etkileyen kerestede lif yönü : (a) Dik lifli (yıllık halkalara dik kesilen yüzey) kereste; (b) Özü içeren dik lifli kereste; (c) Paralel lifli (yıllık halkalara paralel kesilen yüzey) kereste. Oklar odun yıllık halkasına radyal (R), teğet (T) ve boyuna (L) yönü göstermektedir (Williams, 1999).

Üst yüzey işlemlerinde iyi performans için en az çalışan odun yüzeyi tercih edilmektedir. Bu nedenle dik lifli yüzeyler paralel lifli yüzeylerden her zaman daha iyi performans göstermektedir. Özellikle dış ortam koşullarında kullanılması düşünülen kerestelerde çalışmanın az olması için dik lifli yüzeyler tercih edilmektedir. Ayrıca yıllık

halkalara dik kesilen kereste yüzeylerinde üst yüzey maddesi de daha iyi tutunabilmektedir (Williams, 1999).

1.1.4.3.1.3. Rutubet Miktarı

Rutubet miktarı, odunun içerdiği su miktarı olarak tanımlanmaktadır. Rutubet miktarı, hücre duvarlarında hapsolmuş su ya da su buharını ve hücre boşluklarındaki serbest suyu içermektedir. Odunun absorbe ettiği su buharı ya da su miktarı odun türüne bağlı olarak değişmektedir. İdeal rutubet içeriğinin yaklaşık %30'dan fazla olması birçok önemli odun türünde ağırlık artışına neden olmaktadır. Bu rutubete neden olan su, hücre çeperindeki hemiselüloz ve selüloza hidrojen bağları ile bağlanmaktadır. Hücre çeperindeki bağlı su miktarı sınırı ise lif doygunluk noktası olmaktadır (Örs ve Keskin, 2001).

Odunda absorbe ettiği rutubet miktarı, çevredeki havanın içerdiği bağıl neme bağlı olarak değişmektedir. Bu yüzden günlük ve mevsimsel döngü olarak değişen atmosferdeki bağıl nem odunun rutubet içeriğini de değiştirmektedir. Higroskopik bir madde olan odun çevresindeki havadan rutubet alır ya da rutubetini havaya verir. Odun ile çevresindeki hava arasındaki bu rutubet alış-verişi, havanın su buharı kısmi basıncı ile odunun su çekme ya da su tutma gücü eşit oluncaya ve hava ile odun arasındaki higroskopik denge oluşuncaya kadar devam etmektedir. Odunun hücre lümeninde bulunan serbest su tamamen buharlaşınca, odunda yalnız hücre çeperine bağlı su kaldığı anda odunun rutubeti lif doygunluğu noktasında (LDN) olmaktadır. LDN değeri ağaç türlerine göre, %22-35 arasında değişmekte olup ortalama LDN değeri % 28 kabul edilmektedir. (Williams, 2005).

Odun higroskopik sınırlar olarak bilinen % 0-28 rutubet miktarları arasında hücre çeperine bağlı su kayboldukça selüloz zincirleri birbirlerine yaklaştığından daralır, aksi durumda selüloz zincirleri arasına su doldukça birbirinden uzaklaşarak genişlemektedir. Odunda LDN altında bu nitelikten doğan olaylara çalışma denilmektedir. Fakat oduna üst yüzey işlemi uygulandığında absorpsiyon ve desorpsiyon oranlarında değişme olup LDN değeri değişmemektedir. Genellikle dış ortam koşullarında kullanılan odunlardaki rutubet miktarı değeri kış şartlarında artmakta, yaz aylarında ise azalmaktadır. Nemli bölgelerde bile bağıl nem uzun bir sürede nadiren yüksek miktarda olup, odunun rutubet içeriğini %20'nin üzerine gelmektedir. Güneş tarafından ısıtılan oduna, ortam bağıl neminin altında, gerçeklikten uzak bağıl nem değerinde deneme yapıldığında keresteler çok hızlı kurumaktadır. Bunun sonucunda, odun yüzeyinde çok fazla çatlak ve yarılmalar

oluşmaktadır. Özellikle en üstte bulunan kerestelerde çok daha hızlı kuruma olmaktadır. Bu nedenle hızlı kuruma en üstte yer alan kerestelerde bükülme, eğrilme, çatlama ve ayrılma gibi deformasyonlara sebep olmuştur (Williams, 1999).

Daha önce değindiğimiz gibi LDN değeri, odunun absorbe ettiği su buharı miktarı ile sınırlı olmaktadır. Çevredeki bağıl nemin odun tarafından absorbe olması, suyun odun tarafından absorbe edilmesine kıyasla daha yavaş olmaktadır. Suyu absorbe eden odun hızlıca LDN değerine ulaşmakta olup, lif doygunluğu üzerine odunun rutubet içeriğini çıkaran tek yol olmaktadır. Odunun LDN üzerinde hapsettiği su, hücre lümenlerinde havayla yer değiştirerek depolanmaktadır (Örs ve Keskin, 2001).

Odun dış ortam koşullarında yağmur, çığ, nem, buzlanma ve kar gibi çeşitli nedenler ile ıslanmaktadır. Bu durumda üst yüzey uygulanan ya da uygulanmayan odun yüzeyinde sonuçlar farklı olmaktadır. Eğer oduna uygulanan üst yüzey işleminin başarımı düşük ise su almaktadır. Fakat üst yüzey işlemi uygulanmadan önce odunun rutubet içeriği kontrol altına alındığında dış ortam koşullarındaki başarımı yükselmektedir (Feist ve Hon 1984; Williams, 2005).

Üst yüzey uygulanan odunun, ortalama rutubet içeriğini yaklaşık olarak hizmet ömrü boyunca koruması beklenmektedir. Çevre etkisinin en aza indiği rutubet içeriğine odun geldikten sonra üst yüzey işlemi uygulanmaktadır. Atmosferdeki bağıl nemin döngüsel olarak değişmesi nedeni ile odun malzemesinin rutubet içerik değeri ve boyutları biraz değişmekte, fakat boyutsal değişimler çok fazla olmamaktadır. Bu yüzden, film oluşturan üst yüzey işleminde gerilme ve çatlama gibi deformasyon oluşmamaktadır. Kerestelerin yüzey gerilimlerini önlemek için üst yüzey işlemi öncesi rutubet içeriği %20'den daha az olana kadar fırınlarda kurutulması gerekmektedir. Böylece keresteler, yapılara veya depolara taşınacağı süre boyunca kuru saklandığında, üst yüzey işlemi yapılan kadar LDN değerine yaklaşık olmaktadır. Eğer, odun yapılarda ya da depolarda ıslanırsa rutubet içeriğinin %20'nin altına indirilmesi mümkün olmamaktadır. Eğer ıslak halde odun kullanılırsa hizmet ömrü sırasında kurumakta ve çeşitli deformasyonlar (daralma, çatlama, ayrılma, bükülme gibi) oluşmaktadır. Eğer odunun rutubet içeriği %20'yi aşarsa ve odun yüzeyine üst yüzey işlemi uygulanırsa yüzeyde kabarmalar ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, suda çözünen ekstraktif madde içeren bazı odun türlerinde bu durum üst yüzey maddesinin rengini değiştirerek estetik sorunlar oluşturmaktadır (Feist ve Hon 1984; Williams, 1999; Örs ve Keskin, 2001).

1.1.4.3.1.4. Boyutsal Değişim (Daralma ve Genişleme Performansı)

Boyutsal değişim, belirli türleri içeren odun türlerine ve çeşitliliğine bağlı olarak farklılaşmaktadır. Ortalama genişleme değerleri radyal yönde batı kırmızı sediri için %2.4'den teğetsel yönde kayın için %11.9'a kadar değişmektedir. Kullanım sırasında boyutlar, rutubet içeriğinin %6'nın altına nadiren düşmesi nedeniyle çok fazla değişmemektedir. Üst yüzey uygulaması öncesinde macunlama gibi ön işlemler yapılması MC değerinin kullanım sırasında sabitleyerek boyutsal değişimi önemli oranda önlemektedir. Böylece odunun boyutsal değişimi önlenerek daralma, şişme ve genişleme gibi deformasyon oluşma riski minimuma indirilmektedir. Radyal yüzeylerin boyutsal değişimi teğet yüzeylere kıyasla daha düşük olmakta ve bu durumda üst yüzey maddesinin tutunma daha iyi olmaktadır. Ayrıca düşük özgül ağırlıklı türlerde üst yüzey maddesinin tutunması yüksek özgül ağırlıklı türlere kıyasla daha iyi sonuç vermektedir. Üst yüzey maddesinin odun yüzeyine tutunmasını özgül ağırlık dışında, odunun anatomisi ve kesiş yönü de önemli oranda etkilemektedir (Feist, 1984; Williams, 1999; Örs ve Keskin, 2001).

1.1.4.3.1.5. Odun Ekstraktifleri

Ceviz ve maun gibi öz ve diri odununda yüksek miktarda ekstraktif madde bulunduran türlerde farklı renk tonları bulunmaktadır. Öz oduna rengini veren ekstraktifler suda çözünebilmektedir. Suda çözünen ekstraktifler, dış ortam koşullarında yağmur etkisiyle odundan yıkanmakta, oduna üst yüzey işlemi uygulandığı takdirde bile odun yüzeyinin rengini değiştirmektedir. Özellikle odun yüzeyine vernik uygulaması yapıldığında, yağmur etkisiyle çözünen ekstraktifler sarımsı, kırmızımsı ya da mavimsi renklemeler oluşturmaktadır. Ayrıca odun suda çözünen reçine ve yağ gibi bileşikleri de içermektedir. Odun türleri ve yetiştirme şartları bu bileşiklerin tipini ve miktarını etkilemektedir. Üst yüzey işleminin rengini değiştiren bu bileşikler daha çok budaklarda bulunmaktadır. Bu yağlar ve reçinelerden oluşan bileşikler, kimyasal olarak yağlı alkid üst yüzey maddelerine kimyasal olarak benzemektedir. Bu nedenle yağlı alkid vernik astarı ya da latekse dayalı formülasyonlar odunda bulunan bu bileşenleri kapatamamaktadır (Williams, 1999; Örs ve Keskin, 2001).

Gomlak verniği özellikle odundaki kaynamış budakların ekstraktiflerini kapatmak için formüle edilmiş sentetik cila olmaktadır. Gomlak ya da sentetik vernik kullanımı

budakları kapatılarak su ile teması önlemektedir. Budaklarda bir hayli yoğun bulunan ekstraktif maddelerin yayılımını durdurmak zor olmaktadır. Üst yüzey işleminin astar katmanından önce yapılan budaklar için macunlama gibi ekstra işlemler ekstraktiflerin oluşturduğu kanama ya da renklenme gibi sorunları önlemekte, fakat bu işlemlerin sırayla yapılması kolay olmamaktadır. Bu ek olarak yapılan işlemler, çam budağının odunda yüzeyine uygulanan beyaz boyayı renklendirmesini önemli oranda engellemektedir (Feist, 1984; Williams, 1999).

Üst yüzey işlemi öncesi budakları kapatmak için macunlama uygulanması, daha sonra odunun işlenmesi sırasında bazı zorluklara neden olmaktadır. Bunlardan biri köşe bağlantı ya da parmak birleştirme yapma gibi işlemlerde odunun kesilmesi kolay olmamaktadır. Bazen ise estetik görüntü için budakların özellikle kapatılmaması arzu edilmektedir. Bu durumda, budaklara hiçbir kapatıcı işlem yapılmadan odun yüzeyine vernik uygulanmakta ve ekstraktiflerin renklenme oluşturması tercih edilmektedir (Williams, 1999).

1.1.4.3.2. Dış Ortam Koşullarında Koruma Sağlayan Üst Yüzey İşlemleri

Dış ortam koşullarına karşı odun yüzeyini korumak amacıyla başlıca 2 tip üst yüzey işlemi kullanılmaktadır:

1. Odun yüzeyinde bir film, tabaka ya da kaplama formu oluşturanlar,
2. Tabaka ya da belirgin bir kaplama oluşturmadan odun yüzeyine nüfuz edenler.

Film oluşturanlar, odun yüzeyi ile bağ kuran kaplama, vernik, cila gibi üst yüzey işlemlerini kapsamaktadır. Diğer yöntem kimyasal işlemler, pigmentli, yarı-şeffaf vernikler, su iticiler ve odun koruyucuları içeren maddeler odun yüzeyine nüfuz olan üst yüzey işlemleri olmaktadır.

Bu üst yüzey maddeleri ve uygulamaları ile ilgili çok sayıda çalışma yapılmıştır. Yapılan çalışmaları özetlemek amacıyla, Tablo 1'de dış ortam koşullarında koruma sağlayan üst yüzey maddeleri, uygulama yöntemleri ve koruma ömrü özetlenmiştir (Kurtoğlu, 2000).

Tablo 1. Dış ortam koşullarında üst yüzey işlemleri: Çeşitler, yöntemler ve koruma süresi (Feist 1984)

Üst Yüzey Maddesi	Ön işlem	Odunun görüntüsü	Üst yüzey işlemi	Üst yüzey işleminin periyodik koruma ömrü
Koruyucu yağlar (keozotlar)	Basınç, sıcak-soğuk tank sistemi	Odun dokusu görülebilir. Rengi siyahtan kahverengine değişir ve zamanla hafif solmaktadır.	Yüzey temizlenerek fırça ile uygulanır.	5-10 yıl; eğer orijinal işlem zamanla yenilenirse başka korumaya ihtiyaç duyulmaz.
	Fırça	Odun dokusu görülebilir. Rengi siyahtan kahverengine değişir ve zamanla hafif solmaktadır.	Yüzey temizlenerek fırça ile uygulanır.	3-5 yıl
Su-itici koruyucular	Basınç	Odun dokusu görülebilir. Rengi yeşilimsi olmakta ve zamanla hafif solmaktadır.	Yüzey temizlenerek fırça ile uygulanır.	Vernik, cila ya da boya olmaksızın hiç gerek yoktur.
	İlave boya dağılımı	Odun dokusu ve doğal rengi oluşmaktadır.	Yüzey temizlenir ve yeniden boyanır.	7-10 yıl
Organik çözücülü koruyucular	Basınç, daldırma, batırma Ve fırça ile	Odun dokusu görülür ve istenildiğinde renklendirilir.	Fırça ile yeniden uygulanır.	2-3 yılda ya da tercih edildiğinde yenilenir.
Su iticiler	Temiz bir malzeme ile bir veya iki kat ya da, tercihen daldırma uygulanır.	Odun dokusu ve doğal rengi görülebilir, daha koyu ve pürüzlü bir yüzey oluşabilir.	Yüzey temizlenir ve yeterli miktarda uygulanır.	1-3 yılda ya da tercih edildiğinde yenilenir.
Cilalar	Bir ya da iki kat fırça ile uygulanır.	Odun dokusu görülebilir ya da istenildiğinde renklendirilir.	Yüzey temizlenir ve yeterli miktarda uygulanır.	3-6 yıl ya da tercih edildiğinde yenilenir.
Şeffaf vernikler	4 kat uygulanır (minumum)	Eğer yeterli koruma sağlandıysa odun dokusu ve doğal rengi değiştirilmez.	Yüzey temizlenir ve ağartılan kısımlar verniklenir ve 2 kata daha uygulanır.	2 yıl ya da bozulma başladığında yenilenir.

1.1.4.3.2.1. Üst Yüzey İşlem Maddeleri

Boyalar: Boya gibi film oluşturan üst yüzey işlemleri odun yüzeylerini korumak için uzun zamandan beri kullanılmaktadır. Dış ortam koşullarında erozyona karşı odun yüzeyini korumak için boya uygulanması etkili olmaktadır. Gözenekli olmayan bir film uygulaması nemin nüfuz edilmesini azaltarak odunun eğrilmesini, çatlamasını, boyanın soyulmasını ve ekstraktif maddeler tarafından boyanın renk değiştirmesi gibi sorunları engellemektedir. Fakat boyanın çürümeye karşı odunu koruma özelliği yoktur. Eğer çürüme ortamı için gerekli şartlar oluşursa odun çürümeye maruz olmaktadır. Dış ortam koşullarında kullanılan boya kaplamalarının dayanıklılığı, odun yüzeyindeki değişkenlere ve boya tipine bağlı olarak değişmektedir (Feist, 1984; Kurtoğlu, 2000).

Boyalar genellikle, yağ esaslı (çözücü sistemli) ve lateks (su itici) özellikli boyalar olarak ayrılmaktadır. Yağ esaslı boyalar, reçine yağından elde edilen inorganik pigmentlerin süspansiyonundan oluşmakta ve odun yüzeyine pigment partiküllerinin tutunmasını bir hayli iyi olmaktadır. Lateks boyalar, çeşitli sulu lateks reçinelerinden elde edilen inorganik pigmentlerin süspansiyonundan oluşup gözenek kapatıcı özelliğe sahiptir. Akriolik lateks reçineler çok dayanıklı ve çok yönlü malzemeler olarak bilinmektedir (Feist, 1984; Kurtoğlu, 2000).

Vernikler: Başlangıçta odun için en estetik görüntünün şeffaf verniklerin sayesinde elde edildiği bilinmektedir. Diğer muameleler, odunun rengini değiştirmekte ya da odun yüzeyini tamamen kapatmaktadır. Ancak, şeffaf (renksiz) verniklerin üst yüzeyi memnuniyeti verici görüntüsünü korumak için dönemsel olarak bakım-onarım işlemine ihtiyaç duymaktadır. Odunun asıl yüzeyini ve doğal rengini korumaya yardımcı olan renksiz UV absorbe edici şeffaf üst yüzey işlem maddeleri yapımında bir hayli fazla girişim bulunmaktadır. Genellikle bu UV absorbe edicilerin ışığa karşı uzun süre dayanımda etkili olmadıkları anlaşılmıştır. Nispeten dayanıklı şeffaf sentetik reçine vernik sistemleri bile dış ortam koşullarında kullanılan oduna uygulandığında bile sınırlı koruma sağlayabilmektedir. Çünkü şeffaf sentetik reçine vernik sistemi uzun bir süre sonra UV ışınını nüfuz ederek kademeli olarak altta kalan odunda da fotokimyasal bozunma başlamaktadır. Sonunda vernik parça parça çatlayarak kopmakta ve kaplamanın altında bozulan odun lifleri de beraberinde yüzeyden ayrılmaktadır. Dış ortam koşulları altında kullanılan oduna uygulanan üst yüzey işleminin ömrü bir hayli sınırlı olmaktadır. Bu nedenle odun yüzeyine uygulanan vernik sisteminin belirli aralıklarla bakım ve onarımı,

üst yüzeyde çatlamanın işareti görüldüğü anda yapılmalıdır. Bu bakım ve onarım işlemleri şiddetli sert dış ortam koşulları altında en az yılda bir yapılmalıdır (Feist 1984; Kurtoğlu, 2000).

1.1.4.3.2.2. Odun Yüzeyine Nüfuz Eden Üst Yüzey İşlem Maddeleri

Su iticiler: Dış ortam koşullarında kerestelerde oluşan bozunmanın (boya kusurları, deformasyon, fire vs.) çoğunluğu, odundaki rutubet değişikliği sonucu oluşan boyutsal değişikliklerin doğrudan sonucu olmaktadır. Su iticilerin uygulaması odun yüzeyine doğal bir görüntü vermektedir. Dış ortam koşullarına karşı yeterli korumanın sağlanması için üst yüzey işlem uygulaması öncesi, su iticiler ya da su itici koruyucular ile emprenye işlemi yapılması bir hayli önemlidir (Feist, 1984).

Cilalar: Şeffaf üst yüzey işlem maddesine ya da su itici koruyuculara inorganik pigmentler eklendiğinde ortaya çıkan karışım odun yüzeyine nüfuz eden yarı-şeffaf cilalar olarak sınıflandırılmaktadır. Pigment eklenerek üst yüzey işlem maddesi renklendirilmekte ve dayanıklılığı önemli oranda arttırılmaktadır. Odun yüzeyine nüfuz olan pigmentli cilalar yarı şeffaf olduğunda odun dokusunun ve deseninin görünmesine izin vermekte ve bir film tabaka oluşturmadan odun içerisine nüfuz etmektedir. Bu nedenle, ahşap malzeme aşırı nemli bir ortamda kullanılsa bile üst yüzeyler soyulmamakta ve çatlamamaktadır (Feist, 1984; Kurtoğlu, 2000).

Herhangi bir cila sisteminin dayanımı, reçine içeriği, koruyucu ve su iticilerin fonksiyonuna bağlı olmaktadır. Dış ortam koşulları boyunca üst yüzey işleminin başarımı çok büyük önem istemektedir. Bu üst yüzey maddelerinin dış ortam koşullarındaki başarımı, pigment içeriğinin, su iticiliği ve uygun ahşap malzeme kalitesinin arttırılması ile geliştirilmektedir (Feist, 1984; Kurtoğlu, 2000).

Nüfuz eden cilalar, düz ve pürüzlü lifli odun yüzeyleri için uygundur; fakat pürüzlü tekstürlü ve bir süre dış ortam şartlarına maruz kalmış pürüzlü odun yüzeylerine bu türden üst yüzey işlemi çok daha iyi nüfuz etmektedir. Bu tip pürüzlü yüzey özellikleri özellikle iyi boya tutmayan düz yüzeyli ve yüksek yoğunluktaki odun türlerinden üretilen kontrplak ve kerestelerde etkili olmaktadır. Cilalar, çözücü esaslı reçine ve lateks sistemlerinin her ikisinden de hazırlanabilmektedir. Fakat lateks sistemler odun yüzeyine nüfuz etmemektedir. Nüfuz eden cilalar, bahçe çiti, gemi güvertenin yan ve üst bölümü gibi dış ortam koşullarında etkin olarak kullanılmaktadır. Opak cilalar ya da yüksek yoğunluğa

sahip olarak bilinen ticari üst yüzey maddeleri de elde edilebilir, fakat bu ürünler yüzeyde film oluşturmaları nedeni ile boyalara benzemektedir. Orta yoğunlukta lif levha (MDF) gibi panel ürünlerden ve tesktürlü yüzeylerde cila işlemleri uygulanmasından iyi bir başarıml elde edilmiştir (Feist, 1984; Kurtoğlu, 2000).

Alkid reçine esaslı yarı şeffaf cilalar ya da film oluşturmayan odun üst yüzey işlemleri ışığı kısmen absorbe edebilmektedir. Özellikle UV ışının üst yüzey tarafından absorbe edilmesi, odun ile olan bağının ve odunun bozunmasına neden olabilmektedir. % 8.4 pigment konsantrasyonlu cilaların uygulandığı odun dokusunda bir miktar bozulmanın olduğu yerde, odun erozyonu % 65'ten % 63'e düşmektedir. Fakat yüksek pigmentli opak cilalar ya da film oluşturan üst yüzey maddelerinin dış ortam koşullarındaki dayanım başarımlı yarı şeffaf cilaların performansından daha yüksektir. Su itici olmadan cila uygulamasına kıyasla, yüzey cilasına bir su itici olan parafin vaks (% 1.3 oranında) ilave edilmesi dış ortam koşullarında odun erozyonunu % 20 azaltmaktadır (Feist, 1988).

Son yıllarda odunu dış ortam şartlarına karşı korumak amacıyla organik ve inorganik esaslı üst yüzey işlemleri uygulaması üzerine çok sayıda araştırma yapılmıştır. Yapılan çalışmalarda poliüretan ya da polyester esaslı verniklere, akrilik ya da alkid reçine esaslı verniklere ve yeni nesil yüzeye uygulanan koruma maddelerine organik ya da inorganik UV absorbe edici maddeler ilave edilerek odunun dış ortam koşullarındaki dayanım performansı geliştirilmiştir. Bu türden yeni nesil üst yüzey işlem maddeleri üzerine yapılan çalışmalarda aşağıda başlıklar halinde gruplandırılarak özetlenmiştir.

1.1.4.3.3. Dış ortam Koşullarında Koruma Sağlayan Yeni Nesil Üst Yüzey Uygulamaları

1.1.4.3.3.1. Poliüretan ve Polyester Esaslı Üst Yüzey Uygulamaları

Polimer esaslı vernikler yüksek nem içeren şiddetli çevre koşullarına karşı bir hayli dayanıklı olmaktadır. Farklı kimyasal yöntemler ve karışımlar ile hazırlanan polimer esaslı vernikler üzerine bir çok araştırma yapılmıştır. Yang ve ark. poliüretan verniğin suya karşı dayanımını ve değişen morfolojik özelliklerini incelediklerinde, hidrofilik grupların yapısındaki değişim nedeniyle yüzeyde ince çatlaklar oluştuğunu tespit etmişlerdir (Yang vd., 2002). Poliüretan esaslı vernik uygulanan odun yüzeyleri dış ortam koşullarına maruz kaldığında yüksek renk değişimi göstermektedir (Özgenç vd., 2012). Ayrıca dış ortam

koşullarında su, oksijen ve UV ışını etkisi ile zaman içerisinde bozulan poliüretan esaslı üst yüzey işleminde pigment kayıpları ve kopmalar oluşmaktadır. FTIR spektroskopisi analizlerinde poliüretan esaslı vernikte hidrofilik bozunmanın oluşumu bir hayli zor belirlenmektedir. Atomik kuvvet mikroskobu (AKM) görüntülerinde dış ortam şartlarının poliüretan üst yüzey işleminde oluşturduğu ince çatlaklar belirlenebilmektedir (Yang vd., 2001). UV absorbe eden pozitif etkisi ile polyester-üretan üst yüzey kaplamaları dış ortam koşullarına uygun olmaktadır. Ayrıca, oksitlenen karbonil işlevli bu polyester-üretan esaslı kaplamalar ve diğerlerinin pozitif absorpsiyon etkisinin dozajı, karbonillerin oluşumu ve absorpsiyonu ile kontrol edilebilmektedir (Croll ve Skaja, 2002). Dış ortam koşullarına maruz kalan polyester-üretan tip kaplamalarda beklenildiği gibi çapraz bağlar yıkılmakta ve oksitlenme olduğu FTIR spektrinin (NH, OH), CH ve karbonil bölgelerinde belirgin olarak görüldüğü bildirilmiştir. UV ve FTIR spektroskopisi ile yapılan ölçümlerde kaplamadaki bozunma, kalınlık ve boyut değişiklikleri yaklaşık olarak tahmin edilmektedir (Skaja vd., 2006). Dişbudak (*Fraxinus americana*), meşe (*Quercus rubra*) ve akçaağaç (*Acer maple*) odunları yüzeyine su itici etkisi olan poliüretan vernik uygulandığında dış ortam koşullarında oluşan renk koyulaşması geciktirildiği tespit edilmiştir. Ayrıca dış ortam koşullarında odun yüzeyinde artan pürüzlülük önlenmektedir (Nzokou vd., 2011).

Dış ortam koşullarında kullanımında odun malzemenin dayanımını arttırmak için poliüretan ve polyester esaslı üst yüzey işlem maddeleri yanı sıra oduna bazı farklı koruma yöntemleri de uygulanmaktadır. Bu yöntemlerden biri, farklı kimyasallar ile modifiye edilen odunun yüzeyine poliüretan ya da polyester esaslı üst yüzey işleminin uygulanmasıdır. Fitalikanhidrit içeren 2-hidroksi-4(2,3-epoksipropoksi)-benzofenon (HEPBP-Pa) işlevsizleştirilmiş epoksi reaksiyonundan oluşturulan polimerik polyester tipi UV absorbe edici odun için dış ortam şartlarına karşı bir hayli iyi bir koruyucu özellik taşımaktadır. Fakat dış ortam koşullarında HEPBP-Pa uygulaması odun yüzeyindeki gerilim direnci ve ağırlık kaybına karşı bir UV engelleyici amin ışık stabilazörü (HALS), absorbe edici / engelleyici amin ışık stabilazörü (UVA/HALS) kadar etkili koruma sağlamamaktadır (Evans ve Chowdhury, 2010). Dış ortam koşullarında aromatik poliüretan kaplamalarda oluşan foto sararma ya da fotodegradasyon, alifatik poliüretan verniklerde büyük oranda azalmaktadır (Chou vd., 2008). Yüksek derecede çapraz bağlanan poliüretan-akrilat polimerler oluşturan UV absorbe edici kaplamalar yapay dış ortam koşullarına karşı bir hayli dirençli görülmektedir. Ayrıca UV absorbe edici içeren poliüretan-akrilat kaplamasına

engelleyici amin ışık stabilazörü (HALS) ilave edildiğinde ışık stabilizasyonu arttırılmaktadır (Decker vd., 2004).

Akrilik poliüretan üst yüzey maddesi içerisine, doğal antioksidan (kabuk ekstraktı) ve lignin dengeleyici tek başına ya da birleşim halinde karıştırılarak kaplama maddesinin dış ortam etmenlerine karşı direnci arttırılmıştır. Yüzeyine kabuk ekstraktı içeren akrilik poliüretan uygulanan odun örneklerinin renk stabilizasyonu artmaktadır. Akrilik poliüretana kabuk ekstraktı ile lignin dengeleyici birlikte karıştırıldığında ise dış ortam etkisine karşı çok yüksek başarımlar elde edilmektedir (Saha vd., 2011a). Su esaslı akrilik poliüretan üst yüzey kaplamasına kabuk ekstraktı ve inorganik UV absorbe ediciler (nano ve mikro titan, nano çinko oksit vb.) eklenerek kaplamanın dış ortam koşullarına karşı koruyucu etkisi geliştirilmiştir (Saha vd., 2011b). Dış ortam koşullarında nano seryum oksit (CeO_2) ve lignin dengeleyici içeren akrilik poliüretan üst yüzey işlemi renk değişimini engellemekte ve yüzey kalitesini önemli ölçüde korumaktadır. Nem ve UV ışını nedeniyle nano CeO_2 ve lignin dengeleyici içeren akrilik poliüretan üst yüzey maddesinde çatlama ve kopmalar görülmemektedir (Saha vd., 2013). Su esaslı olanlara kıyasla çözücü esaslı alkid ya da akrilik kaplamaların odun yüzeyine penetrasyonu çok daha iyi olmaktadır. Doğal olarak dış ortam koşullarında da çözücü esaslı alkid ya da akrilik üst yüzey işlemi daha dayanıklı olmaktadır. Su esaslı alkid ya da akrilik üst yüzey sistemleri içerisine poliüretan karıştırılarak dış ortam koşullarına karşı dayanım arttırılmaktadır (Bulcke vd., 2008).

Üst yüzey maddesinin penetrasyonunu arttırmak için üst yüzey işlemi öncesi odun yüzeyine farklı işlemler uygulanmaktadır. Bunlardan biri, odun yüzeyine asetik asit ve yapay dış ortam testi uygulanması ve sonrasında poliüretan ve akrilik reçine esaslı üst yüzey işlemi uygulamasıdır. Üst yüzey işlemi öncesi uygulanan yapay dış ortam testi, asetik asit uygulamasına kıyasla odunun dış ortam koşullarına karşı yüzey kalite performansını arttırmaktadır (Dawson vd., 2008). Hidrojen peroksit (H_2O_2) ve sodyum hidroksit (NaOH) karışımı ile yüzey rengi açılan oduna poliüretan üst yüzey uygulamasının da dış ortam koşullarına karşı dayanım etkinliği bir hayli yüksektir (Özçiftçi ve Özbay, 2010).

1.1.4.3.3.2. Akrilik Reçine Esaslı Üst Yüzey Uygulamaları

Son yıllarda dış ortam koşullarında odun yüzeyinde uzun ömürlü ve çevre dostu bir koruma sağlamak için birçok araştırma yapılarak yeni üst yüzey işlem maddeleri piyasaya sürülmüştür. Piyasaya yeni sürülen bu üst yüzey maddelerinin daha çok çevre dostu reçine esaslı üst yüzey işlem maddeleri olduğu dikkat çekmektedir. Özellikle akrilik reçine ve türevlerinden oluşan üst yüzey işlem uygulamalarının dış ortam koşullarındaki dayanımı üzerine farklı çalışmalar yapılmıştır. Dış ortam koşullarında su esaslı şeffaf akrilik üst yüzey işleminin tek başına renk stabilizasyon etkisi görülmemektedir. Ancak, yarı şeffaf akrilik üst yüzey işleminin renk stabilizasyonu ve yüzey kalitesini koruma etkisi yüksek bulunmuştur. Şeffaf ve yarı şeffaf akrilik reçine içerisine UV absorbe edici madde ilavesi ile hazırlanan üst yüzey uygulamalarının fotodegradasyona karşı direnci bir hayli yüksektir (Deka ve Petrič, 2008). Üst yüzey işleminin üst katmanından önce, akrilik ve alkid reçinesi karışımının astar katman olarak uygulanması dış ortam koşullarına karşı dayanımı arttırmaktadır (Evans vd., 1997). Akrilik lateks vernikler dış ortam koşullarında renk değişimi ve parlaklık özellikleri hariç bir hayli iyi bir dayanım göstermektedir. İnorganik nano boyutlarda UV absorbe edici madde ile hazırlanan akrilik verniklerin dış ortam koşullarında renk ve parlaklık kalitesini koruma etkisi bir hayli yüksek bulunmuştur. Özellikle nano ZnO kaplanmış silika içeren akrilik reçine uygulanan odun yüzeylerinin dış ortam koşullarında görsel kalitesi bozulmamakta olup, renk stabilizasyonu ve parlaklık değerleri de çok iyi olmaktadır. ZnO esaslı nanofilmler morfolojik yapıları nedeniyle odun yüzeylerine iyi nüfuz olmakta; böylece foto renk stabilizasyonu bir hayli yüksek olmaktadır (Cristea vd., 2010; Yu vd., 2010). ZnO ve CeO₂ nanopartiküllerinden oluşan UV absorbe edici maddelerin dış ortam şartlarında renk stabilizasyonu üzerine etkisi yakın olmaktadır. UV absorbe edicilerin koruyucu etkisini nanopartiküllerin boyutları, konsantrasyonu ve suda dağılım biçimi değiştirmektedir (Blanchard ve Blanchet, 2011).

Bazı çalışmalarda, reçine esaslı üst yüzey maddelerine farklı UV absorbe edici (UVA), engelleyici amin ışık stabilazörü (HALS) ve renklendirici vb. maddeler eklenerek dış ortam koşullarına karşı dayanım ömrü uzatılmıştır (Avar vd., 1999; Hayoz vd., 2003). 2,2,6,6-tetrametil piperidin türevi olan engelleyici amin ışık stabilazörü (HALS), UV ışınını absorbe etmeden yüzeyde antioksidasyon etkisi oluşturmakta ve bir dereceye kadar fotokimyasal reaksiyonun başlamasını yavaşlatarak polimer bozunmasını engellemektedir. UV absorbe edici maddeleri ise, UV ışını etkisine maruz kalan üste yüzey maddesinde

serbest radikal polimerizasyonu nedeniyle oluşan çapraz bağ oluşumunu iyileştirmektedir (Seubert vd., 2005).

Son yıllarda otomotiv ve ahşap sektöründe üst yüzey işlem uygulamalarında UV absorbe edici olarak hidroksifenil-s-triazin (HPTs) kullanımı yüksek foto performansı nedeniyle çok büyük önem kazanmıştır. Suyu dayalı akrilik ya da akrilat reçineye UV absorbe edici olarak HPTs ilavesi dış ortam koşullarına karşı yüksek dayanım sağlamaktadır. 2-hidroksifeniltriazol gibi bileşiklerden oluşan organik UV absorbe edici maddeye kıyasla, TiO_2 ve FeO_2 gibi bileşiklerden oluşan inorganik UV absorbe edici maddelerin renk değişimine karşı etkisi daha az olmaktadır (Aloui vd., 2007; Schaller vd., 2008). Çözücü ile kontrol edilen hidrotermal yöntem kullanarak masif odun yüzeyine TiO_2 nanopartiküllerine tutundurulmaktadır. Böylece odun yüzeyinde TiO_2 nanopartikülleri oluşturduğu ince film tabakası ile dış ortam koşullarında su alma, odunun boyutsal değişimi ve renk değişimi gibi kötü etkilere karşı direnç bir hayli artmaktadır (Sun vd., 2010). Benzotriazol ve fenilakrilat türevi olan iki tip organik UV absorbe edici ile birleştirilen TiO_2 gibi inorganik UV absorbe edici maddelerden hazırlanan sol-jel tekniği ile üst yüzey uygulamasının dış ortam koşullarında UV ışınına karşı yüksek koruma etkisi bulunmuştur (Mahltig vd., 2005). Benzotriazol türevi olan organik UV absorbe edici ((2-hidroksifenil)-benzotriazol) iyi lignin stabilizasyonu ile sol-gel birleşimlerinden oluşan ince film tabakası dış ortam koşullarında yüksek dayanım etkinliği göstermektedir (Tshabalala vd., 2011).

ZnO nanopartiküllü UV absorbe edicilerin dış ortam koşullarındaki renk stabilizasyonunun CuO nanopartiküllü UV absorbe edicilerden daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Organik ve inorganik UV absorbe edicilerin karışımından oluşan üst yüzey uygulamasından ise gösterdiği sinerjik davranış nedeniyle en yüksek parlaklık elde edilmiştir (Auclair vd., 2011). Organik ve inorganik partiküller arasında bir sinerji bulunmaktadır. Buna göre, dış ortam koşullarında UV ışını etkisine maruz kalan iki UV absorbe edici de kısa sürede sararmaya karşı en iyi korumayı sağlamakta ve daha sonra devam eden sürede UV absorbe edicilerden en iyi olan değişmeden devam etmektedir. Uzun süreli UV ışını etkisine maruz kalan organik UV absorbe edicinin mekanizması bozularak etkinliğini kaybetmektedir. İnorganik UV absorbe edici ise, uzun süreli UV ışını etkisi nedeniyle oluşan bozunmaya iyi bir koruyucu dirence sahip olmaktadır. Metal oksitler bozunmayı engelleyerek etkinliğin devam etmesini sağlamaktadır (Blanchard ve Blanchet, 2011). TiO_2 ve kil partikülleri birleşiminin şeffaf vernik ile karışımından

hazırlanan üst yüzey uygulamasının dış ortam koşullarında odun yüzeyini modifiye olmamış şeffaf verniklere kıyasla çok daha iyi koruduğu rapor edilmiştir. Yapılan FTIR analizleri ile dış ortam şartlarında UV ışını ve yıkanma etkisi nedeniyle üst yüzey işleminde oluşan kimyasal değişimi, TiO_2 ve kil partikül birleşiminin önemli ölçüde azalttığı tespit edilmiştir (Fufa vd., 2012).

2-(2-hidroksifenil)-benzotriazol (BTZ) ve hidroksifenil-s-triazin (HPT) esaslı organik UV absorbe ediciler ile mikronize TiO_2 ve ZnO partiküller içeren inorganik UV absorbe ediciler içeren üst yüzey işlemlerinin, dış ortam koşullarındaki başarımı üzerine birçok çalışma yapılmıştır. Organik ve inorganik UV absorbe edici maddeler akrilik reçine içerisine ilave edilmesiyle hazırlanan üst yüzey maddesinin uygulandığı odun yüzeyinin yapay dış ortam koşullarındaki başarımı bir hayli yüksek bulunmuştur. Yapay dış ortam testi sonrasında, inorganik UV absorbe edici madde içeren üst yüzey işlem uygulamalarında hafif bir renk değişikliği ve puslu bir görüntü oluşmuştur. Organik UV absorbe edici madde içeren akrilik reçine uygulamalarında ise dış ortam koşulları nedeniyle çok düşük bir renk değişimi tespit edilmiştir. Ancak BTZ esaslı organik UV absorbe edicilerde kırmızımsı, HPT esaslı organik UV absorbe edicilerde ise sarımsı bir renk değişimi tespit edilmiştir. Bu renk değişikliğindeki farklılığın, ağaç türünden kaynaklandığı belirlenmiştir (Fosthuber vd., 2012; Özgenç vd., 2012). Akrilik bağlayıcı ile hazırlanan organik UV absorbe edici olan BTZ ve inorganik mineral UV absorbe edici olan TiO_2 üst yüzey uygulamaları karşılaştırıldığında her ikisinin de UV ışını stabilizasyonu etkisinin yüksek olduğu belirlenmiştir (Forsthuber vd., 2013). Ancak, UV absorbe edici maddelerin ilavesi ile hazırlanan üst yüzey uygulamalarının dayanım performansı uygulandığı odun türü ve maruz kaldığı ortamın sıcaklığı, nemi, ışık şiddeti ve hava kirliliğine bağlı olarak değişmektedir (Sahin ve Mantanis, 2011).

Sadece vernik uygulamasına kıyasla, vernik içerisine UVA ve HALS maddelerinin birini ya da ikisini birlikte ekleyerek hazırlanan birleşimlerin doğal ve yapay dış ortam testine karşı dayanımını çok yüksek bulunmuştur. Dış ortam koşullarındaki en iyi başarımı ise UVA ve HALS maddelerinin ikisinin bir arada kullanıldığı vernik sistemi birleşimlerinden elde edilmiştir. Sadece HALS içeren vernik sistemleri sadece UVA içeren vernik sistemlerine kıyasla dış ortam koşullarında daha dayanıklı olmaktadır. Renklendirici katkısı da vernik sistemlerinin dış ortam şartlarına dayanımını arttırmaktadır. Tüm bu birleşimler arasında UVA, HALS ve renklendirici içeren vernik sistemleri dış ortam koşullarında en yüksek dayanım etkisini göstermiştir. Ayrıca üst yüzey işleminde

kullanılan UVA ve HALS maddesinin kimyasal içeriği de dış ortam koşullarına karşı dayanım kalitesini değiştirebilmektedir. (Ávar ve Bechtold, 1999; Custódio vd., 2006). UV absorbe edici içeren alifatik üretan ile modifiye olmuş akrilat reçine uygulanan odun yüzeyinin ışık stabilizasyonunda HALS önemli bir sinerjik etki göstererek odunun hizmet ömrünü uzatmaktadır (Chang ve Chou, 2000). UV absorbe edici içeren üretan akrilat üst yüzey işlem maddesi uygulanan odun yüzeyi uzun süre dış ortam şartlarına maruz kaldığında fotooksidasyona meyilli olmaktadır. HALS ve UV absorbe edicinin her ikisinin de ilave edildiği üretan akrilat üst yüzey maddesinin ise fotooksidasyona karşı dayanıklı olduğu tespit edilmiştir (Seubert vd., 2005).

Su ve izosiyanat esaslı akrilik reçine içerisine ilave edilen UV absorbe edici titanyum dioksitin (TiO_2) iki mineral formu anataz ve rutil nanopartiküllerinin dış ortam dayanım performanslarında farklılık olduğu tespit edilmiştir. Kırmızı prizmalar halinde titanyum mineralinden (rutil) oluşan TiO_2 formunun nanopartikülleri ile hazırlanan su esaslı akrilik reçine üst yüzey uygulamasının çok yüksek UV koruyucu etkisi olduğu belirlenmiştir. Sol-jel yöntemi ile hazırlanan kristallerden oluşan (anataz) TiO_2 formunun nanopartiküllerinin de UV koruyucu etkisi olup 380 nm'nin üzerinde rutil nanopartiküllere kıyasla daha düşük etkili olmaktadır. UV ışını maruz kalma süresince su esaslı akrilik reçineden uygulanan üst yüzey uygulamasında doğal olarak bir bozunma olmaktadır. Organik UV absorbe edici ve HALS birleşimlerine kıyasla rutil nanopartiküllerin dış ortam koşullarında dayanım başarımının daha iyi olduğu belirlenmiştir. Anataz formundaki nanopartiküllerde ise tersi durum ortaya çıkmıştır. TiO_2 'in iki mineral nanopartikül formunun da (anataz ve rutil) su esaslı akrilik reçine içerisinde üst yüzey uygulamasının dış ortam şartlarında görsel kalite ve renk stabilizasyonunda önemli koruyucu etkisi olmaktadır. Nanopartikül boyutunun küçük olması sonucunda daha iyi koruyucu etki elde edilmiştir. Üst yüzey uygulamasında HALS bulunması, organik ve inorganik UV absorbe edicilerin etkinliğini genel olarak arttırmaktadır (Allen vd., 2002; Forsthuber vd., 2010, Blanchard ve Blanchet, 2011).

Son yıllarda dış ortam koşullarına karşı odun yüzeyinin dayanım etkisini arttırmak için üst yüzey işlem uygulaması öncesi koruyucu maddeler ile odunun emprenye edilmesi üzerine çok sayıda çalışma yapılmıştır. Böylece, hem üst yüzey işlemi uygulanarak koruyucu maddenin yağmur etkisiyle yıkanarak odundan ayrılması hem de koruyucu madde ile emprenye olan odunun su iticiliğinin artırılması ve üst yüzey işlem uygulamasının ömrünün uzatılması mümkün olmaktadır. Borik asit, boraks ve sodyum borat gibi bor bileşiklerine dayalı odun koruyucular dış ortam koşullarında yağmur

etkisiyle yıkanarak odunu terk etmektedir. Bor esaslı bu koruyucuların odundan yıkanmasını önlemek için alkid esaslı vernik ve poliüretan vernikler üst yüzeye uygulanmaktadır. Bor esaslı odun koruyucular ile emprenye edilen oduna üst yüzey işlemi daha iyi tutunmuş ve daha parlak yüzey elde edilmiştir. Ayrıca, yalnız odun yüzeyine üst yüzey işlemi uygulamasına kıyasla bor esaslı koruyucu madde ile emprenye edilen oduna uygulanan üst yüzey işleminin çok daha sert olduğu anlaşılmıştır. Borlu koruyucular ile emprenye olan oduna uygulanan alkid esaslı sentetik verniğe kıyasla poliüretan verniklerin parlaklık ve sertliği çok daha yüksektir (Toker vd., 2009). Bakır/krom/bor (CCB) ile emprenye edilen sarıçam ve kestane odunlarının yüzeyine alkid esaslı sentetik ve poliüretan esaslı vernikler uygulanarak 9 ay süre ile Karadeniz bölgesinde dış ortam koşulları testi yapılmıştır. Dış ortam testinin sonrasında odun yüzeylerinin renk ve parlaklık parametreleri ile odunun sertliğindeki değişme ve kimyasal değişiklikler incelenmiştir. Dış ortam testi öncesi ve sonrasında poliüretan üst yüzey işlemi uygulanan CCB ile emprenye edilmiş odun yüzeyinin sertliği alkid esaslı sentetik verniğe kıyasla daha yüksek olmaktadır. CCB ile emprenye edilen oduna uygulanan her iki üst yüzey maddesi de yüksek renk stabilizasyonu vermektedir. CCB ile emprenye edilen sarıçam odunun yüzeyine uygulanan her iki üst yüzey işleminde de dış ortam testi sonrasında parlaklık kaybı olmakta, fakat kestane odununda bu durum oluşmamaktadır. Çünkü kestane odununda ilkbahar odunu oranı yüksek ve hücre lümenleri geniş olduğundan emprenye maddesindeki tuz kristalleri daha fazla depolanarak yayılmakta ve ışık absorbe etmektedir. Üst yüzey işlemi öncesi CCB muamelesi, üst yüzey işleminin odun yüzeyine yapışmasını ve parlaklığını iyileştirmektedir. Dış ortam testi sonrasında, CCB ile emprenyeyi takiben üst yüzey işlemi uygulanan her iki odun türünde de önemsenmeyen düzeyde ağırlık kaybı ve mikroskobik bozulmalar olmaktadır. Hiçbir koruma işlemi uygulanmamış kontrol odunlarında ise yüksek oranda renk değişimi, çatlama ve yarılmalar ortaya çıkmıştır (Yalınkılıç vd., 1999a). CCB ile emprenye edilerek verniklenen odun yüzeyindeki lignin bantlarının titreşimindeki değişikliğe dış ortam etkisi haricinde, CCB ile lignin arasındaki etkileşimin de katkısı olmaktadır. Poliüretan vernik ile kıyaslandığında alkid esaslı sentetik vernik uygulanan CCB ile emprenye edilmiş odun yüzeylerinde, dış ortam etkisiyle oluşan lignin esaslı kimyasal değişim daha azalmaktadır. Bu nedenle poliüretan esaslı verniklere UV absorbe edici madde ilave edilmesi dış ortam şartlarındaki kimyasal değişime karşı verniğin dayanımını arttırmaktadır (Yalınkılıç vd., 1999b).

Bakır(II) sülfat, etanolamin (CuE) ve bakır(II) sülfat, etanolamin, oktanik asit ve alkil-dietil-benzil-amonyum-klorit (CuEQ) koruyucu maddeleri ile emprenye edilen odun yüzeyine iki farklı tip su itici içeren akrilik reçine uygulanmıştır. Daha sonra CuE ile emprenye edilen ya da hiçbir işlem görmemiş odunlara kıyasla CuEQ ile emprenye edilen odunun yüzeyine düşük temas açısı ile üst yüzey işlem uygulanmasının daha derine nüfuz ettiği gözlemlenmiştir. CuEQ ile emprenye edilen oduna üst yüzey işlem maddesinin yapışmasının bir hayli iyileştiği görülmüştür. Genelde CuE ile emprenye edilen odunun üst yüzey yapışma direncinin kontrol odunununkinden daha iyi olduğu anlaşılmıştır. Bakır içerikli koruyucu ile emprenye edilen odunun yüzeyine üst yüzey işlem maddesi uygulanmasının yıkanmayı da önemli miktarda azalttığı belirlenmiştir. Ayrıca, bakır (II) sülfat, etanolamin, bor ve sulu amonyum bileşikleri içeren (CuEQ) ile emprenye edilen odun yüzeyine su itici akrilik uygulamasında nüfuz derinliği daha yüksek ve ıslanmaya karşı direnci daha iyi bulunmuştur (Humar vd., 2011).

Yeni nesil mikronize bakır içeren odun koruma maddesi ile emprenye edilen kayın ve sarıçam odununa kıyasla geleneksel bakıra dayalı odun koruma maddelerinin dış ortam koşullarına karşı dayanımı daha düşük olmaktadır. Mikronize bakır içeren odun koruma maddesi ile emprenye işlemi odun yüzeyini geleneksel bakıra dayalı koruyucular göre dış ortam koşullarında çatlama ve deformasyona karşı daha iyi korumaktadır. Mikronize bakır içeren ve geleneksel bakıra dayalı odun koruma maddesi ile emprenye işleminin ardından odun yüzeyine organik ya da inorganik UV absorbe edici madde içeren akrilik reçine uygulanması dış ortam koşullarına karşı odun yüzeyini bir hayli iyi korumaktadır. Emprenye edilmiş odun yüzeyine UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanması dış ortam koşullarında renk değişimini, parlaklık azalmasını ve çatlama gibi deformasyonları önemli miktarda azaltmaktadır. Özellikle mikronize bakır içeren koruyucu ile emprenye edilen odun yüzeyine UV absorbe edici akrilik reçine uygulanması, dış ortam koşullarına karşı en iyi korumayı sağlamaktadır (Özgenç vd., 2010a; Özgenç vd., 2012; Özgenç vd., 2013).

1,3-dimetilol-4,5-dihidroksietilenüre (mDMDHEU) ile muamele edildiğinde %25 ağırlık artışı olan ve hiçbir işleme uygulanmayan kontrol sarıçam diri odunu panelleri 18 ay doğal dış ortam testine maruz bırakılmıştır. Dış ortam testi sonunda mDMDHEU ile muamele edilen panellerde mavi renklenme rastlanmaz iken, kontrol panellerin sıkça görülmektedir. Dış ortam testi süresince dönemsel aralıklar ile yapılan batırma testlerinde mDMDHEU ile muamele edilen panellerde su alma miktarının kontrol panellerine kıyasla

çok daha az olduğu görülmüştür. mDMDHEU ile panellerin muamele edilmesi dış ortam şartlarının neden olduğu çatlama, yarılma gibi biçimsel bozunmalar önemli ölçüde azaltmaktadır. mDMDHEU ile muamele edilen panellere su esaslı akrilik reçine uygulandığında su alma, renk stabilitesi ve yüzey bozunması bir hayli iyileştirilmiştir. Ancak, mDMDHEU ile muamele edilen panellere yağ esaslı üst yüzey işlemi uygulandığında, açık dış ortam kaplamanın koparak ayrıldığı görülmüştür (Xie vd., 2008).

N-metilol bileşikleri ile modifiye olan odunun yüzeyine suya ya da çözücüye dayalı üst yüzey işlem maddeleri uygulanmıştır. Odunun modifikasyon nedeni ile rengi hafif değişmekte olup, modifiye olan ve olmayan odun yüzeylerine yarı saydam üst yüzey işlem maddesi uygulandıktan sonra herhangi bir renk değişikliği görülmemiştir. Odun yüzeyi modifiye olsun ya da olmasın çözücü esaslı alkid vernik derine nüfuz ederken suya dayalı akrilik reçine sadece yüzeyde yayılmaktadır. Ayrıca, suya dayalı akrilik verniklere kıyasla çözücü esaslı alkid vernikler çok daha erken kurumaktadır. Modifikasyon işlemi üst yüzey maddesinin kuruma süresini etkilemez iken; rutubet tutma miktarı modifikasyon ve üst yüzey sistemine bağlı olmaktadır. Modifikasyon için kullanılan 1,3-dimetilol-4,5-dihidroksietilenüre (mDMDHEU) maddesinin yüzdesine bağlı olarak odunun rutubet tutma miktarı değişmektedir (Xie vd., 2006).

1.1.4.3.3.3. Diğer Bazı Yeni Nesil Üst Yüzey Uygulamaları

Yeni nesil odun koruyucu olan ve su bazlı hibrid reçineleri içeren ahşap sertleştirici maddeler, çürüme ve mantarlara karşı etkin bir koruma sağlamaktadır. Yapay dış ortam testinde hiçbir işlem yapılmamış kontrol odunu örneklerine kıyasla yüzeyine su bazlı hibrid reçineleri içeren ahşap sertleştirici uygulanan odun yüzeyinde daha az renk değişimi ve çatlak oluşmaktadır (Özgenç ve Yıldız, 2011). Ayrıca üst yüzey işlemi öncesi astar katman olarak su bazlı hibrid reçineleri içeren ahşap sertleştirici kullanılmaktadır. Astar katman olarak ahşap sertleştirici kullanılması üst yüzeyin oduna daha iyi tutunmasını ve daha düzgün yüzey ortaya çıkmasını sağlamaktadır (Özgenç vd., 2012).

Bir başka çalışmada, polivinilidin florid (PDVF) kaplamaların içeriğine göre dış ortam koşullarında odun yüzeyinde oluşturduğu koruma incelenmiştir. Yüksek florlanmış polimerler doğal olarak dış ortam koşullarında yüksek dayanım etkisi göstermekte ve özellikle florpolimer yapısının doğrudan fotooksidasyonuna sebep olan hidrojen çıkarımına direnmektedir. Fakat ticari üst yüzey kaplama sistemlerinde flor olmayan reçine birleşikleri

sunulmakta ve çapraz bağ içermeyen bu sistemler dış ortam koşullarına maruz kaldığında bozunmaktadır. Bütün bu sistemlerde, suyun içeriye giriş hacmini, moleküler oksijeni ve diğer yıkıcı özellikleri azaltmak için bir hayli önemli olmaktadır. Çapraz bağlı sistemlerde, dış ortam koşullarında bozunmaya karşı koruma derecesinin artması, yüksek çapraz bağ yoğunluğu ile sağlanmaktadır. PVDF kaplamalar gibi termoplastik flor polimer sistemler ise tersine PVDF'in yarı kristal yapısından faydalanmaktadır. Bu yapı, mekaniksel gücü ve geleneksel çapraz bağ kaplamalarına benzeyen engelleyici özelliklerini sağlamaktadır. PDVF kaplamaları içeriğine bağlı olarak her ikisi de dış ortam koşullarında koruma sağlamaktadır (Wood, 2002) .

İnsan ve çevre sağlığına zarar veren tüm ürünlere alternatif zararsız doğal ürünler geliştirme çabaları son yıllarda artmıştır. İnsan ve çevre sağlığı bilinci ön plana çıktıkça dış ortam koşullarına karşı odun yüzeyine korumak için yeni doğal üst yüzey işlem maddeleri bulunmuştur. Hiçbir uygulama yapılmamış kontrol odun yüzeylerine kıyasla nar çekirdeği, soya, maydanoz, susam, keten tohumu, çörek otu ve kanola yağı gibi çeşitli bitkisel yağlar sarıçam odunu yüzeyinde uygulandığında, dış ortam koşullarına karşı bir hayli iyi bir koruma sağlanmıştır. Özellikle odun yüzeyine nar çekirdeği, çörek otu ve keten tohumu yağları uygulandığında dış ortam koşullarının neden olduğu renk değişikliği, çatlama ve pürüzlülük gibi yüzey bozunmaları önemli ölçüde önlenmiştir (Özgenç vd., 2013).

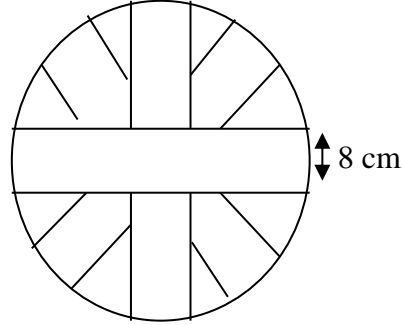
Halicilik, gıda ve ilaç boyamada doğal boya kaynağı olarak defne (*Laurus nobilis* L.), ceviz kabukları, kökboyası (*Rubia tinctorium* L.), zakkum bitkisi (*Nerium Oleander* L.) ve safran (*Crocus sativus* L.) bitkileri sarıçam ve kayın odunlarında kullanılmış ve bazı yapay dış ortam testleri ile renk değişim başarımları belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar bazı doğal boyaların rahatlıkla ahşap malzemenin renklendirilmesinde ve işlem görmemiş kontrol odununa kıyasla az miktarda korunmasında katkı sağlayabileceğini göstermektedir (Göktaş vd., 2008a; Göktaş vd., 2008b; Göktaş vd., 2009a; Göktaş vd., 2009b). Çevre ve insan sağlığına zararsız olan bir başka doğal bitki pınar yaprağı ekstraktından elde edilen çeşitli boya tiplerinin UV şartlarındaki renk değişim değişkenleri incelenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre; hiçbir işlem uygulanmamış kontrol örneklerine kıyasla tüm pınar bitkisi ekstraktı çeşitlerinde renk değişim performansı arttırılmakta olup özellikle demir sülfat mordanlı boya uygulamaların renk değişim etkisi çok daha yüksek çıkmıştır (Atılğan vd., 2011).

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Malzeme

2.1.1. Ağaç Malzemenin Temini ve Özellikleri

Çalışma kapsamında kullanılacak ağaç türlerinden Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Gümüşhane-Torul Orman İşletme Şefliğinden, Doğu ladini (*Picea orientalis* L.) ve Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) Gümüşhane Kürtün Orman İşletme Şefliğinden taze olarak alınmıştır. Her ağaçta kuzey yönü işaretlenmiş, 1.30 m.'deki göğüs çapı, taç tabanı genişliği ve ağaç boyu belirlendikten sonra ağaç gövdesinin kökten itibaren 2-4 m arasındaki 2 metrelik kısmı kesilerek ayrılmıştır. 30-40 cm çapındaki her bir ağaç türünden 5'er adet tomruk KTÜ Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü Biçme Atölyesinde radyal kesit verecek yönde Şekil 6'da görüldüğü gibi biçilmiştir. Daha sonra kesilen parçaların enine kesitlerine mavi renklenmeye karşı %2,5 derişimde anti-blue çözültisi sürüldükten sonra istiflenerek 3 ay süreyle doğal kurutmaya bırakılmıştır.



Şekil 6. Tomrukların biçilme şekli

2.1.1.1. Sarıçam Odunu (*Pinus sylvestris* L.)

Yetiştirme ortamlarına göre 20-40 metre boylarında narin gövdeli, sivri tepeli ve ince dallı, ya da dolgun ve düzgün gövdeli, yayvan tepeli ve kalın dallı her dem yeşil bir ağaçtır. Aslında bu son özellikler ağacın yaşlılığı ile oluşur. Sarıçamın önemli bir anahtar özelliği kabuğudur. Kabuk genç bireylerde ve yaşlı ağaçların üst kesimlerinde tilki sarısı,

kirli sarımsı kırmızı ya da kırmızımsı kahverengi bir renktedir. Gövdenin altlarında ve yeşil ağaçlarda önceleri sarı olan renk koyulaşmakta ve gri kahverengi, kalın ve çatlaklı bir biçim almaktadır. Genç sürgünler önceleri yeşilimsi sarı, sonraları grimsi sarıdır ve çıplaktır (Anşin ve Özkan, 1997).

Sarıçamlar, yeryüzünün 38⁰-70⁰ kuzey enlemleri arasında yayılmıştır. Türkiye’de en değerli odun türünü veren sarıçamlar Sinop Ayancık yöreleri ile Boyabat Göktepe ormanları, Eskişehir Çatacık ormanlarındaki uzun ve düzgün gövdeli, sivri tepeli sarıçamlardır. Bunlardan başka Oltu, Göle, Sarıkamış’ta, Dumanlı, Köse Dağlarında yetişen sarıçamlar gayet güzel ve iyi ormanlar oluşturmaktadır. Buralardaki sarıçamlar çoğu kez saf olarak yayıldığı gibi bazen kayın, ladin, karaçam, köknar, meşe ve benzeri ağaç cinsleri ile karışık ormanlar kurmaktadır. Türkiye’deki iğne yapraklılar içinde kapladığı alan bakımından kızılçam ve karaçamdan sonra üçüncü sırada gelmektedir. Dikili ağaç serveti olarak da tüm iğne yapraklılara katılım oranı % 18’dir (Anşin ve Özkan, 1997; Tomak, 2011).

Yetiştirme muhiti odunun özellikleri üzerine çok etkilidir. Yüksek rakımlarda yıllık halkalar dar, deniz seviyesine yakın yerlerde ise geniştir. Dağlık bölgelerde yetişen üstün özellikli odunlarda koyu renkli bir özodunu vardır. Alçak yerlerde yetişen üstün özellikli odunlarda da koyu renkli özodunu oluşur. Kötü yetiştirme koşullarında özodunu oluşmaz. Boyuna reçine kanalları enine, radyal ve teğet kesit düzlemlerinde çıplak gözle rahatlıkla görülür (Merev 2003). Diri odun genişliği yetiştirme muhiti şartları ve ağaç yaşı ile değişmekle birlikte 5-10 cm olup, sarımsı beyaz renktedir. Yetiştirme muhitine bağlı olarak yıllık halkalar dar veya geniş olabilir. Yaz odunu parlak kahverengi olup, radyal kesitte birbirine paralel şeritler halinde görülür, teğet kesitte geniş sarımsı şeritler oluşturur (Dündar, 2005; Tomak, 2011).

İlkbahar odunu traheitlerinin radyal çeperlerindeki kenarlı geçitler çoğunlukla üniseridir. Yaz odunu traheitlerinin teğet çeperlerinde de nadiren küçük çaplı kenarlı geçitlere rastlanabilir. Özışınları, üniseri ve heterojendir. Özışını yüksekliği on beş hücreyi geçmez. Özışını paranzim hücrelerinin horizontal çeperleri bazen ince ve geçitsiz, bazen kalın ve geçitlidir. Vertikal çeperler ince ve geçitsizdir. Enine traheitler marjinal ve ara durumudur. Özışını paranzim hücrelerine göre daha bol miktardadır. Enine traheitlerin çeperleri belirgin testere dişi gibi kalınlaşma içerir. Dişler uzun ve sivri uçludur. Enine traheitler bol miktarda küçük kenarlı geçitlidir. Boyuna traheitlerde özışını paranzim hücrelerinin karşılaşma yerlerinde “pencere” şeklinde geçitler vardır. Reçine kanalları

normal boyuna ve enine kanallardır. Boyuna kanallar genellikle yaz odunu zonunda yer alır. Kanalların epitel hücreleri ince çeperlidir. Boyutları 100-150 mikrondur. Enine reçine kanallı özışınları mültiseridir (Merev, 2003).

Sarıçam odununun bazı teknolojik özellikleri aşağıdaki gibidir (Bozkurt ve Erdin, 1997; Örs ve Keskin, 2001).

Özellik Birimi	Ortalama Değer
Tam kuru yoğunluğu (g/cm ³)	0.49
// Basınç Direnci (kg/cm ²)	400-550
Eğilme Direnci (kg/cm ²)	1000
//Elastikiyet Modülü (kg/cm ²)	120000
⊥ Basınç Direnci (kg/cm ²)	77
Makaslama Direnci (kg/cm ²)	100

Sarıçam binalarda iç ve dış dekorasyonda, pencere ve kapı doğramalarında, emprenye edildiğinde toprak ve su tahkimatında, maden direği, tel direği, çit kazıkları ve travers olarak, mobilya yapımında, kaplama levha, kontrplak, lif levha ve yonga levha ile kağıt endüstrisinde kullanılmaktadır (Anşin ve Özkan, 1993; Bozkurt ve Erdin, 1997; Tomak, 2011).

2.1.1.2. Doğu Ladini Odunu (*Picea orientalis* L.)

40-50 metre, bazen de 60 metre boylara ulaşan, 1.5-2 metre çap yapabilen, dolgun ve düzgün gövdeli, sivri tepeli orman ağacıdır. Kabuk genç gövdelerde açık renkli ve düzgün, yaşlı gövdelerde koyu renkli ve çatlaklıdır. Dallar çevresel olarak sık bir halde tüm gövdeye yerleşmiştir. Genç sürgünler ince, açık renkli ve çıplaktır. Tomurcuk kahverengi, sivri ve reçinesizdir (Anşin ve Özkan, 1997).

Doğu ladini yayılışını Kafkasya ile ülkemizin kuzey doğusunda 40⁰ 23' - 40⁰ 50' kuzey enlemleri ile 37⁰ 40' - 44⁰ 13' doğu boylamları arasında yapar. Ülkemizde Rusya sınırı ile Ordu-Melet ırmağı arasında, dağların denize bakan yamaçlarında saf ve karışık meşçereler oluşturur. Doğu Karadeniz'in batı kısımlarında bu ağacın yayılışını sınırlayan etmen rutubettir. Genellikle 900-2200 m yükseltiler arasında denize dönük nemli yamaçlarda yayılmaktadır. Karadeniz ardı bölgelerde ise, nemli deniz rüzgârlarının içlere

değın taşınmasına olanak veren Çoruh Nehri ve Harşit Çayı'nın etkisinde kalan alanlarda, yüksek dağların yine kuzey yamaçlarında saf ve karışık bir yayılım göstermektedir. Trabzon civarında saf ormanları 900-1650 metrelerden sonra başlamakta, Maçka-Meryemana yöresinde 1500-1600 metreye kadar çıkmaktadır (Yıldız, 2002).

Doğu ladinini mevcut ladin türlerinden kısa iğne yaprakları ile ayrılır. Boyları 1-3 mm arasında değişen yapraklar, parlak koyu yeşil olup yatay kesitleri dört köşe şeklindedir. Uçları fazla sivri olmayıp her yüzünde 1-4 sıra stoma çizgisi vardır. 6-9 cm uzunluğundaki olgun kozalak açık krem renginde, oval ya da silindirik yapıda, pulların kenarları tam olup dış pul dışardan görülmemektedir. İlk yaşlarda yavaş büyüyen doğu ladininde 8-10 yaşından sonra büyüme hızlanmakta ve uzun yıllar sürmektedir (Anşın ve Özkan, 1997; Yıldız, 2002).

Odun sarımsı beyaz renkte, boyuna kesitlerde ipek gibi parlaktır. Diri odun ve öz odun renk bakımından farksız olup, gövdenin iç kısmında diri odun ile aynı renkte ancak su oranı daha az olan olgun odun bulunmaktadır. Yıllık halka sınırları belirgin ve ilkbahar odunundan yaz odununa geçiş tedricidir. Yüksek yörelerde yetişen bireylerin yıllık halkaları daha dardır. Düşük rakımlarda, vadilerde ve zengin topraklarda yetişenlerin yıllık halka genişliği 10 mm'ye kadar ulaşır. Fakat bu özellikteki odunların mekanik ve teknolojik özellikleri yüksek değildir. Hatalı yetiştirme veya sık ormanlarda yetişmesi halinde yıllık halkalar dar ve kalitesi olur. Olgun odunun boyuna traheitlerinde genellikle helikal kalınlaşma yoktur. Sadece ağacın öze yakın yaz odunu traheitlerinde helikal kalınlaşma olabilir. İlkbahar odunu traheitlerinin radyal çeperlerinde büyük, üniseri veya bazen biseri kenarlı geçitler yer almaktadır. Yaz odunu traheitlerinin hem radyal hem de teğet çeperlerinde küçük kenarlı geçitler bulunur. Yaz odunu içinde açık renkte noktacıklar halinde ve radyal kesitte ince, fazla belirgin olmayan boyuna çizgiler halinde görülürler. Öz ışınları, "heterojen" ve üniseridir. Enine reçine kanallı özışınları multiseridir (teğet kesit). Çok ince olan özışınları çıplak gözle görülmemekle beraber tam radyal kesilmiş yüzeylerde mat bantlar halinde fark edilebilir. Reçinesi sarı ile kahverengindedir (Merev, 2003).

Doğu ladinini odunundan çok çeşitli alanlarda yararlanılmaktadır. Bunlar başlıca; odun hamuru eldesi, selüloz üretimi, direk ve kalıp tahtası imalatı bina yapımı, taşıt araçları yapımı, uçak yapımı, marangoz, mobilya, yonga levha, kaplama ve kontrplak üretimidir. Ayrıca iyi ses verme özelliğinden dolayı müzik aletleri yapımında da kullanılmaktadır. Kabuğunun ihtiva ettiği sepi maddesi, iğne yapraklarından elde edilen eterik yağlar ve

özellikle reçinesi de pek çok alanda yararlanılan yan ürünler arasındadır (Anşin ve Özkan, 1997; Yıldız, 2002).

Doğu ladini odununun bazı teknolojik özellikleri aşağıdaki gibidir (Bozkurt ve Erdin, 1997; Örs ve Keskin, 2001).

Özellik Birimi	Ortalama Değer
Tam kuru yoğunluğu (g/cm ³)	0.40-0.44
// Basınç Direnci (kg/cm ²)	311-500
Eğilme Direnci (kg/cm ²)	780
//Elastikiyet Modülü (kg/cm ²)	110000
⊥ Basınç Direnci (kg/cm ²)	58
Makaslama Direnci (kg/cm ²)	67

2.1.1.3. Doğu Kayını Odunu (*Fagus orientalis* L.)

Doğu kayını 30-40 metreye değin boylanabilen, bir metrenin üstünde çap yapabilen dolgun ve düzgün gövdeli birinci sınıf orman ağacıdır. Açık kül renginde kabuk ince ve düzgündür. Genç sürgünler tüylüdür. Yapraklar elips, ters yumurta biçiminde, sivri uzun ya da kısa uçludur (Anşin ve Özkan, 1997).

Doğu kayınının genel coğrafi yayılışı, Bulgaristan, Türkiye, Kafkasya ve İran'dır. Batı Balkan Yarımadası'ndan başlar, Trakya'nın kuzey ve güney dağları ile bağlantı kurarak İstanbul mıntıkası üzerinden Batı Anadolu'ya geçer. Oradan Kuzey Anadolu kenar dağları boyunca Kafkasya ve Kırım'a kadar uzanır. Ülkemizde en geniş yayılışını ve en iyi gelişimini Karadeniz Bölgesi'nde yapar. Demirköy'den Hopa'ya kadar Karadeniz sahiline paralel uzanan dağların orta ve yüksek kısımlarında, kuzeye yönelik yamaçlarda saf ve karışık ormanlar kurar. Marmara ve Ege Bölgelerinde yer yer görülür. Güney Anadolu'da Adana'nın Pos ormanlarında, kuzeye yönelik yamaçlarda saf ve karışık orman kurar. Marmara ve Ege Bölgelerinde yer yer görülür. Güney Anadolu'da Adana'nın Pos ormanlarında, Amanos Dağlarında ve Maraş-Andırın yöresinde yerel olarak bulunur. Doğu kayınının ülkemizdeki yatay yayılışı doğusunda 38⁰ 54' - 45⁰ 10' kuzey enlemleri ile 22⁰ 00' - 49⁰ 00' doğu boylamları arasındadır. Dikey yayılışı ise; Karadeniz Bölgesinde kıyıda başlayan kayın, Batı Karadeniz'de 1300 m'ye, Doğu Karadeniz'de 1800-1900 m'ye kadar yükselmektedir. Balkan Yarımadası'nda 10-800 m arasında bulunur ve yer yer 1100-1400

m'lere çıkar. Karadeniz ardında 1000 m'den sonra başlar, 1700-1800 m'ye kadar çıkar. Güney Marmara Bölümü'nde 500 m'den sonra ormanlar kurar, iç kısımlara doğru gidildikçe 1000-1200 m ile 1500-1700 m hatta 1800 m'ye ulaşır. Güney Anadolu'da, ormanların yüksek yetişme yerlerinde yaklaşık 1500 m'lerden başlayarak 1500-1600 m ile 1750 m üzerinde yayılış gösterir (Anşin ve Özkan, 1997; Yıldız, 2002).

Öz odunu-diri odun farkı yoktur. Renk yetişme ortamına göre değişir. Sağlıklı bireylerin odunları sarımsı beyaz, beyaz krem, pembemsi ve kırmızımsı renktedir. Traheler çıplak gözle görülmez, öz ışınları görülür. Bazı odunlarda taç şeklinde veya daire şeklinde yalancı özodunu oluşur. Akdeniz orijinlilerinin odunu sert ve ağır, kalkerli ovalarda yetişenlerin ise hafif ve yumuşaktır. Yıllık halka genişliği yetişme ortamına göre değişir. Odunu dağınık trahelidir. Yıllık halkalar belirgin, ancak ilkbahar-yaz odunu sınırı belirgin değildir. Yaz odunu traheleri ilkbahar odunu trahelerine göre bariz şekilde küçük boyutludur ve tek tek dağılır. Trahelerde gruplaşma genellikle yönde (2-5) ve küme (3-11 trahe) şeklindedir. Trahelerin enine kesitleri köşelidir. Performasyon tablası yaz odunu trahe hücrelerinde merdiven şeklinde, ilkbahar odunu trahe hücrelerinde ise basittir. Basamak sayısı "3-16" adet arasındadır. Kenarlı geçitler genellikle daire şeklinde ve almaçlı veya elips şeklinde ve karşılıklıdır. Çok dar çaplı trahelerde merdiven şeklinde geçitlere de rastlanabilir. Lif dokusu libriform lif, traheit lifi ve vasisentrik traheitlerden oluşmuştur. Vasisentrik traheitler ilkbahar odunu trahelerinin çevresindedir. Boyuna paransim, apotraheal-kesik zincir şeklindedir. Özışınları üniseri ve mültiseri homoselüler, homojendir. Mültiseri özışınlarının genişliği 2-20 veya daha fazla hücre arasındaki tüm serileri kapsar. Özışınlarının genişlikleri arttıkça yükseklikleri de artar (Merev, 2003).

Doğu kayını oluştururan elemanların diri odundaki oranları ortalama olarak; trahe % 33.9, libriform lifi % 45.78, öz ışını % 20.20 ve boyuna paransim yaklaşık % 5'tir. İlkbahar odununda lif uzunluğu 1.242 mm, lif genişliği 20.20 μ , lümen çapı 9.75 μ , lif çeper kalınlığı 5.11 μ , yaz odunda ise; lif uzunluğu 1.238 mm, lif genişliği 17.92 μ , lümen çapı 6.2 μ , ve lif çeper kalınlığı 5.66 μ 'dur (Yıldız, 2002).

Geniş kullanım alanına sahip olan Doğu Kayını Türkiye'de parke ve dekorasyon ürünleri olarak, araba ve otobüs karoseri yapımında, mobilyacılıkta, tornacılıkta, kontrplak endüstrisinde, kaplama levha, fiçı ve kâğıt sanayinde kullanılmaktadır. Emprenye edildiği takdirde travers yapımında da kullanılmaktadır (Anşin ve Özkan, 1997; Tomak, 2011) .

Doğu kayını odununun bazı teknolojik özellikleri aşağıdaki gibidir (Bozkurt ve Erdin, 1997; Örs ve Keskin, 2001).

Özellik Birimi	Ortalama Değer
Tam kuru yoğunluğu (g/cm ³)	0.59-0.63
// Basınç Direnci (kg/cm ²)	550-763
Eğilme Direnci (kg/cm ²)	1052
// Elastikiyet Modülü (kg/cm ²)	125000
⊥ Basınç Direnci (kg/cm ²)	72
Makaslama Direnci (kg/cm ²)	150

2.1.2. Emprenye (Odun Koruma) Maddesi

Tez çalışmasında, Osmose şirketi tarafından piyasaya sürülen Celcure MC-850 (MikroPro) adlı koruyucu madde kullanılmıştır. Celcure MC-850; Celcure MC 850 (A) ve Celcure MC 850 (B) iki tip bileşenden oluşan 1.0-1.25 g/cm³ yoğunluğunda, kokusuz ve yeşil renkli bir koruyucu maddedir.

Celcure MC 850 (A); mavi-yeşil renge, 1.6-1.8 g/cm³ yoğunluğa ve 8.0-8.5 PH değerine sahip kokusuz bir maddedir.

Celcure MC 850 (B); renksiz, 20 °C sıcaklıkta 0.9-1.0 g/cm³ ve 9.0-11.0 PH değerine sahip çok hafif kokulu bir maddedir.

Celcure MC-850 çözeltisi, % 1 konsantrasyonda 50 litre hazırlanmıştır.

2.1.3. Epoksi Beyaz Boya

Sıcaklığa, suya ve dış koşullara dayanıklı Moravia marka epoksi beyaz boya, Moravia ve Kimya Sanayi Ticaret Limited Şirketi'nin ürünü olup, sertleştiriciyle birlikte hazırlanmış ve odun örneklerinin enine kesitlerinin kapatılması amacıyla kullanılmıştır.

2.1.4. Üst Yüzey Maddeleri

2.1.4.1. Induline SW 900

Astar katman için Remmers şirketinden temin edilen Aidol Induline SW 900 (aktif içerikleri: % 1.20 propikonazol, %0.30 iodopropiyonilbütül karbonat) kullanılmıştır. Bu

madde, toprakla doğrudan temas halinde bulunmayan ahşapların mantara ve çürümeye karşı korunmasında kullanılmaktadır. Özellikle pencereler, dış kapılar ve kalıp elemanlarının korunmasında etkili olmaktadır. Renksiz bir emprenye malzemesi olup, ahşabı dolduran yapısı sayesinde zımpara işlemini kolaylaştırmakta ve neme karşı koruma sağlamaktadır. Aidol Induline SW-900 alt katmana (ahşap) mükemmel nüfuz etmektedir. 20°C sıcaklıkta ve % 65 bağıl nemde yaklaşık 3-4 saat içinde kurumaktadır.

2.1.4.2. UV Absorbe Edici İçeren Akrilik Reçine

İnorganik UV absorbe edici olarak Sachtleben şirketinden Hombitec 402 WP, organik UV absorbe edici olarak ise Ciba şirketinden Tinuvin 477 DW temin edilerek ticari akrilik reçine kullanılarak aşağıda tabloda verilen formüle göre üst yüzey karışımı hazırlanmıştır (Tablo 3-4). Üst yüzey işlem uygulamasında kullanılan akrilik reçine içersine karıştırılan organik ve inorganik UV absorbe edicilerin içerikleri Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Kullanılan UV absorbe ediciler hakkında bilgi

UV Absorbe Edicinin Türü	UV Absorbe Edicinin Adı	Yapısı
Organik	Tinuvin 477 DW	2-hidroksifenil-s-triazin
İnorganik	Hombitec 402 WP	Mikronize TiO ₂

Üst Yüzey Sistemlerinin Formülasyonu:

Tablo 3. Tinuvin 477 DW içeren üst yüzey sistemi formülasyonunun bileşenleri

No	Bileşenler	Ağırlık Yüzdesi	Bileşenin Cinsi	Üretici
1	Neocryl XK 90	73.7	Reçine	DSM NeoResins
2	Saf su	20.93		
3	Texanol	0.67	Birleştirici	Eastman Chemical
4	Dehydran 1293	1.0	Köpük önleyici	Cognis
5	Coatex BR 100 P	0.6	İnceltici	Coatex
6	Rheolate FX 1070	1.3	İnceltici	Elementis Specialties
7	Tinuvin 477 DW	1.8	UV Absorbe edici	Ciba
		100.0		

Tablo 4. Hombitec 402 WP içeren üst yüzey sistemi formülasyonunun bileşenleri

No	Bileşenler	Ağırlık Yüzdesi	Bileşenin Cinsi	Üretici
1	Neocryl XK 90	73.7	Reçine	DSM NeoResins
2	Saf su	21.83		
3	Texanol	0.67	Birleştirici	Eastman Chemical
4	Dehydran 1293	1.0	Köpük önleyici	Cognis
5	Coatex BR 100 P	0.6	İnceltici	Coatex
6	Rheolate FX 1070	1.3	İnceltici	Elementis Specialties
7	Hombitec 402WP	0.9	UV Absorbe edici	Sachtleben
		100.0		

2.2. Araştırma Yöntemi

Doğal şartlarda kurutulan doğu kayını, doğu ladini ve sarıçam kerestelerinden, yapay dış ortam testi ve 3 farklı bölge temel alınarak doğal dış ortam testi için farklı boyutlarda odun örnekleri kesilerek hazırlanmıştır. Doğal dış ortam testi için 30 (teğet) x 7 (radyal) x 2 (boyuna) cm (TS EN 927-3) ve yapay dış ortam testi için 15 (teğet) x 7 (radyal) x 2 (boyuna) cm boyutlarında (TS EN 927-6) olmak üzere her varyasyon için 1 adet kontrol ve 3 adet test örneği kesilmiştir.

2.2.1. Odun Örneklerine Uygulanan Koruma Yöntemleri

2.2.1.1. Emprenye Yöntemi

Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü Odun Koruma Laboratuvarındaki pilot tesiste emprenye işlemi gerçekleştirilmiştir. Doğal ve yapay dış ortam testi için hava kurusu hale getirilmiş örnekler %1 konsantrasyonda hazırlanan Celcure MC-850 (MicroPro) çözeltisi ile ASTM D 1413-76 standardının öngördüğü şekilde dolu hücre yöntemi kullanılarak muamele edilmiştir. Dolu hücre yöntemi sırasında, odun örneklerine 15 dakika süreyle 750 mm Hg değerinde ön vakum uygulandıktan sonra, emprenye maddesi silindire alınarak 30 dakika süreyle 7 bar değerinde basınç uygulanmıştır. Son olarak odun örnekleri yüzeyindeki fazla emrenye maddesini

uzaklaştırmak amacıyla 15 dakika süreyle 600 mm Hg değerinde son vakum uygulanmıştır (Şekil 7).



Şekil 7. Pilot Emprenye Tesisi

Örneklerin emprenye öncesi tartımları yapılarak (M_{e0}) kaydedilmiş olup, emprenye sonrası örnekler üzerinde kalan fazla çözelti kuru bir bezle silinerek tekrar tartımları yapılmış ve M_{es} olarak kaydedilmiştir.

Tutunma (retensiyon) miktarları aşağıdaki belirtilen eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır. Ardından örnekler, 20 °C ve % 65 bağıl nemdeki iklimlendirme ortamında 2 hafta bekletilerek kondüsyonlanmıştır.

$$\text{Tutunma miktarı (kg/m}^3\text{)} = [(G.C)/V].10 \quad (1)$$

Eşitlikte;

G: $M_{es}-M_{e0}$ (Emprenye sonrası ağırlık – Emprenye öncesi ağırlık) (g)

C: Çözelti konsantrasyonu (%)

V: Numune hacmi (cm^3) değerlerini ifade etmektedir.

Bu eşitliğe göre örneklerin emprenye sonrasında tutunma miktarları hesaplanarak tezin bulgular bölümünde Tablo 53’de verilmiştir.

2.2.1.2. Isıl İşlem Yöntemi

Doğal ve yapay dış ortam koşulları için hazırlanan doğu kayını, doğu ladini ve sarıçam örnekleri Nova Orman Ürünleri şirketine ait tesiste Thermowood metodu ile ısıl işleme maruz bırakılmıştır.

Thermowood yöntemi üç ana aşamada gerçekleştirilmiştir:

a) Sıcaklık artışı ve yüksek sıcaklıkta kurutma aşaması

Sıcaklık ve buhar kullanılarak fırın sıcaklığı hızlı bir şekilde 100 °C'ye çıkarılmıştır. Sonra, kurutmanın yer aldığı yüksek sıcaklık süresi boyunca sıcaklık muntazam bir şekilde 130 °C'ye yükseltilmiş ve ahşaptaki rutubet içeriği yaklaşık % 0'a düşürülmüştür.

b) Asıl ısıl işlem aşaması

Yüksek sıcaklık kurutması oluşur oluşmaz, fırın içerisindeki sıcaklık Thermowood ısıl işlem sınıflarına göre sarıçam ve doğu ladini örnekleri için 212 °C, doğu kayını örnekleri için ise 190 °C'ye kadar artırılmıştır. Hedeflenen, sıcaklık seviyesine ulaşıldığında 3 saat süreyle ısıl işlem uygulaması yapılmıştır.

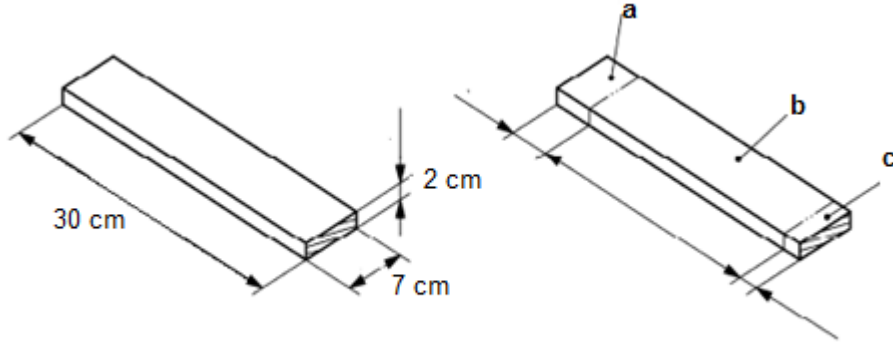
c) Soğutma ve kondisyonlama aşaması

Son bölümde, su püskürtme sistemi kullanılarak odunun sıcaklığı 50-60 °C'a düşürülmesi ve ahşabın rutubeti % 4-6'ya ulaşmaya kadar bu işleme devam edilmiştir.

2.2.1.3. Üst Yüzey Uygulama Yöntemi

Doğal ve yapay dış ortam koşulları testi için hazırlanan örneklerin yan ve önyüzlerine astar katman olarak Induline SW 900 uygulanmıştır. Astar katmanının ardından hazırlanan üst yüzey maddesinden 2 kat fırça kullanılarak el ile uygulanmıştır. Daha sonra 240 numara zımpara kâğıdı kullanarak el ile örnekler hafifçe zımparalandıktan sonra son kat üst yüzey maddesi uygulanmıştır. Her kat uygulaması arasında 24 saatlik kuruma süresinin geçmesi sağlanmıştır.

Doğal dış ortam koşulları testi için hazırlanan örneklerin rutubet alarak çürümesini önlemek amacıyla üst yüzey işleminin ardından TS EN 927-3 standardında belirtildiği gibi 2-Epoksi beyaz boya ile enine kesitlerle birlikte aşağıdaki şekilde a ve c olarak gösterilen bölgeler de boyanmıştır (Şekil 8).



Şekil 8. Doğal dış ortam koşulları testi için hazırlanan odun örneğinin şematik olarak gösterimi

Yapay dış ortam koşulları testi için hazırlanan 15x7x2 cm boyutlarındaki örneklerin ise, üst yüzey işlemi uygulandıktan sonra enine kesitleri ve arka yüzeyleri 2-Epoksi beyaz boya ile boyanmıştır. Rutubet almayı önlemek amacıyla; doğal ve yapay dış ortam koşulları testi için hazırlanmış odun örneklerinin yukarıda belirtilen yüzeylerine 2 kat 2-Epoksi beyaz boya uygulandıktan sonra, örnekler 120 numara zımpara kâğıdıyla el ile zımparalanmasından sonra 3. kat boya uygulanmıştır. TS EN 927-3 ve 927-6 standardına uygun olarak doğal ve yapay dış ortam testi için hazırlanmış olan odun örneklerinin test öncesinde 20 °C sıcaklık % 65±5 bağıl neme sahip ortamda yaklaşık 2 ay bekletilmiştir.

Doğal ve yapay dış ortam testleri için hazırlanan odun örneklerinin sayısı ve uygulanan işlemler Tablo 5’de deneme deseni olarak özetlenmiştir.

Tablo 5. Tez çalışmasına ilişkin her bir ağaç türü için deneme deseni

Varyasyonlar	Örnek Sayısı	Emprenye	Isıl İşlem	Akrilik+UV1	Akrilik+UV2	Koruma yok
1	20+5					✓
2	12+3	✓				
3	12+3		✓			
4	12+3			✓		
5	12+3				✓	
6	12+3	✓		✓		
7	12+3	✓			✓	
8	12+3		✓	✓		
9	12+3		✓		✓	

Sarıçam, doğu ladini ve doğu kayını olmak üzere 3 odun türü üzerinde çalışılmıştır. Doğal ve yapay dış ortam koşulları testi öncesinde her varyasyonun yüzey kimyası özellikleri, yüzey renk ölçümü ve pürüzlülük değerleri, mekanik direnci belirlenmiştir. Uzungöl yaylası, Sürmene sahil kesimi ve Hıdırnebi yaylası deney alanlarında yapılan doğal dış ortam koşulları testinde; daha önce ifade edildiği gibi 30x7x2 cm boyutlarında her 8 deney varyasyonu için her varyasyondan 1 adet kontrol ve 3 adet test örneği hazırlanmıştır. Sürmene sahil kesiminin iklim şartları benzetilerek uygulanacak olan yapay dış ortam testi için ise, aynı sayıda 15x7x2 cm boyutlarında örnekler hazırlanmıştır.

Doğal ve yapay dış ortam koşulları testine maruz bırakılan test ve kontrol örnekleri aşağıdaki belirtildiği gibi kodlanarak fiziksel, kimyasal ve mekanik testleri yapılmıştır.

Dış ortam ortamı	Ağaç türü
A: Uzungöl yaylası	K: Kayın
B: Sürmene sahil kesimi	S: Sarıçam
C: Hıdırnebi yaylası	L: Ladin
D: Yapay dış ortam koşulları	

Varyasyon çeşitleri

- 1: Kontrol (Hiçbir koruyucu işlem uygulanmamış)
- 2: MCQ ile emprenye işlemi
- 3: Isıl işlem
- 4: MCQ ile emprenye işlemi + Akrilik – UV1 (organik UV absorbe edici)
- 5: MCQ ile emprenye işlemi + Akrilik – UV2 (inorganik UV absorbe edici)
- 6: Isıl işlem + Akrilik – UV1 (organik UV absorbe edici)
- 7: Isıl işlem + Akrilik – UV2 (inorganik UV absorbe edici)
- 8: Akrilik – UV1 (organik UV absorbe edici)
- 9: Akrilik – UV2 (inorganik UV absorbe edici)

Kodlandırma örneği; AK2: MCQ ile emprenye edilen kayın odunu örneği Uzungöl yaylasında dış ortam koşullarında test edilmiştir.

2.2.2. Dış Ortam Testleri

2.2.2.1. Doğal Dış Ortam Koşulları Testi İçin Örneklerin Arazilere Yerleştirilmesi

Doğal dış ortam testi için hazırlanan test ve kontrol örnekleri Sürmene sahil kesimiyle, Hıdırnebi ve Uzungöl yaylalarındaki deney alanlarına yerleştirilmiştir. Düzenekler KTÜ Orman Fakültesi bileyhane atölyesinde hazırlanmıştır.

2.2.2.1.1. Sürmene Sahil Kesimi Deney Alanı

Doğu Karadeniz kıyı kuşağında yer alan Sürmene'de rakım 20 m olup tipik bir Karadeniz iklim özellikleri yaşanmaktadır. Trabzon havaalanından batı yönünde 46 km ilerleyince Sürmene sahil kesimine ulaşılmaktadır. Trabzon merkeze göre daha yağışlı olan Sürmene'de her mevsim bol yağışlı geçmektedir. Kışları ılık yazları serin geçen ilçede en çok yağış sonbaharda, en az yağış ilkbaharda görülmektedir. Yağış miktarı 1500 mm'yi bulmaktadır. Nem oranı bir hayli fazladır. Buna bağlı olarak bitki örtüsü bir hayli yoğundur. Kar yağışları azdır.

Rakımın yaklaşık olarak deniz seviyesinde olduğu Sürmene'de müstakil bir evin çatısında kurulan dış ortam koşulları test düzeneği Şekil 9'da görülmektedir.



Şekil 9. Sürmene sahil kesimi doğal dış ortam test düzeneği

Sürmene sahil kesiminin 2006-2012 yılları arasındaki hava durumu tahmini Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir (Tablo 6).

Tablo 6. Sürmene sahil kesiminde 2006-2012 yılları arası ortalama hava durumu tahmini verileri

Aylar	Ortalama Nisbi Nem (%)	Ortalama Sıcaklık (°C)	Ortalama Yağış Miktarı (mm)	Yağışlı Gün Sayısı
1	66.2	7.1	83.1	14.3
2	69.2	7.4	61.6	13.5
3	69.2	9.4	62.6	14.5
4	76.9	11.1	66.8	17.3
5	76.5	16.1	54.8	11.7
6	74.6	21.6	39.7	11.0
7	73.8	24.3	44.0	9.0
8	73.1	25.0	19.7	7.2
9	71.8	21.6	86.4	13.5
10	74.0	17.3	138.9	14.7
11	67.5	12.7	91.1	10.5
12	66.1	9.6	57.6	8.2
Ortalama	71.6	15.3	67.2	12

2.2.2.1.2. Uzungöl Yaylası Deney Alanı

Trabzon havaalanından batı yönünde sahil yolunda 43 km ilerleyince Of ilçesine varılmaktadır. Of ilçesinden Çaykara yoluna girilerek 45 km sonra Uzungöl yaylasına ulaşılmaktadır. Türkiye'nin yağmur ormanlarının bulunduğu coğrafya olarak nitelenen, Soğanlı ve Kaçkar Sıra Dağları'nın birleşim yerinde bulunmaktadır. Bu bölge aynı zamanda ılıman bölgede bulunan en yaşlı ormanlara ev sahipliği yapmaktadır. Bol yağış ve nisbi ılıman iklimi sayesinde yılın her mevsimi yeşil olan Uzungöl, tipik Karadeniz iklimine sahiptir. Yağışlar; kışın kar, yazın yağmur şeklindedir. Yaylalarda, iklimin her türü her an görülebilir. Rakımın 1090 m olduğu Uzungöl yaylasında ise, 1998 - 2008 yılları arasındaki ölçümler göre tespit edilen en düşük sıcaklık -12 C derecedir.

Uzungöl yaylasında Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü'ne ait korunaklı bir alanda kurulan dış ortam koşulları test düzeneği Şekil 10'da görülmektedir.



Şekil 10. Uzungöl yaylası doğal dış ortam test düzeneği

2.2.2.1.3. Hıdırnebi Yaylası Deney Alanı

Trabzon havaalanından doğu yönünde 20 km gidildiğinde Akçaabat ilçesine ulaşılmaktadır. Akçaabat ilçesinden dağ yönünde 25 km gidildiğinde Hıdırnebi yaylasına ulaşılmaktadır. Hıdırnebi yaylası 1600 rakımında doğal güzelliği ve turistik tesisleri bulunan bir mesire yeridir. Trabzon merkeze göre daha karasal bir iklime sahiptir. Kışın Kasım-Nisan ayları arasında yoğun kar yağışı olmaktadır. Yazın Haziran-Ağustos ayları arasında, nem düşmekte ve sıcaklık 35 °C'ye kadar yükselmektedir. Hıdırnebi Yaylası'nda Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü'ne ait korunaklı bir bölgeye kurulan dış ortam koşulları test düzenekleri Şekil 11'de görülmektedir.



Şekil 11. Hıdırnebi yaylası doğal dış ortam test düzeneği

2.2.2.2. Yapay Dış Ortam Testi (QUV Test)

Bu deney, Şekil 12’de gösterilen QUV-Lab Product marka yapay dış ortam test cihazında Tablo 6’da verilen Trabzon’un iklim koşulları esas alınarak dış ortam koşulları laboratuvar koşullarında benzetilerek gerçekleştirilmiştir (ASTM G 53-96). Trabzon ilinin 2006-2012 yılları arasındaki hava durumu ortalamaları laboratuvar koşullarında benzetilerek test cihazına uygun bir iklim programı oluşturulmuştur (Tablo 7).



Şekil 12. Yapay dış ortam test cihazı

Yapay dış ortam koşulları test cihazında hazırlanan iklim programına uygun olarak 16 gün süre ile odun örnekleri cihazda bekletilmiştir. Bu iklim programı, odun yüzeyindeki renk değişimi temel alınarak çok sayıda yapılan denemeler sonucunda oluşturulmuştur. Doğal dış ortam koşullarında 1 aylık maruz kalma süresinde odun yüzeyinde oluşan renk değişiminin, yapay yapay test cihazında 1 günlük maruz kalma süresinde oluştuğu belirlenmiştir.

Tablo 7. Yapay dış ortam koşulları test cihazında uygulanan iklim şartları programı

Maruz kalma zamanı	Lamba sıcaklığı	Su püskürtme	Yoğunlaşma	Renk ölçüm periyodu
2011 yılı yaz dönemi (Haziran-Temmuz-Ağustos)	1 sa. 50 °C	36 dk (1dk'de 6-7lt)	2 sa. 50 °C	1.Ölçüm (24.saat)
2011 yılı sonbahar dönemi (Eylül-Ekim-Kasım)	1 sa. 45 °C	45 dk (1dk'de 6-7lt)	2 sa. 40 °C	2.Ölçüm (72.saat)
2011-2012 yılı kış döneminin ilk yarısı (Aralık-Ocak)	1 sa. 45 °C	60 dk (1dk'de 6-7lt)	Yok	3.Ölçüm (96.saat)
2011-2012 yılı kış döneminin ikinci yarısı (Şubat-Mart)	1 sa. 45 °C	60 dk (1dk'de 6-7lt)	1 sa. 40 °C	4.Ölçüm (216.saat)
2012 yılı ilkbahar dönemi (Nisan-Mayıs)	1 sa. 50 °C	45 dk (1dk'de 6-7lt)	2 sa. 40 °C	5.Ölçüm (264.saat)
2012 yılı yaz dönemi (Haziran-Temmuz-Ağustos)	1 sa. 60 °C	36 dk (1dk'de 6-7lt)	2 sa. 50 °C	6.Ölçüm (288.saat)
2011 yılı sonbahar dönemi (Eylül-Ekim)	1 sa. 50 °C	36 dk (1dk'de 6-7lt)	2 sa. 50 °C	7.Ölçüm (360.saat)

Hazırlanan test ve kontrol odun örneklerinin Doğal ve yapay dış ortam koşulları testi öncesi ve sonrasında bazı fiziksel, kimyasal ve mekanik testleri yapılmıştır. Bu fiziksel, kimyasal ve mekanik testlerde kullanılan örnek sayısı ve boyutları Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8. Çalışmada yapılan analizlerin örnek boyutu ve sayısı

Yapılan Testler	Doğal dış ortam testinde her varyasyon örnek boyutu	Doğal dış ortam testinde her varyasyon için örnek/ölçüm sayısı	Yapay dış ortam testinde her varyasyon örnek boyutu	Yapay dış ortam testinde her varyasyon için örnek/ölçüm sayısı
Renk Ölçümü	30x7x2 cm	3/8	15x7x2 cm	3/6
Pürüzlülük Ölçümü	30x7x2 cm	3/8	15x7x2 cm	3/5
FTIR	30x7x2 cm	3/8	15x7x2 cm	3/5
UV-VIS-NIR	1x1x1 cm	5/1	1x1x1 cm	5/1
Basınç Direnci	2x2x3 cm	20/1	2x2x3 cm	20/1

2.2.3. Yüzey Kimyası Analizleri

Tez çalışmasında, dış ortam koşulları nedeniyle örnek yüzeylerinde meydana gelen kimyasal değişikliklerin belirlenmesinde FTIR ve UV-VIS-NIR analizleri kullanılmıştır.

2.2.3.1. Fourier Dönüşüm Kızılötesi Spektroskopi (FTIR) Analizi

Örnek yüzeylerinde meydana gelen yapısal değişikliklerin belirlenmesinde Fourier Dönüşüm Kızılötesi Spektroskopi (FTIR) analizleri yaygın şekilde kullanılmakta olup bunun başlıca nedenleri şöyle sıralanmaktadır:

1. İki molekülün hiçbir zaman aynı kızılötesi spektruma sahip olmaması,
2. Selüloz, hemiselüloz ve lignin bileşenlerinin ayrı ayrı karakteristik piklerinin olması,
3. Karışımların kızılötesi spektrasının katkılı olması ve anahtar piklerinin absorpsiyonunun, kimyasalların konsantrasyonu ile orantılı olmasıdır (Temiz 2005).

Giresun Üniversite'si Kimya bölümünde Perkin ElmerSpectrum 100 Marka Fourier Dönüşüm Kızılötesi Spektroskopi (FTIR) cihazı ile test örneklerinin dış ortam testi öncesinde kimyasal analiz ölçümleri alınmıştır. Perkin ElmerSpectrum 100 model cihaza uygun olarak PIKE marka ATR Diamond /ZnSe aparatı kullanılarak örneklerde herhangi bir bozunmaya neden olmadan yüzeyden katı ölçüm yapılmıştır (Şekil 13). Her örneğin spektrası 4 cm^{-1} çözünürlükte olup 900-1800 tarama aralığında alınmıştır.



Şekil 13. Fourier Dönüşüm Kızılötesi Spektroskopi (FTIR) ve ATR aparatı

Hazırlanan test ve kontrol odunu örneklerinin, doğal ve yapay dış ortam koşulları testi öncesi ve sonrasında 1 ay süre ile $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ sıcaklık % 65 ± 5 bağıl nem içeren ortamda bekletildikten sonra FTIR spektroskopi ölçümleri alınmıştır.

Doğal dış ortam koşulları testi için hazırlanan $30 \times 7 \times 2$ cm boyutlarında odun örneklerinin teste maruz kalacak olan yüzeylerinin 8 farklı noktadan spektrum ölçümü

alınmıştır. Yapay dış ortam koşulları testi için hazırlanan 15x7x2 cm boyutlarındaki odun örneklerinin teste maruz kalacak yüzeylerinden, 5 farklı noktadan spektrum ölçümü alınmıştır. Her varyasyon için, cihazın programında spektrumların ortalaması hesaplanarak tek bir spektrum elde edilmiştir. Doğal dış ortam koşulları testi öncesinde ve sonrasında elde edilen iki spektrumun farkından faydalanarak odun yüzeyindeki kimyasal değişim ortaya konulmuştur. Kimyasal değişimde özellikle değişen frekans noktaları ve bu frekansların fonksiyonu Tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 9. Kızılötesi spektrumların absorpsiyon pikleri (Colom vd., 2003; Pandey 2005; Moore ve Owen 2007; Rosu vd., 2010)

Frekans (cm ⁻¹)	Grup ve Sınıfı	Fonksiyonu
1718-1740	Eşleşmemiş keton, aldehit ve karbonil gruplarındaki C=O	C=O gerilimi
1630-1660	Para-OH katılmış aril keton, kinonda ki C=O Karbonhidratlar tarafından absorbe edilen H ₂ O Alkinlerde ki C=O	C=O gerilimi H-O-H bozunması C=C gerilimi
1605-1610	Lignindeki aromatik halkalardaki C=O COO ⁻	Aromatik yapıda sallantılar COO-simetrik olmayan gerilim
1506-1510	Lignindeki aromatik halkalardaki C=O COO ⁻	Aromatik yapıda sallantılar COO-simetrik olmayan gerilim
1450-1465	C-H	C-H bozunması (asimetrik)
1420-1430	Aromatik halkalardaki C=C Karbonhidratlardaki CH ₂	Aromatik yapıda ki titreşimler
1365-1376	Odunun tüm bileşenlerindeki C-H	C-H bozunması (eğilme)
1315-1321	Selülozdaki CH ₂	CH ₂ de oynama
1230-1270	Lignin ve hemiselülozdaki CO	CO gerilimi ile guayasil halkasındaki titreşim
1145-1162	Selülozdaki C-O-C	Simetrik olmayan oksijen gerilimi
1030-1060	Selüloz ve hemiselülozda C-O gerilmesi	C-O gerilimi

1718-1740 cm⁻¹ ve 1506-1510 cm⁻¹ frekans aralığındaki piklerin absorbans değişimi, lignin degradasyonu ile ilgili bilgi vermektedir. Bu absorbans değişimi ise, aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır (Temiz vd., 2003).

$$[(A_0 - A_i) / A_0] \quad (2)$$

A_0 = Dış ortam testi öncesi absorbans değeri,

A_i =Dış ortam testi sonrası absorbans değeri

2.2.3.2. Ultraviyole ve Görülebilir Işık Spektrofotometre (UV-VIS-NIR) Analizi

UV spektra, UV-3600 Shimadzu UV-VIS-NIR Spektrofotometre kullanılarak kaydedilmiştir. Detektörlü donanımı ile UV-3600 cihazı, ölçülebilir dalga boyu aralığında yüksek hassasiyet garanti etmektedir. Yüksek performanslı çift monokromatoru ile yüksek çözünürlükte çok daha düşük kaçak ışık değeri sağlamaktadır (340 nm'de %0.00005 ya da daha düşük değerler). 185-3300nm ölçülebilir dalga boyu aralığı ile UV-3600 daha geniş bir alanda spektroskopik ölçümler için de kullanılmaktadır. Hazırlanan test ve kontrol örneklerinin doğal ve yapay dış ortam koşulları testi sonrasında 1 ay süre ile 20 °C sıcaklık % 65±5 bağıl nem içeren ortamda bekletildikten sonra UV-VIS-NIR spektrofotometre analizi ile örneklerin UV absorbe etme yetenekleri karşılaştırılmıştır.

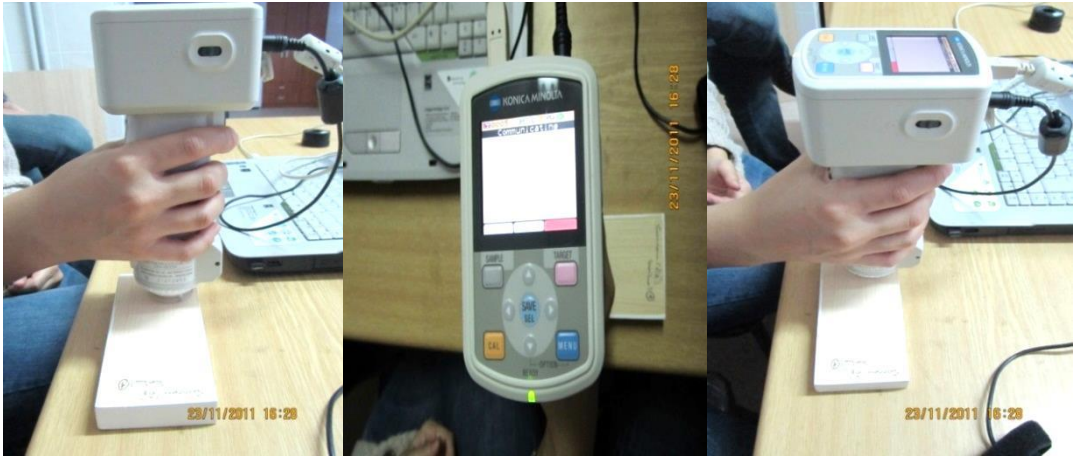
Dış ortam koşullarına maruz kalan örnek yüzeyi Şekil 14'te görüldüğü gibi spektrofotometrenin ışık yoluna yerleştirilmiştir. 120 nm/min. tarama hızı ile 250-450 nm alan taranmaktadır. Dış ortam testi sonrası, her varyasyondan 1x1x1 cm boyutlarında 5'er adet örnek hazırlanmıştır. Her örnekten bir ölçüm alınarak elde edilen 5 spektranın ortalaması UV-VIS-NIR spektrofotometrenin bilgisayar programında alınmıştır.



Şekil 14. UV-VIS-NIR spektrofotometre

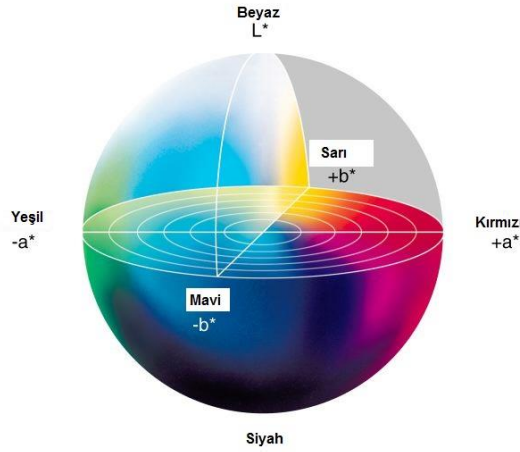
2.2.4. Renk Değişim Analizi

Konica Minolta CD-600 marka renk ölçüm cihazı ile KTÜ Orman Fakültesi Odun Koruma Teknoloji'si laboratuvarında hazırlanan test örneklerinin yapay ve doğal dış ortam testi öncesinde renk ölçüm analizi ISO 7724 standartlarına uygun olarak yapılmıştır (Şekil 15). Yapay dış ortam testi için hazırlanan örneklerden 6 farklı noktadan, doğal dış ortam testi için hazırlanan örneklerden 8 farklı noktadan renk ölçümü alınarak bunların ortalaması alınmıştır.



Şekil 15. Renk ölçüm cihazı

CIELab (Commission International de l'Eclairage) sistemi üç değişkenden oluşmaktadır (ISO 7724). L*: Işık stabilitesi, a* ve b* kromotografik koordinatları ifade etmektedir (+a* kırmızı için, -a* yeşil için, +b* sarı için, -b* mavi için kullanılmaktadır) (Şekil 16).



Şekil 16. CIELab renk sisteminin gösterimi

L^* , a^* ve b^* değerleri, farklı sürelerde dış ortam testine tutulan örneklerde belirlenerek meydana gelen renk değişiklikleri aşağıdaki formüle göre belirlenmektedir:

$$\Delta L^* = L_f^* - L_i^* \quad (3)$$

$$\Delta a^* = a_f^* - a_i^* \quad (4)$$

$$\Delta b^* = b_f^* - b_i^* \quad (5)$$

$$\Delta E^* = (\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2})^{1/2} \quad (6)$$

ΔL^* , Δa^* ve Δb^* başlangıç (i) ve değişik zaman aralıklarında (f) meydana gelen renk değişikliklerini (ΔE^*) belirtmektedir. Düşük ΔE^* değeri renk değişikliğini veya renk stabilitesini göstermektedir.

Hazırlanan test ve kontrol örneklerinin 1 ay süre ile 20°C sıcaklık % 65 ± 5 bağıl nem içeren ortamda bekletildikten sonra laboratuvar şartlarında ilk renk ölçümleri alınmıştır. Daha sonra Uzungöl, Sürmene ve Hıdırnebi yaylasında hazırlanan doğal dış ortam koşulları düzeneklerine yerleştirilerek Tablo 10'da verilen zaman aralıklarında renk ölçümleri alınmıştır.

Tablo 10. Doğal dış ortam koşullarında renk ölçümü zaman aralıkları

Ölçümler	Uzungöl	Sürmene	Hıdırnebi
İlk Ölçüm	Test öncesi tarih	Test öncesi tarih	Test öncesi tarih
1. Ölçüm	03.07.2011	17.07.2011	14.07.2011
2. Ölçüm	07.09.2011	14.09.2011	11.09.2011
3. Ölçüm	04.10.2011	11.10.2011	09.10.2011
4. Ölçüm	19.04.2012	22.04.2012	25.04.2012
5. Ölçüm	04.06.2012	07.06.2012	10.06.2012
6. Ölçüm	13.07.2012	16.07.2012	15.07.2012
7. Ölçüm	25.09.2012	27.09.2012	02.10.2012

2.2.5. Yüzey Pürüzlülük Analizi

Dış ortam testine tabi tutulan ve tutulmayan örneklerin yüzey pürüzlülüğü değerlerinin ölçülmesinde Mitutoyo Surfest SJ-301 cihazı kullanılmıştır (Şekil 17). Ölçümler KTÜ Orman Fakültesi Odun Koruma Teknolojisi Laboratuvarında alınmıştır.



Şekil 17. Yüzey pürüzlülük test cihazı

Örneklerin yüzey pürüzlülüğü değerleri DIN 4768 standartlarına göre belirlenmiştir. Dış ortam testi öncesinde ve sonrasında örnekler üzerinde Ra, Ry ve Rz pürüzlülük değerleri ölçülerek ortalamaları hesaplanmış ve karşılaştırma yapılmıştır. Doğal dış ortam testi örneklerinin her birinin yüzeyinden 8 farklı yerden, yapay dış ortam testi örneklerinin her birinin yüzeyinden 5 farklı yerden ölçüm alınmıştır. Yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinde, çapı 10µm olan 90° açılı elmas uçlu bir tarama detektörü kullanılmış ve kesme uzunluğu

$\lambda_c = 2,5$ mm, örnekleme uzunluğu 12,5 mm olarak ayarlanmıştır. Ölçümler 0,5 mm/sn hızla liflere dik doğrultuda gerçekleştirilmiştir. Burada;

R_a = Ortalama pürüzlülük değeri,

R_y = Maksimum pürüzlülük değeri,

R_z = On nokta pürüzlülük değerini ifade etmektedir.

Pürüzlülük İndeksi (RI) ve Mikro-çatlak İndeksi (MCI) olarak adlandırılan iki değişken eşitlik 6 ve 7'ye göre tanımlanmıştır (Nzokou, 2004).

$$RI = \frac{Ra(w) - Ra(i)}{Ra(i)} \quad (7)$$

Burada,

$R_a(w)$: Dış ortam koşulları testi sonrasında ortalama pürüzlülük değeri,

$R_a(i)$: Dış ortam hava koşulları testi öncesinde ortalama pürüzlülük değerini ifade etmektedir.

$$MCI = \frac{R_{max}(w) - R_{max}(i)}{R_{max}(i)} \quad (8)$$

Burada,

$R_{max}(w)$: Dış ortam koşulları testi sonrasında maksimum pürüzlülük değeri,

$R_{max}(i)$: Dış ortam koşulları testi öncesinde maksimum pürüzlülük değerini ifade etmektedir.

2.2.6. Görsel Değerlendirme

Doğal ve yapay dış ortam testine maruz kalan odun test ve kontrol örneklerinin yüzey erozyonları için genel görüntüleri ASTM D 662-93 ve ASTM D 4214-07 standartlarına göre değerlendirilmiştir. Dış ortam testi sonrasında incelenen test ve kontrol örneklerinin yüzeyine 10'dan (erozyonu olmayan mükemmel yüzey) 0'a (çok fazla erozyonu olan yüzey) kadar değerler verilmiştir. Söz gelimi, dış ortam testi sonrasında eğer odun yüzeyinde ya da üst yüzey maddesinde erozyon yok ise, değerlendirme puanı 10

olmaktadır. Fakat odun yüzeyinde ya da üst yüzey kaplamasında yoğun çatlak varsa ve üst yüzey kaplaması odundan kopuyorsa, değerlendirme puanı 0 olmaktadır.

2.2.7. Mekanik Direnç Testi

2.2.7.1. Liflere Paralel Basınç Direnci

Liflere paralel basınç direnci (LPBD) deneyleri TS 2595'e göre yürütülmüştür. 20 x 20 x30 mm (radyal, teğet, boyuna) boyutlarında, her bir varyasyon için 20'şer adet olmak üzere test ve kontrol örneği hazırlanmıştır. Deney KTÜ Orman Endüstri Mühendisliği Odun Mekaniği ve Teknoloji laboratuvarındaki üniversal test makinesinde yapılmıştır (Şekil 18). Deneyler öncesi denge rutubetine getirilen örneklerin enine kesit boyutları (a x b) belirlenmiştir. Deney hızı örnekler makinede 1.5-2 dakikada kırılacak şekilde ayarlanmış olup, 2000'lik alandaki kırılma anındaki kuvvet (F_{max}) ölçülmüştür. LPBD aşağıdaki eşitlik (8) yardımıyla hesaplanmıştır.

$$LPBD (N/mm^2) = F_{max}/(a.b) \quad (8)$$



Şekil 18. Liflere paralel basınç direnci test cihazı

2.2.8. İstatiksel Yöntemler

Veriler SPSS 11.5 istatistik paket programı kullanarak ve % 95 güvenirlilik düzeyi esas alınarak analiz edilmiştir. Test örnekleri ile bunlara ait kontrol örneklerinin arasında araştırılan odun özelliklerine ilişkin olarak istatiksel anlamda bir farklılık olup olmadığı varyans analizi ile belirlenmiştir. Anlamlı değişkenlerin ve bunların karşılıklı etkileşimlerinin incelenen değişkeni ne ölçüde etkilediği ise çoğul varyans analizi (ÇVA) ile irdelenmiştir. Etkilemenin anlamlı çıkması halinde ortalama değerler; standart “Student Newman-Keuls” homojenlik grupları ile karşılaştırılmıştır.

Student-Newman-Keuls (S-N-K) Test: S-N-K test belirlenen grup ortalamalarını küçükten büyüğe doğru dizdikten sonra karşılaştırma sıralarına göre farklı önemlilik kriterlerini kullanan bir testtir. S-N-K testi tüm işlem ortalamalarını, işlemlerin bir alt seti olarak sıraya dizmektedir. Böylece bu alt setlerin kendi içinde türdeş ve diğer setlerle türdeş olmayan bir yapı oluşturdukları varsayılmaktadır. S-N-K testinde ortalamanın büyüklük sıralamasındaki yeri değerlendirmede önem taşımaktadır. S-N-K testi bireysel hata yaklaşımını kullanarak ortalama çiftleri arasında karşılaştırmalar yapmayı sağlayan bir testtir (Özdamar, 2004).

Sürmene pilot bölgesinde uygulanan dış ortam testi, hava durumu verileri esas alınarak laboratuvar koşullarında benzetilmiş ve odun örneklerine yapay dış ortam testi uygulanmıştır. Doğal ve yapay dış ortam koşulları testlerinin benzetim doğruluğunu belirlemek amacıyla, öncelikle liflere paralel basınç direnci, renk ve yüzey pürüzlülük değişim değerlerinin normal dağılım göstermediği ya da parametrik olup olmadığı Kolmogorov-Smirnov tek örneklem testi ile belirlenmiştir. Bu nedenle doğal dış ortam ile yapay dış ortam testleri arasında benzerlik olup olmadığı; liflere paralel basınç direnci, renk ve yüzey pürüzlülük değişim değerleri esas alınarak Mann-Whitney U testi ile değerlendirilmiştir. Doğal ve yapay dış ortam testine maruz kalan odun örneklerinin, liflere paralel basınç direnci, renk ve yüzey pürüzlülük değişim değerlerinin benzerlik yüzdesi ise basit korelasyon testi ile belirlenmiştir (Özdamar, 2004).

Mann-Whitney U (M-W-U) testi: M-W U testi, n_1 ve n_2 hacimli bağımsız iki örneğin aynı medyanlı popülasyonlardan alınmış rastgele örnekler olup olmadığını test etmektedir. M-W U testi, bağımsız iki örneklem t testinin parametrik olmayan alternatifidir (Özdamar, 2004).

Basit Korelasyon testi: Basit korelasyon, iki değişken arasındaki ilişkinin büyüklüğünü, yönünü ve önemini ortaya koyan yöntemdir. Korelasyon analizinde veri setinde yer alan X ve Y'nin bağımlı ya da bağımsız değişken olmaları dikkate alınmaz. İki değişken arasındaki ikili ilişkilerdeki benzerlik yüzdesini incelemektedir. Kendall's Tau-b korelasyon analizinde, sıralı ölçekli ya da yaklaşık aralıklı ölçekli verilerde ilişki düzeyini belirlemek için katsayı hesaplanmaktadır. Kendall's Tau-b katsayısı sıralı ölçekli ya da skor değerler arasındaki birlikteliği değerlendirilen bir ölçü olmaktadır (Özdamar, 2004).

3. BULGULAR

3.1. MCQ Maddesinin Odundaki Tutunma Miktarı

Doğal ve yapay dış ortam testi hazırlanan doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini örneklerinin MCQ ile emprenye işlemi sonrasında her odun türü tutunma miktarı Tablo 11’de verilmiştir (ASTM D 1413-76).

Tablo 11. Emprenye sonrasında elde edilen tutunma miktarları

Pilot Bölge		Tutunma Miktarı (kg/m ³)		
		Kayın	Sarıçam	Ladin
Doğal Dış ortam Testi	Uzungöl Yaylası	4.1 (0.7)	4.0 (0.9)	1.9 (0.5)
	Sürmene Sahil Kesimi	4.03 (1.1)	4.2 (0.9)	1.8 (0.6)
	Hıdırnebi Yaylası	4.08 (0.8)	4.3 (1.2)	1.6 (0.5)
Yapay Dış ortam Testi	Uzungöl Yaylası	4.07 (0.9)	4.2 (1.2)	1.7 (0.4)
	Sürmene Sahil Kesimi	4.05 (0.8)	4.2 (1.1)	1.8 (0.9)
	Hıdırnebi Yaylası	4.2 (1.1)	4.01 (0.9)	1.7 (0.3)

*Parantez içerisinde standart sapma değerleri verilmiştir.

3.2. Yüzey Renk Değişim Analizi

Doğal dış ortam koşulları testi için belirlenen üç bölgenin (Uzungöl yaylası, Sürmene sahil ve Hıdırnebi yaylası) ve yapay dış ortam koşullarının renk değişim değerine (ΔE^*) etkisi olup olmadığı Tablo 12’de verilmiştir.

Tablo 12. Doğal ve yapay dış ortam testi sonrasında odun örneklerinin renk değişim değerine pilot bölgelerin, ağaç türünün ve koruma yöntemlerinin etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları ($p < 0.05$)

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F-Hesap	Önem düzeyi (p)
A: Pilot bölge	94.924	3	31.641	8.094	0.000
B: Ağaç türü	420.911	2	210.455	53.838	0.000
C: Koruma yöntemi	14924.205	8	1865.526	477.231	0.000
Etkileşim BC	2540.159	16	158.760	40.613	0.000
Etkileşim AB	508.947	6	84.825	21.699	0.000
Etkileşim AC	1967.656	24	81.986	20.973	0.000
Etkileşim ABC	1643.667	48	34.243	8.760	
Hata	1035.901	265	3.909		
Toplam	177868.364	373			

Doğal ve yapay dış ortam koşulları maruz kalan odun yüzeyindeki değişim değerine (ΔE^*) pilot bölgenin, ağaç türü ve koruma yönteminin etkilerini belirlemek için yapılan çoğul varyans analizi sonuçları Tablo 12’de verilmiştir.

Varyans analizi sonucuna göre; pilot bölge, ağaç türü ve odun örneklerine uygulanan koruma yönteminin renk değişimine olan etkisi % 95 güven düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Pilot bölge, ağaç türü ve odun örneklerine uygulanan koruma yöntemi etmenlerinin birlikte etkileri % 95 güven düzeyinde anlamlıdır. Pilot bölge, ağaç türü ve koruma yöntemi etmenlerinin çoğul varyans kaynakları ortalamalarının karşılaştırılması için yapılan Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 13, 14 ve 15’de verilmiştir.

Tablo 13. Newman-Keuls test sonucuna göre ağaç türünün renk değişim değerine etkisi

Ağaç türü	Ortalama	Homojenlik Grupları
Kayın	18.0763	A
Ladin	21.1646	B
Sarıçam	21.4235	B

Tablo 14. Newman-Keuls test sonucuna göre pilot bölgenin renk değişim değerine etkisi

Pilot bölge	Ortalama	Homojenlik Grupları
Uzungöl	20.3383	A
Sürmene	20.6843	A
Hıdırnebi	21.4071	B
Yapay dış ortam testi	18.4739	C

Tablo 15. Newman-Keuls test sonucuna göre koruma yönteminin renk değişim değerine etkisi

Koruma yöntemi	Ortalama	Homojenlik Grupları
Kontrol	30.1550	G
MCQ emp.	23.9568	A
Isıl İşlem	18.6650	B
Akrilik-UV1	14.8318	E
Akrilik-UV2	12.2446	C
MCQ + Akrilik-UV1	23.7303	A
MCQ + Akrilik-UV2	11.5386	C
Isıl işlem+ Akrilik-UV1	13.8141	D
Isıl işlem+ Akrilik-UV2	23.2076	A

Doğal ve yapay dış ortam koşulları testine maruz bırakılan test kontrol örneklerinin Tablo 7 ve 10'da verilen zaman aralıklarına göre renk ölçümleri alınarak renk değişkenleri CIELab sistemine göre belirlenmiştir. Bu zaman aralıklarında; kayın, ladin ve sarıçam örneklerinde belirlenen L (ışık yoğunluğunu), a ve b kromotografik koordinatları, (+a kırmızı, -a yeşil, +b sarı ve -b mavi) ve renk değişim değerleri (ΔE^*) Tablo 16- 28'de verilmiştir.

Uzungöl yaylası, Sürmene sahil ve Hıdırnebi yaylasındaki dış ortam koşulları testi sırasında Tablo 10'da belirlenen zaman aralıklarında renk ölçümleri alınmıştır. Bu renk değişim değerleri (ΔE^*) her pilot bölgede ağaç türüne göre varyasyonlara ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 16- 25'te verilmiştir.

Yapay dış ortam koşulları testi sırasında Tablo 7'de belirtilen periyotlarda renk ölçümü alınmıştır. Bu renk değişim değerleri (ΔE^*) ağaç türüne göre varyasyonlara ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 26, 27 ve 28'de verilmiştir.

Tablo 16. Uzungöl yaylası dış ortam testinde doğu kayını test ve kontrol örneklerinin renk değişimi ve Newman-Keuls testi sonuçları (p<0.05)

VARYASYON	İLK ÖLÇÜM			1.ÖLÇÜM				2.ÖLÇÜM				3.ÖLÇÜM			
	*L	*a	*b	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE
AK1	67.4 (2.1)	7.7 (0.6)	19.4 (1.0)	-13.2 (2.4)	-4.1 (0.2)	-6.7 (1.1)	15.4 (3.1)	-14.6 (3.3)	-4.4 (1.0)	-7.4 (1.1)	16.9 (2.1)	-15.8 (4.1)	-4.9 (0.8)	-8.2 (1.3)	20.4 (3.2)
AK2	62.3 (1.6)	6.2 (0.6)	15.5 (1.3)	-6.5 (2.8)	-1.7 (0.8)	-5.3 (1.0)	8.6 (2.8)	-7.4 (2.1)	-2.9 (0.9)	-6.7 (1.1)	10.4 (2.4)	-9.5 (4.8)	-3.3 (0.8)	-7.1 (1.4)	12.5 (3.8)
AK3	56.3 (0.2)	9.7 (0.3)	18.2 (0.5)	-12.9 (1.2)	-5.9 (2.1)	-9.8 (1.0)	17.3 (2.4)	-13.8 (1.8)	-6.4 (1.0)	-10.9 (0.9)	18.4 (1.7)	-14.9 (2.5)	-7.7 (0.4)	-12.8 (1.0)	21.2 (1.5)
AK4	51.2 (1.9)	7.1 (0.7)	19.1 (1.2)	3.2 (1.4)	-2.4 (0.9)	9.6 (1.8)	10.4 (0.8)	4.1 (0.9)	-4.7 (1.0)	10.1 (2.1)	11.9 (1.2)	4.5 (1.2)	-5.6 (1.1)	11.8 (1.6)	13.9 (0.8)
AK5	58.2 (2.8)	6.5 (0.9)	15.5 (2.3)	2.7 (1.0)	-1.7 (0.9)	1.5 (0.7)	3.5 (1.2)	4.0 (1.2)	-2.1 (0.9)	2.1 (0.8)	5.0 (2.1)	4.2 (1.7)	-2.9 (0.4)	2.6 (1.4)	5.8 (2.0)
AK6	44.1 (0.9)	12.1 (0.6)	20.1 (0.4)	15.9 (2.2)	-3.6 (0.2)	1.8 (0.8)	16.4 (1.8)	16.8 (0.9)	-4.8 (1.8)	2.2 (0.7)	17.6 (1.7)	17.3 (2.5)	-5.3 (1.2)	2.6 (0.3)	18.4 (2.7)
AK7	61.2 (3.7)	11.0 (1.6)	24.7 (1.1)	8.9 (0.9)	-5.4 (0.7)	-2.5 (0.6)	10.7 (0.9)	9.3 (1.8)	-6.1 (1.7)	-2.9 (1.0)	11.5 (1.8)	10.5 (0.6)	-6.6 (0.1)	-3.2 (0.5)	12.8 (0.2)
AK8	48.5 (0.4)	11.9 (0.4)	15.9 (1.5)	12.5 (1.2)	-2.7 (0.8)	4.5 (0.9)	13.6 (2.1)	14.3 (1.0)	-3.8 (0.8)	5.9 (0.7)	15.9 (1.8)	16.1 (2.1)	-4.4 (0.6)	6.8 (1.1)	18.1 (2.4)
AK9	61.3 (1.3)	11.2 (0.5)	22.6 (1.2)	7.9 (0.3)	-4.9 (0.8)	-0.5 (0.2)	9.3 (1.0)	8.7 (1.7)	-5.2 (0.9)	-0.8 (0.2)	10.2 (0.9)	9.8 (1.5)	-6.0 (0.5)	-1.0 (2.0)	11.8 (2.0)

*Parantez içerisinde standart sapma değerleri verilmiştir.

Tablo 16'nın devamı

VARYASYON	4.ÖLÇÜM				5.ÖLÇÜM				6.ÖLÇÜM				7.ÖLÇÜM				HOMOJENLİ K GRUPLARI
	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE	
AK1	-25.8 (2.7)	-3.7 (0.7)	-9.7 (1.8)	27.1 (3.1)	-15.4 (1.8)	-5.9 (2.1)	-9.8 (1.9)	19.2 (3.7)	-14.1 (0.9)	-5.1 (1.7)	-11.9 (2.5)	19.4 (2.7)	-16.8 (5.2)	-5.2 (0.8)	-11.2 (1.0)	21.0 (4.2)	D
AK2	-18.9 (2.1)	-2.8 (0.8)	-15.9 (1.8)	24.1 (1.7)	-6.1 (1.7)	-3.0 (0.8)	-9.9 (1.3)	12.0 (1.9)	-6.0 (1.4)	-4.8 (0.8)	-9.8 (1.0)	12.7 (1.9)	-7.5 (1.6)	-5.1 (0.8)	-11.1 (1.8)	14.3 (1.6)	BC
AK3	-20.7 (1.9)	-3.2 (1.0)	-12.8 (0.8)	23.8 (1.9)	-9.8 (0.8)	-7.4 (0.7)	-10.3 (1.4)	16.0 (0.9)	-11.2 (2.8)	-8.1 (2.1)	-12.9 (1.1)	19.0 (1.9)	-14.6 (1.4)	-8.0 (0.3)	-13.0 (0.9)	21.2 (0.3)	D
AK4	9.7 (0.9)	-5.3 (1.2)	17.0 (0.8)	20.8 (1.7)	7.6 (1.2)	-7.7 (0.8)	15.1 (0.9)	18.6 (1.0)	8.8 (1.8)	-6.0 (1.0)	16.9 (2.2)	20.1 (1.8)	7.8 (1.1)	-5.2 (1.3)	16.4 (1.8)	19.0 (1.1)	CD
AK5	-12.6 (1.4)	0.2 (0.8)	3.7 (1.1)	12.8 (1.8)	5.3 (1.1)	-2.5 (1.2)	4.3 (1.9)	7.3 (2.1)	6.4 (1.8)	-2.3 (0.8)	6.4 (1.1)	9.3 (1.4)	3.8 (0.9)	-1.6 (0.9)	6.3 (1.4)	7.7 (2.7)	A
AK6	17.3 (2.8)	0.8 (1.0)	3.2 (0.8)	17.3 (1.8)	21.4 (2.1)	-4.3 (1.8)	3.1 (1.0)	22.0 (1.4)	20.3 (1.1)	-5.4 (1.9)	4.2 (2.1)	21.5 (1.7)	18.2 (1.0)	-6.0 (0.1)	2.4 (0.9)	19.4 (0.9)	D
AK7	-6.8 (0.7)	-1.2 (0.7)	5.2 (1.4)	8.5 (1.2)	13.2 (2.8)	-7.1 (1.8)	-1.0 (0.8)	15.0 (1.1)	12.1 (1.8)	-6.4 (0.8)	-0.6 (1.2)	13.6 (0.8)	9.8 (3.3)	-6.3 (1.1)	-0.7 (0.4)	11.7 (3.4)	B
AK8	-8.7 (1.9)	2.1 (1.1)	3.8 (0.7)	9.6 (2.9)	15.9 (2.1)	-4.1 (1.1)	7.1 (0.9)	17.9 (1.4)	18.5 (2.1)	-4.8 (1.1)	7.1 (1.0)	20.4 (0.9)	14.3 (4.4)	-4.7 (0.4)	5.0 (4.0)	16.2 (5.0)	CD
AK9	-3.1 (0.9)	1.5 (0.8)	4.8 (1.2)	6.2 (1.8)	3.2 (1.8)	-6.1 (1.1)	-2.4 (2.4)	7.3 (1.2)	1.1 (1.1)	-5.3 (0.7)	-3.6 (0.8)	14.8 (1.8)	9.8 (0.1)	-5.4 (0.2)	1.7 (0.6)	11.3 (0.1)	AB

*Parantez içerisinde standart sapma değerleri verilmiştir.

Tablo 17. Uzungöl yaylası dış ortam testinde sarıçam test ve kontrol örneklerinin renk değişimi ve Newman-Keuls testi sonuçları (p<0.05)

VARYASYON	İLK ÖLÇÜM			1.ÖLÇÜM				2.ÖLÇÜM				3.ÖLÇÜM			
	*L	*a	*b	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE
AS1	81.3 (1.8)	4.3 (1.2)	20.4 (1.7)	-21.6 (1.8)	-0.8 (0.2)	-9.7 (1.2)	24.0 (2.2)	-25.2 (3.1)	-1.0 (0.9)	-11.6 (1.0)	27.8 (2.7)	-28.5 (4.8)	-1.7 (1.3)	-13.6 (0.9)	31.7 (3.9)
AS2	78.3 (1.5)	0.4 (1.1)	19.5 (0.3)	-15.2 (1.1)	1.5 (1.8)	-9.7 (0.9)	18.1 (2.1)	-19.0 (1.0)	2.8 (0.8)	-12.2 (1.2)	22.8 (1.7)	-23.0 (1.7)	3.2 (0.7)	-4.5 (1.8)	23.7 (1.8)
AS3	48.8 (2.7)	10.8 (1.0)	22.7 (1.3)	0.2 (0.1)	-6.2 (1.9)	-11.1 (2.1)	12.7 (2.2)	1.0 (0.1)	-7.2 (1.2)	-14.0 (1.8)	15.8 (3.1)	-1.9 (1.2)	-8.3 (0.9)	-16.0 (1.0)	18.2 (1.4)
AS4	68.0 (2.9)	1.1 (1.9)	30.5 (0.6)	-4.8 (0.2)	-0.5 (0.8)	6.3 (1.0)	8.0 (1.1)	-6.1 (1.7)	-1.0 (0.8)	8.7 (1.1)	10.6 (2.1)	-7.6 (1.4)	-1.6 (1.2)	10.4 (3.2)	13.2 (1.7)
AS5	68.5 (0.4)	2.4 (0.8)	24.9 (0.3)	-3.1 (1.0)	-0.2 (0.8)	-1.7 (0.4)	3.5 (1.2)	-4.5 (1.4)	-0.9 (0.4)	-2.3 (1.8)	5.1 (2.4)	-6.2 (2.0)	0.6 (1.1)	-3.3 (0.4)	7.2 (2.0)
AS6	40.5 (1.7)	13.4 (0.1)	20.6 (1.2)	14.2 (3.1)	-2.8 (1.1)	3.2 (1.2)	14.8 (1.0)	17.8 (2.4)	-4.2 (1.8)	-4.2 (1.1)	18.8 (2.4)	19.3 (0.8)	-5.1 (0.6)	5.9 (1.6)	20.5 (1.0)
AS7	75.3 (3.4)	6.7 (1.1)	36.1 (3.3)	-2.1 (0.8)	-1.8 (1.1)	-5.7 (1.0)	6.4 (1.8)	-4.0 (1.1)	-0.9 (0.8)	-7.8 (0.7)	8.8 (1.7)	-6.0 (3.1)	0.6 (0.9)	-9.3 (3.7)	13.2 (4.7)
AS8	42.1 (1.8)	12.3 (0.8)	9.7 (1.9)	12.9 (0.8)	-1.2 (0.2)	5.9 (0.9)	14.0 (1.2)	15.2 (1.1)	-2.5 (1.4)	8.2 (0.7)	17.5 (2.7)	18.2 (1.1)	-3.7 (0.8)	10.6 (1.6)	21.4 (1.6)
AS9	76.9 (1.2)	42.1 (0.5)	12.3 (1.5)	-3.7 (1.1)	-2.2 (0.1)	-4.2 (2.2)	6.1 (1.7)	-5.2 (0.7)	-1.0 (0.1)	-7.0 (1.2)	8.8 (0.9)	-7.6 (0.3)	0.9 (1.4)	-9.0 (1.4)	11.9 (0.8)

*Parantez içerisinde standart sapma değerleri verilmiştir.

Tablo 17'nin devamı

VARYASYON	ÖLÇÜM 4				ÖLÇÜM 5				ÖLÇÜM 6				ÖLÇÜM 7				HOMOJENLİK GRUPLARI
	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE	
AS1	-24.8 (4.7)	-1.5 (1.8)	-7.8 (0.9)	25.9 (3.3)	-28.3 (2.8)	-2.6 (0.7)	-10.5 (1.8)	30.3 (3.8)	-30.7 (3.4)	-2.6 (0.3)	-10.5 (0.8)	34.6 (1.2)	-34.0 (4.0)	-2.9 (1.4)	-15.6 (1.8)	37.7 (3.1)	E
AS2	-28.6 (3.4)	-1.2 (2.1)	1.8 (0.9)	28.6 (2.7)	-22.3 (1.4)	2.1 (0.6)	-11.0 (1.1)	25.0 (2.8)	-23.3 (3.0)	2.2 (0.8)	-11.2 (1.8)	25.9 (2.1)	-25.0 (2.6)	1.7 (1.5)	-13.0 (1.6)	28.4 (2.5)	D
AS3	-25.6 (1.4)	-0.1 (0.8)	4.1 (0.7)	25.9 (1.8)	-11.8 (1.7)	0.8 (0.7)	9.2 (1.8)	15.0 (2.1)	-10.5 (2.1)	1.3 (0.2)	10.4 (0.9)	14.9 (1.9)	-4.0 (3.3)	-8.9 (1.6)	-17.6 (2.4)	20.8 (1.7)	BC
AS4	-14.9 (1.2)	-0.4 (0.9)	-4.1 (1.1)	15.5 (2.1)	-0.9 (1.7)	-8.2 (0.5)	-16.9 (0.9)	18.8 (1.2)	-1.1 (0.8)	-9.2 (1.1)	-17.9 (1.8)	20.3 (2.2)	-12.0 (0.6)	2.3 (3.7)	9.3 (0.7)	15.6 (0.7)	AB
AS5	-23.7 (1.8)	0.9 (0.8)	3.2 (1.7)	24.1 (1.8)	-9.7 (1.8)	1.8 (0.8)	-3.9 (1.7)	10.6 (2.8)	-8.2 (1.7)	2.2 (0.2)	-2.6 (0.6)	9.0 (0.7)	-11.1 (3.5)	3.1 (0.7)	-4.5 (2.0)	12.4 (3.8)	A
AS6	-17.8 (1.1)	3.2 (0.2)	4.9 (0.8)	18.6 (1.4)	23.8 (2.8)	-0.9 (0.1)	-10.7 (0.8)	26.1 (1.1)	22.6 (1.9)	-5.8 (2.1)	4.8 (2.4)	23.9 (1.8)	22.1 (2.3)	-6.2 (0.5)	4.3 (2.8)	23.5 (2.6)	C
AS7	-8.9 (1.8)	1.8 (0.2)	7.6 (0.9)	11.9 (1.1)	-4.1 (1.8)	-0.1 (2.2)	-10.8 (1.9)	11.6 (2.1)	-4.4 (0.4)	-0.4 (0.9)	-11.1 (1.7)	12.1 (1.2)	-7.4 (3.9)	-0.8 (0.8)	-10.8 (5.2)	13.2 (6.5)	A
AS8	-12.6 (1.9)	2.8 (0.2)	4.2 (0.8)	13.4 (1.3)	19.1 (1.7)	-4.1 (0.7)	9.4 (1.1)	21.7 (2.2)	19.7 (2.8)	-4.7 (1.8)	10.1 (0.9)	22.7 (0.3)	18.5 (0.8)	-5.6 (1.0)	8.3 (1.0)	21.1 (0.7)	C
AS9	-10.8 (1.2)	1.8 (0.9)	3.6 (1.8)	11.8 (2.1)	-8.8 (1.1)	0.8 (0.4)	-9.4 (1.2)	12.9 (3.4)	-8.1 (1.1)	1.2 (0.7)	-9.9 (1.9)	12.8 (2.8)	-8.8 (0.4)	0.5 (0.2)	-10.9 (1.1)	14.0 (1.1)	A

*Parantez içerisinde standart sapma değerleri verilmiştir.

Tablo 18. Uzungöl yaylası dış ortam testinde doğu ladini test ve kontrol örneklerinin renk değişimi ve Newman-Keuls testi sonuçları (p<0.05)

VARYASYON	İLK ÖLÇÜM			1.ÖLÇÜM				2.ÖLÇÜM				3.ÖLÇÜM			
	*L	*a	*b	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE
AL1	80.5 (1.5)	4.6 (0.7)	19.0 (1.6)	-14.2 (1.1)	-0.3 (0.9)	-6.4 (1.2)	15.6 (2.1)	-18.7 (1.8)	-1.1 (0.9)	-9.8 (1.2)	21.2 (1.9)	-22.1 (3.1)	-2.2 (0.7)	-11.7 (1.6)	25.2 (3.0)
AL2	78.0 (0.7)	2.1 (0.4)	19.8 (0.9)	-13.4 (1.8)	-1.0 (0.2)	-1.7 (0.9)	13.5 (2.2)	-17.2 (0.8)	0.9 (0.2)	-2.8 (0.9)	17.5 (1.2)	-21.2 (2.1)	1.7 (0.4)	-4.7 (0.7)	21.8 (2.2)
AL3	52.2 (0.3)	10.2 (0.5)	22.4 (0.5)	1.2 (0.8)	-3.1 (0.9)	-8.5 (1.1)	9.2 (1.3)	-0.1 (0.9)	-6.2 (0.8)	-13.4 (1.8)	14.8 (1.1)	-1.0 (0.5)	-8.1 (0.1)	-16.9 (2.4)	18.8 (1.5)
AL4	70.6 (1.7)	1.9 (0.9)	30.5 (1.9)	-3.0 (0.5)	1.1 (0.3)	2.9 (0.7)	4.3 (2.2)	-5.0 (2.1)	-0.7 (0.8)	4.5 (1.8)	6.8 (1.1)	-7.0 (0.6)	-1.9 (0.2)	6.9 (2.1)	10.1 (1.6)
AL5	68.8 (1.8)	2.8 (0.8)	26.0 (0.7)	-2.3 (1.0)	-0.3 (0.2)	-1.4 (0.9)	2.7 (2.8)	-4.1 (1.0)	-1.1 (1.8)	-2.5 (0.9)	4.9 (1.0)	-6.7 (0.8)	0.3 (0.2)	-4.2 (0.5)	7.9 (0.9)
AL6	41.2 (1.3)	13.2 (0.5)	20.9 (1.1)	10.4 (2.4)	-3.7 (1.0)	1.9 (1.7)	11.2 (1.9)	15.6 (2.0)	-4.3 (1.1)	2.5 (0.9)	16.3 (2.8)	19.7 (0.9)	-5.6 (0.3)	4.7 (0.9)	21.0 (1.0)
AL7	75.7 (0.9)	6.6 (0.5)	35.2 (1.1)	-1.4 (1.8)	-0.2 (0.9)	-4.2 (1.9)	4.4 (2.1)	-2.9 (1.0)	-1.1 (0.9)	-6.1 (1.8)	6.8 (2.7)	-5.8 (0.4)	0.3 (1.0)	-8.3 (1.6)	10.2 (1.5)
AL8	44.3 (2.1)	11.9 (0.7)	11.2 (3.2)	13.0 (1.8)	-1.3 (0.6)	5.6 (1.1)	14.2 (1.3)	18.0 (1.8)	-2.9 (0.2)	8.5 (3.2)	20.1 (3.4)	20.0 (4.0)	-3.8 (0.8)	10.2 (5.1)	22.9 (5.2)
AL9	74.6 (1.7)	7.6 (0.9)	30.6 (1.1)	-1.2 (1.0)	-1.2 (0.9)	-2.1 (0.5)	2.7 (0.9)	-3.1 (0.7)	0.7 (0.8)	-3.9 (0.9)	5.1 (1.2)	-5.3 (0.4)	1.1 (0.3)	-5.8 (1.1)	8.2 (1.1)

*Parantez içerisinde standart sapma değerleri verilmiştir.

Tablo 18'in devamı

VARYASYON	4.ÖLÇÜM				5.ÖLÇÜM				6.ÖLÇÜM				7.ÖLÇÜM				HOMOJENLİK GRUPLARI
	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE	
AL1	-21.8 (1.8)	-2.8 (1.0)	-12.6 (1.1)	24.8 (2.2)	-25.8 (1.9)	-3.1 (0.8)	-13.8 (0.7)	29.4 (1.2)	-28.3 (1.1)	-3.0 (0.8)	-13.8 (0.5)	31.7 (1.8)	-33.9 (1.3)	-2.4 (0.6)	-12.8 (2.0)	36.4 (1.2)	G
AL2	-18.9 (1.8)	-0.1 (0.2)	-14.5 (0.9)	23.5 (2.1)	-21.7 (2.1)	-0.5 (1.8)	-15.1 (0.9)	26.4 (1.4)	-23.8 (2.1)	-1.0 (0.5)	-15.3 (1.8)	28.3 (3.1)	-25.4 (2.5)	-1.3 (0.4)	-16.7 (0.9)	30.4 (2.5)	E
AL3	-0.8 (1.1)	-6.8 (1.5)	-15.8 (2.1)	17.0 (1.8)	-1.2 (0.8)	-7.4 (1.2)	-17.6 (1.9)	19.1 (2.8)	-2.3 (0.5)	-8.8 (1.2)	-18.4 (0.8)	20.6 (1.8)	-4.2 (1.0)	-8.8 (0.7)	-18.4 (0.2)	20.8 (0.2)	C
AL4	-7.8 (1.1)	1.1 (1.8)	7.8 (0.9)	10.8 (1.1)	-8.1 (1.8)	1.8 (0.2)	8.7 (1.8)	12.0 (1.1)	-9.4 (0.8)	2.6 (0.5)	9.6 (1.3)	13.8 (1.9)	-11.7 (1.8)	3.5 (0.3)	8.0 (0.4)	14.8 (3.2)	B
AL5	-6.9 (1.1)	2.9 (0.8)	-0.8 (0.9)	7.3 (1.3)	-7.9 (2.1)	3.8 (1.8)	-1.9 (1.2)	9.0 (2.1)	-9.1 (1.7)	4.3 (0.8)	-3.1 (0.7)	10.5 (1.0)	-12.8 (1.4)	4.8 (0.4)	-6.7 (0.8)	15.2 (1.5)	AB
AL6	17.6 (2.1)	0.02 (0.1)	2.6 (0.9)	18.3 (1.4)	18.8 (1.7)	0.1 (0.3)	3.2 (1.0)	19.1 (2.0)	21.9 (1.8)	-5.9 (0.5)	4.5 (0.9)	23.2 (2.4)	21.0 (2.4)	-6.8 (0.5)	3.1 (1.3)	22.3 (2.3)	CD
AL7	-2.8 (0.9)	0.8 (0.5)	-5.9 (0.2)	6.4 (1.1)	-3.1 (0.8)	0.1 (0.6)	-7.2 (1.0)	7.8 (1.1)	-3.4 (0.9)	0.04 (0.1)	-9.2 (1.1)	9.9 (1.0)	-6.4 (0.6)	-0.3 (0.5)	-9.5 (0.9)	11.4 (1.0)	AB
AL8	17.5 (1.7)	-3.1 (0.2)	10.3 (0.9)	20.9 (1.2)	18.1 (1.7)	-3.9 (0.8)	9.5 (0.7)	20.8 (1.2)	19.3 (1.9)	-4.3 (0.5)	8.5 (1.2)	21.7 (2.8)	18.2 (2.1)	-5.2 (0.7)	7.5 (3.4)	20.5 (2.9)	D
AL9	-2.6 (1.1)	1.8 (0.2)	-4.8 (0.5)	5.7 (0.8)	-3.1 (0.9)	1.1 (0.4)	-5.8 (1.0)	6.7 (1.8)	-4.0 (0.8)	0.9 (0.5)	-6.7 (1.2)	7.8 (1.8)	-6.7 (0.2)	0.6 (0.2)	-7.2 (0.9)	9.8 (0.8)	A

*Parantez içerisinde standart sapma değerleri verilmiştir.

Tablo 19. Sürmene sahil kesimi dış ortam testinde doğu kayını test ve kontrol örneklerinin renk değişimi ve Newman-Keuls testi sonuçları (p<0.05)

VARYASYON	İLK ÖLÇÜM			1.ÖLÇÜM				2.ÖLÇÜM				3.ÖLÇÜM			
	*L	*a	*b	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE
BK1	69.0 (1.8)	8.0 (0.8)	19.5 (1.7)	4.0 (2.1)	-3.1 (0.6)	-3.9 (1.5)	6.5 (2.3)	-7.8 (6.0)	-6.3 (0.7)	-13.4 (2.1)	17.5 (2.5)	-11.1 (2.4)	-6.9 (0.9)	-15.2 (2.0)	20.3 (0.9)
BK2	63.4 (0.5)	5.5 (0.2)	14.2 (0.9)	3.5 (2.0)	-1.4 (0.3)	3.2 (0.5)	5.0 (1.7)	3.5 (0.9)	-3.4 (0.3)	-5.1 (0.5)	7.1 (0.1)	-0.3 (0.8)	-4.3 (0.2)	-8.4 (0.3)	9.5 (0.3)
BK3	57.0 (0.1)	9.2 (0.2)	18.8 (0.5)	12.5 (2.2)	-4.8 (0.2)	-4.7 (1.2)	14.2 (1.8)	4.3 (3.1)	-8.2 (0.3)	-13.1 (0.5)	16.1 (0.1)	0.4 (2.5)	-8.4 (0.3)	-14.8 (0.7)	17.2 (0.5)
BK4	53.3 (1.8)	6.7 (0.2)	21.3 (2.0)	7.5 (0.4)	-4.5 (0.4)	3.9 (1.3)	9.6 (0.6)	8.9 (3.1)	-5.7 (0.3)	7.5 (0.4)	13.0 (0.8)	10.3 (1.2)	-5.8 (0.2)	8.9 (1.9)	14.8 (1.8)
BK5	55.6 (0.5)	7.2 (0.2)	15.0 (0.6)	5.7 (0.1)	-2.2 (0.2)	-3.7 (0.4)	7.1 (0.2)	6.2 (0.9)	-2.2 (0.1)	5.6 (1.7)	8.6 (1.5)	6.7 (0.4)	-2.2 (0.2)	6.1 (0.3)	9.3 (0.2)
BK6	44.9 (3.2)	12.3 (0.6)	20.6 (1.9)	15.4 (1.4)	-4.8 (0.8)	-1.2 (2.5)	16.5 (1.7)	20.5 (0.1)	-5.5 (0.3)	3.2 (0.5)	21.5 (0.3)	20.7 (1.4)	-6.3 (0.7)	2.9 (0.8)	21.9 (1.5)
BK7	62.1 (1.7)	12.1 (0.6)	27.2 (0.8)	8.8 (0.9)	-6.5 (0.5)	2.5 (0.7)	11.5 (0.8)	10.2 (1.5)	-7.6 (1.9)	-3.5 (3.3)	13.2 (3.1)	12.1 (1.6)	-7.6 (0.7)	-2.5 (0.8)	14.5 (1.5)
BK8	51.8 (0.3)	11.9 (0.6)	16.2 (1.7)	13.9 (2.9)	-4.7 (0.3)	4.5 (1.4)	14.6 (3.2)	14.1 (3.1)	-5.4 (2.0)	4.8 (1.2)	15.8 (3.7)	16.6 (0.5)	-5.4 (0.3)	5.2 (0.7)	18.2 (0.5)
BK9	65.0 (1.2)	10.0 (0.6)	24.5 (0.5)	3.6 (2.1)	-1.6 (0.2)	-1.2 (2.0)	4.2 (1.7)	6.2 (1.6)	-3.1 (0.6)	0.4 (0.8)	6.9 (1.5)	9.8 (1.2)	-5.4 (0.8)	-0.2 (0.0)	11.4 (1.3)

*Parantez içerisinde standart sapma değerleri verilmiştir.

Tablo 19'un devamı

VARYASYON	ÖLÇÜM 4				ÖLÇÜM 5				ÖLÇÜM 6				ÖLÇÜM 7				HOMOJENLİK GRUPLARI
	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE	
BK1	-28.2 (1.5)	-3.2 (0.8)	-15.6 (1.7)	32.4 (2.4)	-16.6 (1.2)	-6.9 (0.9)	-15.1 (1.4)	23.6 (2.7)	-15.8 (2.1)	-6.6 (0.7)	-17.5 (1.8)	24.5 (2.1)	-20.3 (3.0)	-6.3 (0.9)	-14.0 (1.8)	25.6 (1.8)	E
BK2	-24.9 (2.1)	-3.5 (0.3)	-16.3 (1.8)	29.9 (2.2)	-8.9 (0.8)	-4.9 (0.7)	-11.3 (1.2)	15.3 (1.9)	-7.3 (0.7)	-4.9 (0.6)	-10.9 (1.1)	14.0 (2.4)	-6.9 (1.1)	-4.9 (0.2)	-11.8 (0.9)	14.6 (1.0)	ABC
BK3	-26.4 (1.9)	-3.3 (0.5)	-15.9 (1.2)	31.0 (1.8)	-3.2 (1.4)	-7.3 (0.9)	-14.9 (1.8)	16.9 (2.1)	-4.6 (1.2)	-8.3 (1.9)	-15.1 (2.1)	17.8 (1.9)	-8.6 (1.2)	-8.0 (0.2)	-13.9 (0.9)	18.3 (0.8)	CDE
BK4	-15.9 (0.8)	-3.6 (1.2)	13.4 (1.8)	21.1 (2.1)	-12.4 (1.8)	-5.4 (0.4)	11.7 (1.0)	17.9 (0.9)	-12.1 (0.9)	-4.9 (0.7)	12.7 (1.8)	18.2 (1.7)	12.0 (1.1)	-3.3 (0.5)	13.6 (2.1)	18.5 (2.3)	BCD
BK5	-16.6 (1.0)	0.4 (0.1)	4.4 (0.9)	17.2 (2.5)	9.9 (1.2)	-1.8 (0.8)	7.9 (1.0)	12.9 (1.8)	10.3 (1.2)	-1.7 (0.8)	8.5 (1.0)	13.5 (1.3)	10.3 (0.2)	-0.7 (0.2)	9.2 (0.3)	13.8 (0.3)	AB
BK6	-14.0 (1.8)	1.5 (0.9)	4.4 (1.1)	14.7 (1.9)	22.8 (1.8)	-6.4 (0.9)	2.8 (1.2)	23.9 (1.8)	20.8 (1.2)	-5.8 (0.8)	3.1 (0.9)	21.8 (1.1)	22.2 (0.5)	-6.2 (1.1)	2.7 (2.1)	23.3 (0.6)	DE
BK7	-5.7 (0.8)	-0.2 (0.8)	6.0 (1.1)	8.3 (2.8)	13.6 (1.8)	-7.5 (0.9)	-1.4 (0.8)	15.6 (1.2)	12.2 (0.7)	-6.7 (0.1)	-1.3 (1.2)	13.9 (1.8)	13.5 (1.7)	-6.4 (0.7)	0.4 (0.8)	15.0 (1.9)	ABC
BK8	-9.9 (1.4)	1.5 (0.8)	2.6 (0.5)	10.4 (2.4)	17.8 (1.1)	-5.4 (0.8)	5.2 (0.9)	19.3 (1.0)	19.7 (1.9)	-5.8 (0.9)	5.2 (1.1)	21.3 (1.7)	20.1 (0.6)	-5.7 (0.3)	5.4 (1.1)	21.6 (0.6)	BCDE
BK9	-7.3 (1.1)	0.6 (0.2)	5.2 (0.9)	8.9 (1.2)	11.3 (1.4)	-5.1 (0.1)	1.6 (1.3)	12.6 (0.9)	9.5 (1.0)	-3.6 (0.1)	-0.8 (0.8)	10.2 (1.1)	11.0 (2.2)	-4.2 (0.4)	2.9 (2.1)	12.2 (2.6)	A

*Parantez içerisinde standart sapma değerleri verilmiştir.

Tablo 20. Sürmene sahil kesimi dış ortam testi sarıçam test ve kontrol örneklerinin renk değişimi ve Newman-Keuls testi sonuçları (p<0.05)

VARYASYON	İLK ÖLÇÜM			1.ÖLÇÜM				2.ÖLÇÜM				3.ÖLÇÜM			
	*L	*a	*b	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE
BS1	82.8 (1.3)	4.7 (1.4)	21.8 (1.6)	-12.3 (1.8)	3.7 (1.3)	-6.8 (2.4)	14.5 (1.4)	-16.5 (6.3)	-1.1 (0.8)	-12.4 (1.2)	20.7 (5.1)	-17.8 (5.9)	-2.3 (0.9)	-14.8 (0.7)	23.6 (4.1)
BS2	75.2 (0.3)	0.6 (0.3)	19.7 (0.4)	-14.9 (1.5)	4.6 (0.2)	1.6 (0.5)	15.7 (0.9)	-17.2 (1.9)	6.4 (0.5)	3.0 (2.1)	18.6 (2.2)	-18.9 (1.2)	5.3 (0.6)	-0.9 (1.8)	19.7 (1.1)
BS3	49.3 (3.2)	11.3 (1.0)	21.5 (2.1)	9.5 (0.6)	-1.9 (1.1)	2.2 (4.9)	10.0 (2.1)	11.3 (2.5)	-5.4 (1.4)	-8.1 (5.6)	14.9 (1.9)	-10.4 (2.8)	-7.2 (0.9)	-11.0 (5.1)	17.3 (2.2)
BS4	69.4 (1.2)	0.3 (1.6)	30.5 (1.3)	-3.7 (0.2)	1.5 (0.6)	1.1 (1.6)	4.2 (0.4)	-6.7 (1.1)	2.5 (1.6)	1.9 (0.9)	7.4 (1.4)	-6.3 (0.9)	3.1 (1.8)	2.8 (0.9)	7.6 (1.2)
BS5	68.9 (0.9)	0.9 (0.4)	25.8 (1.4)	-3.2 (0.2)	1.9 (0.6)	-2.4 (1.6)	4.4 (0.4)	-6.5 (0.6)	3.4 (0.6)	-2.5 (0.4)	7.7 (0.2)	-6.3 (2.0)	4.5 (1.9)	-1.8 (1.9)	8.3 (0.6)
BS6	40.4 (3.4)	13.2 (0.6)	20.6 (3.4)	13.1 (0.2)	-3.5 (0.8)	2.2 (0.2)	13.8 (0.4)	18.4 (2.0)	-5.1 (0.8)	4.6 (3.1)	19.6 (2.5)	20.1 (2.3)	-5.5 (1.0)	4.5 (3.5)	21.5 (2.5)
BS7	76.4 (2.8)	6.4 (1.4)	37.3 (1.0)	-4.1 (1.1)	-0.6 (2.2)	-6.3 (2.3)	7.5 (1.8)	-6.9 (2.0)	0.5 (1.3)	-10.4 (1.3)	12.5 (2.5)	-5.9 (2.0)	0.6 (0.9)	-10.4 (1.8)	12.0 (2.5)
BS8	44.3 (1.1)	12.5 (0.6)	12.3 (1.1)	14.0 (1.9)	-3.1 (0.6)	9.3 (1.6)	17.1 (1.9)	17.7 (4.2)	-5.0 (0.8)	8.0 (1.2)	20.2 (4.2)	18.2 (1.5)	-4.5 (0.3)	8.6 (0.9)	20.6 (1.3)
BS9	76.9 (0.3)	7.3 (0.2)	33.9 (0.5)	-5.2 (0.1)	1.3 (0.2)	-7.0 (0.4)	8.8 (0.3)	-7.3 (1.1)	0.7 (0.3)	-9.7 (0.6)	12.2 (1.1)	-6.3 (0.7)	1.1 (0.5)	-9.5 (0.7)	11.5 (0.8)

*Parantez içerisinde standart sapma değerleri verilmiştir.

Tablo 20'in devamı

VARYASYON	4.ÖLÇÜM				5.ÖLÇÜM				6.ÖLÇÜM				7.ÖLÇÜM				HOMOJENLİK GRUPLARI
	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE	
BS1	-23.5 (2.4)	-2.6 (1.1)	-10.7 (1.3)	28.0 (1.9)	-27.9 (2.9)	-3.7 (0.5)	-17.4 (0.8)	33.3 (1.1)	-28.7 (1.8)	-3.7 (0.2)	-17.4 (1.2)	33.9 (2.3)	-28.8 (2.6)	-3.6 (1.4)	-17.7 (1.7)	34.2 (1.7)	C
BS2	-27.2 (1.8)	-0.9 (0.5)	-8.2 (0.9)	28.5 (2.1)	-21.1 (1.8)	1.8 (0.4)	-11.3 (1.1)	24.0 (2.1)	-21.6 (2.4)	1.9 (0.8)	-11.3 (1.8)	24.7 (1.9)	-21.1 (0.6)	1.2 (0.4)	-13.6 (1.0)	25.2 (1.0)	B
BS3	-29.1 (1.3)	-2.7 (1.1)	-14.5 (0.9)	32.6 (1.1)	-1.6 (0.8)	-10.1 (1.2)	-16.8 (0.9)	19.8 (2.3)	-1.0 (0.1)	-10.3 (1.2)	-17.5 (2.7)	20.5 (2.4)	-0.3 (1.4)	-10.2 (1.8)	-17.9 (0.2)	20.7 (2.0)	B
BS4	-18.2 (0.7)	0.5 (1.1)	-4.8 (1.3)	24.2 (1.9)	-6.2 (1.0)	4.8 (1.4)	3.8 (0.8)	8.8 (0.9)	-6.8 (1.7)	5.1 (0.8)	3.7 (0.2)	9.3 (1.3)	-7.6 (3.1)	7.1 (0.2)	3.4 (2.1)	11.0 (2.9)	A
BS5	-21.4 (1.2)	0.9 (0.3)	3.9 (1.2)	21.8 (1.7)	-8.7 (1.2)	5.0 (1.8)	-3.3 (0.9)	10.6 (1.1)	-7.7 (1.2)	6.0 (2.1)	-2.5 (0.1)	10.5 (0.6)	-11.2 (3.2)	6.8 (1.0)	-5.0 (3.2)	14.2 (3.3)	A
BS6	-18.7 (1.9)	3.3 (0.2)	5.6 (0.9)	19.8 (2.0)	23.8 (2.1)	-0.3 (0.8)	-12.4 (1.2)	13.2 (1.8)	23.5 (1.9)	-6.1 (0.8)	3.4 (0.8)	24.7 (2.1)	25.0 (1.7)	-6.3 (0.9)	3.6 (1.9)	26.1 (2.1)	B
BS7	-9.6 (1.5)	2.1 (0.9)	6.2 (1.6)	11.6 (0.8)	-4.0 (1.8)	-0.3 (0.9)	-12.4 (1.1)	13.2 (1.8)	-3.7 (1.1)	-0.5 (0.1)	-12.6 (0.4)	13.2 (2.8)	-3.5 (1.2)	-0.3 (0.2)	-12.3 (1.1)	12.9 (1.6)	A
BS8	-13.4 (0.9)	3.2 (1.2)	3.3 (0.4)	14.5 (1.9)	22.2 (1.0)	-5.2 (0.8)	8.6 (0.7)	24.3 (1.8)	22.9 (1.2)	-5.4 (0.7)	8.4 (0.4)	25.0 (1.8)	22.8 (1.5)	-4.9 (0.5)	8.7 (1.8)	24.9 (1.4)	B
BS9	-8.9 (1.2)	2.9 (0.8)	4.1 (1.1)	10.2 (1.8)	-3.9 (0.7)	0.01 (0.1)	-10.5 (0.8)	11.3 (0.9)	-3.2 (0.4)	-0.2 (0.8)	-10.6 (1.5)	11.1 (2.4)	-3.3 (1.1)	-0.1 (0.5)	-10.9 (0.2)	11.4 (0.6)	A

*Parantez içerisinde standart sapma değerleri verilmiştir.

Tablo 21. Sürmene sahil kesimi dış ortam testinde doğu ladini test ve kontrol örneklerinin renk değişimi ve Newman-Keuls testi sonuçları (p<0.05)

VARYASYON	İLK ÖLÇÜM			1.ÖLÇÜM				2.ÖLÇÜM				3.ÖLÇÜM			
	*L	*a	*b	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE
BL1	83.2 (1.1)	4.0 (0.3)	18.8 (0.9)	-8.8 (1.2)	3.6 (0.5)	-0.1 (0.6)	9.5 (1.2)	-12.0 (1.9)	-0.4 (0.6)	-9.3 (0.4)	15.2 (1.7)	-15.2 (2.1)	-1.6 (0.4)	-12.1 (0.8)	19.5 (1.8)
BL2	77.5 (1.3)	1.9 (0.6)	19.4 (0.8)	-13.5 (1.0)	4.8 (0.9)	9.3 (0.3)	17.1 (1.2)	14.2 (1.5)	4.7 (1.0)	2.2 (0.3)	15.1 (1.7)	-15.1 (1.6)	4.0 (1.1)	-1.2 (0.3)	15.7 (1.7)
BL3	53.9 (1.8)	9.9 (0.5)	21.4 (1.2)	11.5 (1.5)	-2.9 (0.5)	-3.7 (1.3)	12.4 (1.9)	4.3 (3.3)	-2.6 (6.4)	-7.2 (8.0)	8.8 (3.9)	9.4 (2.0)	-7.2 (0.6)	-14.2 (1.4)	18.5 (2.0)
BL4	70.5 (2.2)	1.2 (1.0)	31.0 (0.6)	-3.5 (1.0)	1.0 (1.0)	1.3 (0.2)	3.8 (1.1)	-7.5 (1.3)	2.9 (1.2)	2.5 (0.2)	8.4 (1.5)	-6.7 (1.3)	3.3 (1.4)	4.0 (0.3)	8.4 (1.7)
BL5	69.3 (3.6)	2.9 (1.5)	24.2 (2.0)	-4.2 (0.8)	2.2 (1.4)	-1.8 (2.4)	5.1 (1.1)	-7.1 (1.5)	3.7 (0.9)	-0.8 (0.8)	8.1 (1.7)	-5.2 (1.8)	4.3 (1.1)	0.2 (0.9)	6.8 (2.1)
BL6	42.5 (0.9)	12.6 (0.9)	21.5 (0.9)	16.1 (2.3)	-3.2 (1.3)	7.3 (3.5)	18.0 (3.3)	18.4 (1.3)	-5.0 (1.4)	4.1 (3.4)	19.5 (1.6)	20.0 (2.5)	-4.6 (1.2)	4.7 (3.5)	21.1 (2.9)
BL7	76.1 (3.2)	6.5 (0.9)	34.8 (3.3)	-5.3 (0.6)	1.7 (0.3)	-5.0 (0.7)	7.5 (0.8)	-6.5 (0.6)	0.8 (0.8)	-6.8 (0.6)	9.5 (0.6)	-5.5 (0.5)	0.9 (0.4)	-7.0 (0.3)	8.7 (0.4)
BL8	45.9 (1.6)	12.1 (0.9)	12.6 (0.7)	13.2 (1.5)	-2.9 (0.6)	8.5 (1.7)	10.0 (1.9)	13.2 (4.4)	-4.4 (0.8)	7.3 (1.8)	11.4 (1.9)	17.5 (1.1)	-4.5 (0.9)	7.2 (1.7)	19.5 (1.4)
BL9	79.8 (1.3)	5.0 (0.8)	33.1 (1.2)	-7.4 (0.2)	4.1 (0.3)	-8.5 (0.2)	10.1 (0.1)	-9.2 (0.7)	-3.0 (0.7)	-8.6 (0.7)	12.9 (1.1)	-8.5 (0.5)	3.2 (0.5)	-8.9 (0.8)	12.7 (1.0)

*Parantez içerisinde standart sapma değerleri verilmiştir.

Tablo 21'nin devamı

VARYASYON	4.ÖLÇÜM				5.ÖLÇÜM				6.ÖLÇÜM				7.ÖLÇÜM				HOMOJENLİK GRUPLARI
	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE	
BL1	-22.2 (0.9)	-3.1 (0.2)	-14.9 (1.1)	26.9 (1.2)	-26.6 (1.8)	-3.1 (0.1)	-14.6 (0.8)	30.5 (1.9)	-27.5 (1.8)	-3.1 (0.9)	-14.5 (1.1)	31.3 (2.3)	-29.1 (1.1)	-3.1 (0.3)	-15.2 (1.2)	32.9 (1.0)	C
BL2	-24.6 (1.8)	-2.0 (0.1)	-11.3 (0.5)	27.2 (1.1)	-23.3 (1.2)	-0.5 (0.1)	-14.2 (0.8)	27.3 (1.9)	-24.5 (3.1)	-0.7 (0.1)	-14.8 (1.9)	28.6 (2.4)	-25.8 (1.6)	-0.9 (0.6)	-16.1 (1.0)	30.9 (1.8)	C
BL3	-26.8 (1.5)	-2.7 (0.5)	-14.5 (0.9)	30.6 (1.8)	-1.4 (1.9)	-8.9 (0.8)	-17.3 (2.1)	19.5 (1.8)	-3.6 (1.8)	-9.0 (1.0)	-17.8 (2.4)	20.3 (1.8)	-3.9 (1.5)	-8.9 (0.5)	-18.2 (1.1)	20.6 (0.9)	BC
BL4	-17.9 (2.1)	0.5 (0.2)	16.8 (1.8)	24.5 (2.4)	-7.8 (1.0)	4.8 (0.1)	4.4 (0.9)	10.2 (1.1)	-8.4 (1.8)	5.0 (0.8)	4.4 (0.6)	10.7 (1.1)	-8.9 (1.7)	6.4 (1.0)	4.6 (0.2)	11.9 (1.8)	AB
BL5	-17.3 (1.9)	3.3 (0.2)	5.9 (0.9)	18.6 (1.8)	-5.7 (0.9)	5.4 (1.1)	-0.1 (0.2)	7.9 (1.0)	-6.2 (1.1)	5.6 (0.8)	-0.5 (0.9)	8.4 (1.8)	-6.6 (1.6)	6.7 (1.2)	-0.6 (1.3)	9.5 (2.0)	A
BL6	-16.3 (1.2)	2.8 (0.5)	6.1 (0.4)	17.6 (0.6)	23.8 (1.8)	-5.9 (1.1)	3.0 (0.9)	24.9 (0.9)	7.9 (1.8)	-6.1 (0.8)	2.5 (1.2)	25.3 (2.1)	24.2 (1.4)	-5.8 (1.5)	2.9 (3.7)	25.3 (1.5)	C
BL7	-8.7 (1.5)	2.5 (0.8)	8.0 (0.4)	12.1 (0.9)	-3.8 (0.8)	0.4 (0.2)	-8.2 (0.9)	9.1 (1.1)	-3.6 (1.0)	0.1 (0.5)	-8.7 (1.2)	9.4 (1.8)	-3.6 (0.2)	0.6 (0.6)	-8.3 (0.5)	9.1 (0.5)	A
BL8	-14.2 (0.9)	2.7 (0.1)	1.3 (0.5)	14.5 (1.2)	21.2 (1.8)	-5.2 (0.8)	7.1 (0.9)	23.0 (1.8)	21.9 (0.8)	-5.6 (1.2)	6.5 (1.8)	23.6 (2.1)	22.1 (0.9)	-5.4 (1.1)	6.7 (1.7)	23.7 (1.0)	BC
BL9	-7.7 (0.5)	3.4 (0.2)	5.4 (0.8)	10.1 (1.1)	-6.0 (0.9)	2.5 (0.6)	-9.4 (1.0)	11.4 (1.2)	-5.8 (1.1)	2.3 (0.9)	-9.7 (1.3)	11.5 (1.8)	-5.2 (0.8)	2.5 (0.6)	-9.7 (0.9)	11.3 (1.2)	AB

*Parantez içerisinde standart sapma değerleri verilmiştir.

Tablo 22. Hıdırnebi yaylası dış ortam testinde doğu kayını test ve kontrol örneklerinin renk değişim ve Newman-Keuls testi sonuçları (p<0.05)

VARYASYON	İLK ÖLÇÜM			1.ÖLÇÜM				2.ÖLÇÜM				3.ÖLÇÜM			
	*L	*a	*b	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE
CK1	71.3 (3.9)	7.8 (1.2)	20.8 (2.4)	-17.6 (1.7)	-1.8 (0.2)	-10.7 (0.9)	20.7 (1.2)	-20.1 (1.8)	-2.8 (0.8)	-13.6 (1.8)	24.5 (2.5)	-22.2 (2.4)	-3.7 (1.3)	-15.4 (1.8)	27.5 (2.2)
CK2	64.1 (1.8)	5.6 (0.01)	15.5 (1.5)	-10.9 (1.8)	2.5 (0.8)	0.9 (0.1)	11.2 (1.9)	-14.1 (2.1)	0.1 (0.1)	2.7 (0.8)	14.3 (1.9)	-15.9 (1.3)	4.4 (0.3)	1.7 (1.7)	16.7 (1.9)
CK3	57.3 (0.5)	9.8 (0.2)	19.0 (0.3)	-1.0 (1.2)	-5.2 (0.4)	10.3 (0.9)	11.6 (1.8)	-0.3 (1.8)	-6.4 (1.2)	13.5 (2.1)	14.9 (2.1)	-0.2 (1.0)	-7.2 (0.3)	-13.7 (0.5)	15.5 (0.8)
CK4	50.7 (1.3)	7.3 (1.0)	19.2 (0.4)	-0.8 (0.2)	-1.2 (0.8)	2.2 (1.2)	2.6 (1.0)	-1.1 (2.1)	-1.8 (1.8)	3.1 (1.1)	3.7 (0.5)	-1.8 (0.8)	-2.1 (0.5)	3.7 (1.2)	4.7 (0.7)
CK5	55.7 (2.3)	6.5 (0.3)	13.3 (1.7)	-0.1 (0.1)	-0.9 (1.0)	-1.8 (0.9)	2.1 (0.8)	-0.9 (0.8)	0.1 (0.5)	-2.1 (0.2)	2.3 (0.9)	-1.5 (3.3)	0.8 (1.1)	-2.7 (3.2)	3.3 (4.6)
CK6	43.8 (0.8)	12.2 (0.1)	19.8 (0.7)	15.9 (1.0)	-7.1 (0.9)	1.4 (1.9)	17.5 (2.1)	19.2 (1.7)	-5.1 (0.8)	4.9 (0.9)	20.5 (1.9)	-21.1 (1.0)	-5.5 (0.6)	5.3 (1.1)	22.4 (0.9)
CK7	60.7 (1.8)	11.7 (0.9)	26.0 (1.4)	-1.2 (0.9)	1.2 (1.8)	-6.3 (2.1)	6.5 (1.7)	-2.8 (1.0)	-0.8 (0.5)	-9.2 (0.9)	9.6 (1.2)	-3.5 (0.7)	0.8 (0.8)	-10.2 (1.6)	10.9 (0.5)
CK8	49.1 (2.3)	11.6 (0.4)	13.5 (2.1)	13.8 (1.8)	-1.4 (1.1)	5.6 (1.9)	15.0 (1.8)	17.2 (1.5)	-3.9 (0.8)	8.4 (0.9)	19.5 (1.9)	19.2 (1.2)	-4.5 (0.8)	9.6 (2.1)	21.9 (1.7)
CK9	61.2 (0.6)	11.9 (0.6)	23.0 (0.4)	-1.7 (1.0)	-1.3 (0.9)	-4.9 (0.7)	5.3 (1.8)	-2.2 (1.0)	-0.9 (0.2)	-8.6 (1.2)	8.9 (1.8)	-3.2 (0.9)	0.3 (0.6)	-9.4 (0.3)	9.0 (1.1)

*Parantez içerisinde standart sapma değerleri verilmiştir.

Tablo 22'nin devamı

VARYASYON	4.ÖLÇÜM				5.ÖLÇÜM				6.ÖLÇÜM				7.ÖLÇÜM				HOMOJENLİK GRUPLARI
	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE	
CK1	-27.9 (1.4)	-3.6 (0.5)	-14.1 (1.0)	31.5 (1.8)	-15.9 (1.2)	-6.9 (1.0)	-14.8 (0.9)	22.7 (2.1)	-13.8 (1.8)	-7.1 (0.9)	-16.2 (1.0)	23.0 (1.8)	-18.8 (1.9)	-7.2 (1.4)	-17.2 (1.9)	26.5 (2.0)	D
CK2	-23.7 (1.1)	-3.7 (0.5)	-17.3 (1.9)	29.6 (2.2)	-10.3 (0.8)	-4.8 (0.5)	-13.2 (0.9)	17.3 (1.7)	-9.5 (1.1)	-4.8 (1.2)	-12.5 (0.9)	16.7 (0.8)	-9.5 (4.9)	-5.1 (0.1)	-13.5 (1.7)	17.5 (3.8)	B
CK3	-24.6 (2.5)	-3.1 (0.8)	-15.8 (1.8)	29.4 (2.8)	-7.1 (1.0)	-7.9 (0.8)	-14.3 (1.0)	17.6 (2.4)	-8.4 (0.9)	-9.0 (1.0)	-16.6 (1.3)	20.7 (1.8)	-7.9 (1.9)	-9.1 (0.3)	-16.9 (0.6)	20.7 (1.3)	AB
CK4	-15.6 (1.8)	-5.4 (0.9)	21.6 (1.7)	27.2 (2.1)	12.7 (1.7)	-8.7 (1.0)	18.7 (2.2)	24.1 (2.3)	14.8 (1.7)	-7.4 (1.3)	14.2 (1.7)	21.9 (1.9)	13.4 (0.3)	-6.7 (0.6)	14.7 (1.3)	11.6 (0.7)	A
CK5	-14.7 (1.4)	-1.1 (0.8)	3.8 (0.9)	15.2 (2.1)	9.1 (1.1)	-2.7 (0.8)	7.8 (1.9)	12.2 (2.1)	11.5 (1.8)	-2.2 (0.9)	9.6 (1.8)	15.3 (2.1)	7.1 (2.8)	-0.5 (1.4)	9.0 (3.2)	11.6 (4.6)	CD
CK6	-17.6 (1.8)	1.7 (1.2)	5.4 (2.1)	18.8 (1.9)	27.4 (2.8)	-7.1 (1.8)	3.1 (1.0)	28.4 (1.9)	25.3 (1.8)	-6.2 (1.1)	4.4 (1.2)	26.4 (2.2)	24.7 (1.0)	-6.7 (0.6)	2.7 (1.7)	25.7 (2.9)	AB
CK7	-3.6 (1.1)	-1.3 (1.8)	4.2 (1.8)	5.7 (2.1)	18.9 (1.8)	-8.6 (1.9)	-2.1 (0.3)	20.7 (2.4)	17.5 (0.5)	-7.9 (1.8)	-1.7 (0.9)	19.4 (1.2)	17.7 (1.4)	-7.9 (0.5)	-2.1 (0.8)	19.5 (1.4)	AB
CK8	-11.6 (1.2)	1.6 (0.8)	3.7 (0.9)	12.3 (0.8)	18.6 (1.8)	-5.0 (0.9)	7.9 (2.1)	20.7 (1.7)	21.6 (1.7)	-5.1 (1.3)	8.4 (1.1)	23.8 (0.9)	21.8 (0.8)	-5.6 (0.8)	7.4 (1.5)	23.7 (0.9)	B
CK9	-10.7 (1.8)	0.8 (0.2)	6.1 (1.8)	12.4 (2.1)	17.6 (2.1)	-8.7 (1.5)	3.4 (0.8)	19.7 (2.9)	15.7 (1.1)	-7.0 (1.9)	1.6 (1.8)	17.3 (1.7)	15.1 (0.9)	-7.0 (0.7)	-2.1 (0.5)	19.5 (1.0)	AB

*Parantez içerisinde standart sapma değerleri verilmiştir.

Tablo 23. Hıdırnebi yaylası dış ortam testinde sarıçam test ve kontrol örneklerinin renk değişim değişimi ve Newman-Keuls testi sonuçları (p<0.05)

VARYASYON	İLK ÖLÇÜM			1.ÖLÇÜM				2.ÖLÇÜM				3.ÖLÇÜM			
	*L	*a	*b	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE
CS1	80.2 (2.2)	5.2 (2.2)	21.6 (2.6)	-14.3 (1.8)	-1.2 (0.7)	-10.2 (0.5)	17.6 (0.1)	-18.5 (1.4)	-2.5 (1.1)	-13.1 (1.8)	22.8 (2.1)	-22.2 (3.5)	-3.7 (1.0)	-15.4 (2.8)	27.5 (2.1)
CS2	73.8 (1.7)	1.2 (2.2)	18.9 (2.6)	-9.4 (2.2)	2.5 (1.2)	0.2 (0.2)	9.7 (1.9)	-13.3 (1.8)	3.7 (1.0)	1.1 (0.9)	13.8 (0.5)	-15.9 (2.7)	4.4 (1.0)	1.7 (1.2)	16.7 (2.8)
CS3	47.6 (1.9)	10.1 (0.3)	20.6 (1.3)	-1.8 (0.5)	-3.8 (1.2)	-8.2 (1.7)	9.2 (1.1)	-0.9 (0.5)	-6.2 (0.6)	-11.3 (0.9)	12.9 (1.2)	-0.2 (1.6)	-7.2 (0.2)	-13.7 (1.9)	15.5 (1.8)
CS4	69.1 (1.2)	-0.4 (0.5)	30.2 (0.3)	-0.3 (0.1)	-1.9 (0.8)	0.8 (0.2)	2.1 (0.2)	-1.0 (0.4)	-1.4 (0.8)	2.3 (0.8)	2.9 (1.7)	-1.8 (0.6)	-2.1 (0.1)	3.7 (0.1)	4.7 (0.4)
CS5	67.9 (2.1)	2.3 (1.4)	24.9 (0.4)	1.2 (0.8)	-2.1 (1.4)	-0.2 (0.3)	2.4 (1.2)	-0.2 (0.2)	-1.0 (0.8)	-1.6 (0.7)	1.9 (0.9)	-1.5 (0.4)	0.8 (0.7)	-2.7 (1.5)	3.3 (0.4)
CS6	40.8 (1.4)	13.4 (0.2)	20.9 (1.1)	14.7 (1.1)	-2.4 (1.8)	1.9 (1.1)	15.1 (1.5)	18.2 (1.8)	-4.1 (0.9)	3.9 (1.2)	19.1 (2.4)	21.1 (0.1)	-5.5 (1.2)	5.3 (1.9)	22.4 (1.7)
CS7	76.9 (1.4)	6.5 (1.4)	37.9 (1.6)	-0.3 (0.1)	-1.9 (0.8)	-4.3 (0.9)	4.7 (1.5)	-2.3 (1.0)	-1.0 (0.4)	-7.2 (1.3)	7.6 (1.1)	-3.5 (0.2)	0.8 (0.1)	-10.2 (1.8)	10.9 (1.1)
CS8	44.8 (1.8)	12.5 (0.5)	11.3 (2.4)	13.6 (0.5)	-1.7 (1.0)	6.3 (0.7)	15.1 (0.6)	16.3 (1.8)	-3.2 (1.7)	8.2 (2.1)	18.5 (1.9)	19.2 (0.4)	-4.5 (0.8)	9.6 (1.8)	21.9 (1.1)
CS9	76.4 (0.2)	7.6 (0.2)	33.8 (0.3)	1.3 (0.9)	2.3 (1.0)	-3.2 (1.4)	4.2 (1.5)	-1.8 (0.9)	-1.1 (0.4)	-7.8 (0.5)	8.1 (1.2)	-3.2 (1.1)	0.3 (0.6)	-9.4 (0.5)	9.0 (0.8)

*Parantez içerisinde standart sapma değerleri verilmiştir.

Tablo 23'ün devamı

VARYASYON	ÖLÇÜM 4				ÖLÇÜM 5				ÖLÇÜM 6				ÖLÇÜM 7				HOMOJENLİK GRUPLARI
	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE	
CS1	-21.4 (3.1)	-3.8 (1.8)	-17.6 (2.5)	27.9 (2.7)	-25.9 (2.1)	-4.3 (0.9)	-18.1 (2.8)	31.9 (3.1)	-27.3 (1.2)	-4.8 (0.8)	-18.7 (2.7)	33.4 (2.1)	-25.3 (4.3)	-5.1 (1.0)	-13.8 (2.5)	32.0 (3.7)	C
CS2	-16.7 (1.7)	0.7 (0.9)	-8.3 (0.2)	18.7 (0.8)	-17.6 (1.8)	1.1 (0.5)	-9.1 (1.1)	19.8 (1.8)	-18.5 (1.7)	1.4 (0.8)	-9.3 (0.9)	20.8 (1.1)	-17.2 (3.8)	1.0 (0.9)	-12.0 (0.5)	21.1 (3.1)	BC
CS3	-2.1 (1.7)	-6.8 (2.4)	-12.7 (3.2)	14.3 (2.4)	-1.6 (0.9)	-7.8 (1.2)	-15.9 (3.4)	17.8 (1.8)	-1.3 (0.4)	-8.7 (0.2)	-17.4 (1.2)	19.6 (1.1)	-2.4 (2.3)	-8.8 (0.3)	-16.9 (1.5)	19.3 (1.3)	BC
CS4	-2.7 (1.2)	0.7 (0.3)	5.8 (2.4)	6.5 (1.8)	-2.3 (1.0)	2.4 (0.9)	5.9 (1.1)	6.8 (0.8)	-3.4 (0.1)	-0.2 (0.1)	7.2 (1.0)	8.0 (1.1)	-5.0 (1.2)	1.3 (0.9)	6.5 (1.1)	8.4 (1.0)	A
CS5	-2.1 (1.7)	1.8 (1.9)	-2.3 (0.5)	3.8 (1.0)	-2.8 (0.9)	2.7 (1.2)	-1.4 (0.8)	4.1 (1.1)	-3.1 (1.1)	3.1 (1.0)	-0.8 (0.2)	4.6 (0.8)	-6.3 (1.1)	4.0 (0.7)	-3.3 (1.0)	8.2 (2.2)	A
CS6	21.6 (2.2)	1.1 (0.3)	8.6 (0.9)	23.3 (1.5)	23.7 (1.8)	-0.7 (0.8)	-10.9 (0.7)	26.1 (1.1)	24.6 (1.2)	-5.8 (1.1)	4.6 (1.9)	25.8 (2.8)	25.3 (0.7)	-6.7 (0.5)	3.6 (1.3)	26.7 (0.7)	BC
CS7	-8.6 (1.2)	1.8 (0.7)	4.2 (0.9)	9.8 (1.7)	-2.1 (0.9)	-0.1 (0.1)	-10.7 (1.1)	10.9 (1.2)	-1.5 (0.5)	-0.2 (0.1)	-11.9 (0.8)	12.1 (0.6)	-2.0 (1.4)	-1.0 (0.3)	-13.8 (0.5)	14.1 (0.7)	A
CS8	-15.6 (0.5)	-3.7 (0.8)	2.9 (1.5)	16.2 (1.2)	21.3 (1.1)	-4.8 (1.0)	7.6 (0.9)	23.1 (1.8)	23.4 (2.1)	-5.6 (0.1)	8.8 (0.9)	25.6 (1.5)	26.2 (4.2)	-6.1 (0.7)	9.9 (3.6)	28.7 (5.0)	BC
CS9	-7.2 (1.1)	2.1 (1.3)	3.8 (0.7)	8.5 (1.9)	-2.3 (1.0)	0.1 (0.1)	-9.8 (1.5)	10.1 (0.7)	-1.3 (0.4)	-0.2 (0.2)	-10.0 (0.5)	10.2 (0.6)	-2.4 (1.4)	-1.3 (0.3)	-11.7 (0.5)	12.1 (0.7)	A

*Parantez içerisinde standart sapma değerleri verilmiştir.

Tablo 24. Hıdırnebi yaylası dış ortam testinde doğu ladini test ve kontrol örneklerinin renk değişimi ve Newman-Keuls testi sonuçları (p<0.05)

VARYASYON	İLK ÖLÇÜM			1.ÖLÇÜM				2.ÖLÇÜM				3.ÖLÇÜM			
	*L	*a	*b	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE
CL1	83.9 (2.2)	3.6 (0.9)	18.8 (1.1)	-14.9 (1.1)	1.8 (0.8)	-7.8 (1.9)	17.0 (2.1)	-18.6 (1.2)	-0.6 (0.2)	-10.4 (1.8)	21.5 (1.8)	-22.8 (4.6)	-1.6 (0.7)	-12.5 (1.0)	26.3 (4.1)
CL2	79.2 (1.6)	1.5 (1.2)	19.9 (0.3)	-11.6 (1.1)	0.2 (0.1)	-0.7 (0.2)	11.6 (0.9)	-14.3 (1.2)	1.8 (0.1)	-1.5 (0.9)	14.5 (1.1)	-16.5 (1.6)	3.0 (1.7)	-2.2 (2.5)	17.2 (1.7)
CL3	53.5 (1.7)	10.1 (0.3)	21.9 (0.1)	-1.4 (0.8)	-5.2 (1.7)	-12.1 (1.2)	13.2 (1.2)	0.4 (0.1)	-6.9 (0.8)	-14.8 (2.9)	16.3 (1.8)	1.8 (4.2)	-8.4 (0.1)	-17.4 (0.6)	19.7 (0.3)
CL4	68.6 (2.2)	2.8 (0.3)	30.7 (0.1)	-0.7 (0.2)	-0.2 (0.8)	0.3 (0.9)	0.8 (0.3)	-1.3 (0.2)	-1.1 (0.8)	1.8 (0.9)	2.5 (0.2)	-2.0 (1.5)	-1.6 (0.6)	2.6 (0.8)	3.7 (1.6)
CL5	70.6 (1.5)	2.8 (0.7)	25.9 (1.3)	1.3 (0.2)	-0.3 (0.6)	-0.4 (0.1)	1.4 (0.6)	-0.8 (0.5)	-1.2 (0.5)	-1.8 (0.5)	2.3 (0.1)	-2.1 (1.9)	0.7 (0.5)	-2.6 (1.7)	3.5 (1.6)
CL6	41.1 (1.9)	12.8 (0.9)	20.3 (1.9)	15.7 (1.1)	-2.3 (0.1)	2.8 (0.8)	16.1 (1.1)	18.9 (1.8)	-3.7 (0.7)	4.8 (0.5)	19.8 (1.2)	22.5 (0.8)	-5.3 (0.3)	5.9 (1.0)	23.8 (0.8)
CL7	75.8 (0.5)	6.6 (0.3)	35.4 (1.6)	1.2 (0.8)	-0.6 (0.1)	-3.8 (0.4)	4.1 (0.1)	-0.2 (0.1)	-1.7 (0.2)	-6.5 (0.9)	6.7 (0.8)	-1.7 (0.9)	0.4 (0.5)	-7.9 (1.7)	8.2 (1.6)
CL8	44.6 (0.9)	12.5 (0.4)	12.4 (1.2)	14.3 (1.8)	-3.2 (1.0)	4.5 (2.1)	15.3 (1.9)	17.4 (0.9)	-4.4 (0.2)	6.9 (0.3)	19.3 (1.2)	20.9 (0.6)	-5.2 (0.7)	8.5 (1.1)	23.2 (0.6)
CL9	79.0 (1.0)	5.1 (0.7)	32.9 (1.2)	-1.3 (0.1)	-1.2 (0.9)	-2.2 (1.0)	2.8 (0.8)	-2.7 (0.5)	0.9 (0.1)	-4.8 (1.1)	5.6 (0.8)	-4.9 (1.1)	2.3 (0.7)	-7.4 (0.9)	9.2 (1.5)

*Parantez içerisinde standart sapma değerleri verilmiştir.

Tablo 24'ün devamı

VARYASYON	4.ÖLÇÜM				5.ÖLÇÜM				6.ÖLÇÜM				7.ÖLÇÜM				HOMOJENLİK GRUPLARI
	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE	
CL1	-23.5 (0.5)	-2.1 (0.7)	14.4 (0.7)	27.6 (1.1)	-26.8 (1.2)	-2.6 (0.9)	-14.8 (0.5)	30.7 (1.2)	-29.5 (1.8)	-2.7 (0.1)	-15.4 (1.7)	33.5 (2.7)	-30.9 (2.8)	-2.8 (0.8)	-15.9 (0.9)	34.9 (2.3)	C
CL2	-20.7 (1.4)	-0.8 (0.6)	-12.7 (0.8)	24.3 (2.2)	-21.5 (1.8)	-0.1 (0.2)	-13.8 (0.4)	25.5 (2.4)	-22.7 (2.1)	-0.2 (0.2)	-14.9 (0.9)	27.2 (1.7)	-24.6 (3.2)	-0.7 (1.2)	-17.1 (0.8)	30.0 (3.0)	B
CL3	-15.9 (.3)	-6.8 (0.1)	-13.7 (1.1)	21.9 (2.0)	-1.9 (2.1)	-8.6 (0.9)	-18.9 (2.9)	20.6 (1.8)	-2.8 (1.1)	-9.2 (1.8)	-19.3 (0.9)	21.7 (2.4)	-3.8 (2.0)	-9.3 (0.4)	-19.7 (0.4)	22.2 (0.4)	B
CL4	-17.1 (0.9)	0.6 (0.2)	3.2 (0.5)	17.4 (0.8)	-2.8 (1.0)	0.9 (0.2)	4.6 (1.5)	5.5 (1.1)	-3.2 (0.8)	1.3 (0.2)	5.5 (2.1)	6.6 (1.9)	-6.3 (1.0)	1.9 (0.9)	4.7 (2.0)	8.3 (1.0)	A
CL5	17.8 (0.8)	2.5 (0.9)	4.7 (0.7)	18.6 (0.4)	-2.4 (1.0)	3.2 (0.7)	-0.1 (0.6)	4.4 (1.6)	-3.7 (1.8)	3.9 (0.8)	-0.3 (0.1)	5.3 (2.1)	-7.1 (1.6)	4.3 (0.8)	-2.5 (0.4)	8.7 (1.7)	A
CL6	18.7 (0.4)	2.8 (0.6)	7.4 (1.0)	20.4 (1.1)	21.8 (2.5)	-5.9 (1.3)	4.1 (1.7)	22.8 (1.4)	27.3 (2.2)	-6.3 (1.7)	4.7 (1.1)	28.4 (3.4)	27.7 (2.1)	-6.9 (0.6)	3.7 (1.3)	28.8 (2.0)	BC
CL7	7.1 (0.9)	2.8 (0.4)	9.7 (0.8)	12.5 (1.3)	2.1 (0.2)	-1.1 (0.9)	8.5 (2.4)	8.8 (1.9)	1.2 (1.1)	-0.5 (0.9)	-9.8 (0.7)	9.9 (1.2)	0.3 (0.9)	-0.9 (0.2)	-10.8 (1.2)	10.8 (1.2)	A
CL8	-14.6 (1.2)	3.6 (0.8)	12.7 (1.8)	19.8 (1.1)	23.7 (1.3)	-5.2 (1.2)	25.5 (3.2)	35.1 (1.5)	25.4 (1.2)	-5.7 (0.2)	8.5 (0.5)	27.5 (0.5)	24.6 (0.7)	-6.4 (0.9)	7.4 (1.6)	26.6 (0.4)	BC
CL9	4.3 (0.5)	4.6 (0.4)	6.3 (0.2)	9.2 (0.8)	0.8 (0.9)	-0.1 (0.1)	-8.9 (2.1)	8.9 (1.7)	0.6 (0.5)	-0.4 (0.8)	-9.5 (0.1)	9.6 (0.9)	-2.4 (0.8)	1.3 (0.6)	-9.7 (0.8)	10.1 (1.1)	A

*Parantez içerisinde standart sapma değerleri verilmiştir.

Tablo 25. Yapay dış ortam testinde doğu kayını test ve kontrol örneklerinin renk değişimi ve Newman-Keuls testi sonuçları (p<0.05)

VARYASYON	İLK ÖLÇÜM			1.ÖLÇÜM				2.ÖLÇÜM				3.ÖLÇÜM			
	*L	*a	*b	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE
DK1	72.4 (1.6)	6.1 (0.6)	16.9 (0.9)	-10.8 (2.9)	2.7 (0.6)	4.8 (1.5)	12.1 (3.1)	-12.3 (3.3)	2.2 (0.8)	3.9 (1.7)	13.2 (3.7)	-11.1 (2.5)	1.8 (0.9)	3.2 (2.2)	11.8 (3.1)
DK2	70.2 (2.4)	4.1 (0.6)	14.1 (1.6)	-12.4 (4.5)	1.4 (0.7)	4.0 (1.6)	13.2 (4.6)	-12.9 (1.6)	1.9 (0.7)	4.8 (1.6)	13.9 (1.7)	-13.2 (3.2)	1.9 (0.8)	4.2 (2.0)	14.0 (3.1)
DK3	58.4 (0.9)	8.1 (0.3)	14.2 (0.2)	-10.1 (5.9)	1.4 (0.3)	2.9 (1.3)	10.8 (5.6)	-8.2 (1.4)	1.0 (0.6)	4.0 (1.1)	9.2 (0.7)	-9.7 (5.3)	0.8 (0.3)	3.1 (0.8)	10.2 (5.2)
DK4	55.6 (4.6)	6.8 (2.0)	22.9 (1.7)	-13.4 (0.6)	-0.2 (0.3)	-1.5 (1.7)	13.7 (0.8)	-14.9 (0.5)	-0.3 (0.8)	-3.2 (1.3)	15.3 (0.7)	-15.0 (0.4)	-0.2 (0.7)	-3.2 (2.0)	15.4 (0.7)
DK5	59.4 (3.9)	6.2 (0.6)	16.2 (2.7)	-13.0 (2.8)	-1.6 (0.9)	-1.4 (2.8)	13.3 (2.8)	-13.5 (1.1)	-1.6 (1.2)	-1.2 (0.3)	13.8 (1.1)	-13.8 (1.2)	-1.6 (1.1)	-1.1 (0.2)	14.0 (1.2)
DK6	44.7 (1.6)	12.1 (0.4)	21.2 (0.8)	-15.6 (0.5)	-1.6 (0.3)	-2.7 (0.5)	15.9 (0.6)	-16.0 (0.4)	-1.6 (0.3)	-3.1 (0.7)	16.4 (0.8)	-16.0 (0.6)	-0.7 (0.3)	-3.2 (0.6)	16.4 (0.7)
DK7	65.3 (0.9)	9.3 (0.4)	28.6 (1.7)	-12.0 (0.7)	-2.7 (0.2)	-5.3 (0.6)	13.4 (0.8)	-11.8 (0.9)	-2.8 (0.2)	-5.2 (0.8)	13.2 (1.0)	-11.5 (1.1)	-2.9 (0.3)	-4.9 (0.8)	12.8 (1.2)
DK8	49.4 (1.4)	10.9 (0.4)	15.0 (0.6)	14.7 (2.7)	-1.4 (0.5)	-3.6 (0.8)	15.2 (2.7)	-15.0 (2.6)	-1.2 (0.5)	-3.9 (0.9)	15.5 (2.7)	-14.9 (0.2)	-1.3 (0.3)	-3.8 (1.1)	15.5 (0.5)
DK9	64.4 (1.9)	9.1 (1.4)	20.7 (2.8)	12.5 (0.1)	-2.6 (0.2)	-5.9 (1.1)	14.0 (0.3)	-12.1 (0.1)	-2.5 (0.2)	-5.9 (1.3)	13.7 (0.4)	-11.6 (1.1)	-2.4 (0.3)	-5.7 (0.8)	13.2 (1.2)

*Parantez içerisinde standart sapma değerleri verilmiştir.

Tablo 25'in devamı

VARYASYON	ÖLÇÜM 4				ÖLÇÜM 5				ÖLÇÜM 6				ÖLÇÜM 7				HOMOJENLİK GRUPLARI
	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE	
DK1	-7.1 (2.5)	-0.1 (0.9)	-1.3 (2.2)	7.6 (3.0)	-10.3 (3.4)	0.0 (0.8)	-1.1 (2.1)	10.6 (3.0)	-20.1 (2.3)	-1.4 (0.9)	-1.9 (2.1)	20.3 (1.7)	-18.9 (2.5)	-1.7 (1.0)	-1.9 (2.1)	19.3 (2.2)	C
DK2	-11.3 (2.3)	1.8 (0.7)	2.4 (1.7)	11.7 (2.4)	-13.8 (4.4)	1.9 (0.7)	1.8 (1.1)	14.0 (4.4)	-14.2 (2.2)	1.1 (0.6)	1.0 (0.7)	14.3 (1.7)	-15.0 (2.4)	0.6 (0.8)	0.7 (0.8)	15.1 (2.5)	BC
DK3	-4.4 (2.4)	-2.1 (0.5)	-5.1 (1.2)	5.6 (2.3)	-7.1 (3.5)	-2.4 (0.4)	-1.7 (0.9)	7.7 (2.8)	-13.0 (0.4)	-4.0 (0.8)	-3.1 (2.0)	14.0 (0.6)	-16.7 (3.0)	-3.2 (0.9)	-2.9 (1.6)	17.2 (0.5)	BC
DK4	-15.1 (0.5)	-0.2 (0.8)	-3.5 (1.8)	15.6 (0.7)	-15.0 (0.4)	0.0 (0.7)	-3.3 (2.1)	15.4 (0.4)	-15.1 (1.1)	-0.2 (1.2)	-3.3 (0.4)	15.5 (1.1)	-15.4 (1.5)	0.3 (1.4)	-3.2 (0.3)	15.8 (1.5)	BC
DK5	-13.9 (1.0)	-1.9 (1.2)	-0.7 (0.3)	14.1 (1.0)	-14.0 (1.1)	-2.0 (1.2)	-0.7 (0.5)	14.3 (1.0)	-14.6 (0.4)	-2.2 (0.2)	-0.3 (0.3)	14.9 (0.5)	-14.3 (0.6)	-1.8 (0.2)	0.7 (0.4)	14.6 (0.6)	BC
DK6	-16.0 (0.6)	-1.5 (0.3)	-3.3 (0.5)	16.4 (0.6)	-16.1 (0.5)	-1.9 (0.3)	-3.9 (0.6)	16.7 (0.6)	-15.9 (1.3)	-1.8 (0.4)	-3.9 (1.0)	16.5 (1.5)	-16.4 (0.4)	-2.1 (0.9)	-3.9 (1.6)	16.9 (0.5)	BC
DK7	-10.8 (0.9)	-3.4 (1.8)	-5.6 (0.8)	12.6 (1.1)	-10.3 (1.4)	-3.4 (0.3)	-5.3 (1.0)	12.1 (1.5)	-9.9 (3.0)	-3.4 (0.6)	-5.1 (0.7)	11.6 (1.7)	-9.6 (1.3)	-3.7 (0.4)	-4.8 (0.9)	11.4 (1.4)	AB
DK8	-14.9 (1.2)	-1.3 (0.4)	-3.9 (0.3)	15.4 (1.1)	-14.7 (1.0)	-1.5 (0.1)	-4.3 (0.3)	15.4 (0.9)	-14.5 (1.2)	-1.4 (0.4)	-3.9 (0.4)	15.2 (1.0)	-14.7 (1.1)	-1.6 (0.4)	-4.1 (0.3)	15.3 (0.9)	BC
DK9	-11.2 (0.1)	-2.4 (0.3)	-5.6 (1.2)	12.8 (0.3)	-10.4 (0.1)	-2.9 (0.4)	-5.8 (1.0)	12.3 (0.5)	-10.0 (0.1)	-2.6 (0.4)	-5.3 (1.1)	11.6 (0.3)	-9.5 (0.2)	-2.2 (0.5)	-4.8 (1.2)	10.9 (0.3)	AB

*Parantez içerisinde standart sapma değerleri verilmiştir.

Tablo 26. Yapay dış ortam testinde sarıçam test ve kontrol örneklerinin renk değişimi ve Newman-Keuls testi sonuçları (p<0.05)

VARYASYON	İLK ÖLÇÜM			1.ÖLÇÜM				2.ÖLÇÜM				3.ÖLÇÜM			
	*L	*a	*b	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE
DS1	82.9 (0.8)	4.1 (0.2)	21.7 (1.4)	-25.3 (1.5)	2.9 (1.0)	6.4 (2.1)	26.3 (1.9)	-27.7 (1.8)	3.5 (1.3)	5.2 (2.6)	28.5 (2.3)	-27.9 (2.0)	3.3 (0.9)	3.5 (1.9)	28.4 (2.2)
DS2	75.5 (1.1)	1.7 (0.8)	18.6 (1.2)	-23.2 (1.2)	3.6 (0.6)	8.1 (1.7)	24.9 (1.2)	-25.1 (1.9)	4.4 (0.8)	8.2 (2.7)	26.9 (2.5)	-25.4 (1.2)	4.5 (0.7)	7.4 (2.8)	26.9 (1.8)
DS3	55.7 (0.8)	8.5 (1.1)	19.3 (1.9)	-15.1 (2.9)	-1.8 (0.4)	-2.5 (0.3)	15.4 (2.8)	-14.5 (3.7)	-2.4 (0.8)	-3.5 (0.6)	15.2 (3.3)	-14.1 (3.2)	-2.4 (0.8)	-4.3 (1.2)	15.1 (2.4)
DS4	67.1 (1.3)	1.5 (1.7)	33.8 (0.5)	-16.0 (0.6)	1.8 (0.1)	-2.3 (0.7)	16.4 (0.6)	-16.8 (1.5)	2.2 (0.8)	-2.4 (2.8)	17.3 (1.0)	-16.9 (0.6)	2.3 (0.3)	-2.4 (0.5)	17.4 (0.6)
DS5	67.1 (1.2)	2.9 (0.2)	28.5 (0.5)	-15.2 (1.5)	1.5 (1.0)	-0.1 (2.1)	15.3 (1.2)	-15.4 (0.3)	1.5 (0.6)	0.3 (1.8)	15.5 (1.0)	-15.7 (1.5)	1.5 (0.8)	0.3 (2.8)	15.7 (1.0)
DS6	44.7 (1.2)	13.1 (0.3)	22.3 (2.2)	-19.2 (0.5)	1.3 (0.5)	-4.3 (1.8)	19.7 (1.2)	-20.4 (0.5)	2.0 (0.3)	-5.1 (0.5)	21.1 (0.6)	-20.9 (0.3)	2.1 (0.6)	-5.6 (1.8)	21.7 (1.0)
DS7	77.8 (0.7)	5.7 (0.2)	41.8 (0.8)	-11.8 (0.7)	-2.7 (0.7)	-5.4 (0.3)	13.3 (0.7)	-11.3 (0.4)	-2.8 (0.8)	-5.1 (0.7)	12.8 (1.1)	-11.2 (0.9)	-2.9 (1.0)	-4.9 (0.5)	12.6 (0.9)
DS8	45.7 (0.9)	12.1 (0.4)	12.9 (0.9)	-17.7 (4.8)	-0.1 (0.8)	-7.7 (1.6)	19.3 (5.1)	-18.5 (2.5)	0.5 (0.5)	-8.7 (1.9)	20.5 (4.2)	-19.0 (3.8)	0.7 (0.9)	-9.5 (3.1)	21.3 (4.5)
DS9	76.8 (0.4)	7.8 (0.5)	39.1 (1.1)	-11.1 (0.6)	2.6 (0.4)	4.3 (0.2)	12.2 (0.5)	-12.1 (0.5)	2.1 (0.5)	3.3 (0.5)	12.7 (0.3)	-10.5 (0.5)	1.7 (0.5)	3.0 (0.3)	11.1 (0.5)

*Parantez içerisinde standart sapma değerleri verilmiştir.

Tablo 26'nın devamı

VARYASYON	4.ÖLÇÜM				5.ÖLÇÜM				6.ÖLÇÜM				7.ÖLÇÜM				HOMOJENLİK GRUPLARI
	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE	
DS1	-28.2 (1.8)	3.2 (1.2)	2.1 (2.8)	28.6 (2.0)	-27.5 (1.8)	2.1 (1.3)	-3.4 (2.9)	28.0 (1.7)	-26.7 (2.0)	1.9 (1.3)	-4.6 (3.0)	27.2 (1.7)	-27.2 (1.1)	-1.3 (0.9)	-6.8 (2.4)	28.2 (0.8)	G
DS2	-26.2 (2.7)	4.7 (1.3)	6.5 (3.8)	27.6 (3.5)	-26.2 (3.2)	4.3 (1.5)	1.8 (4.2)	27.1 (3.7)	-25.5 (4.0)	4.1 (1.9)	0.5 (4.7)	26.0 (4.4)	-26.9 (2.4)	4.2 (1.2)	-2.0 (4.1)	27.5 (2.6)	G
DS3	-13.1 (2.9)	-2.9 (0.8)	-6.0 (1.4)	14.9 (1.7)	-9.7 (3.4)	-4.4 (0.8)	-9.5 (0.9)	14.6 (1.9)	-8.8 (3.4)	-4.5 (1.2)	-9.9 (1.3)	14.3 (1.1)	-7.5 (2.9)	-4.8 (1.3)	-9.6 (1.8)	13.6 (0.4)	BC
DS4	-16.8 (0.6)	2.2 (0.3)	-2.3 (0.6)	17.3 (0.6)	-17.2 (0.7)	2.3 (0.1)	-2.9 (0.9)	17.8 (0.7)	-17.1 (0.4)	2.6 (0.2)	-2.8 (1.1)	17.8 (0.4)	-18.5 (0.5)	3.2 (0.2)	-3.1 (1.0)	19.2 (0.5)	D
DS5	-15.5 (1.4)	1.4 (0.7)	0.9 (1.6)	15.6 (0.8)	-15.7 (1.4)	1.2 (0.4)	0.3 (3.0)	15.7 (0.7)	-15.4 (1.3)	1.3 (0.3)	0.8 (3.0)	15.5 (0.7)	-16.2 (1.1)	1.4 (0.2)	0.8 (3.1)	16.3 (0.5)	CD
DS6	-21.7 (0.3)	2.5 (0.5)	-6.2 (1.6)	22.7 (0.8)	-22.9 (0.1)	2.8 (0.4)	-7.9 (1.5)	23.2 (0.6)	-23.2 (0.2)	3.1 (0.3)	-8.0 (1.3)	24.7 (0.5)	-24.8 (0.4)	3.7 (0.4)	-8.4 (1.1)	26.4 (0.5)	E
DS7	-10.8 (0.8)	-3.0 (0.9)	-4.7 (0.4)	12.2 (0.8)	-9.1 (0.8)	-3.3 (0.5)	-4.1 (0.4)	10.5 (0.7)	-8.5 (0.8)	-3.2 (0.6)	-3.8 (0.3)	9.9 (0.7)	-7.7 (0.8)	-3.1 (0.6)	-2.7 (0.3)	8.7 (0.7)	A
DS8	-19.3 (3.9)	1.0 (1.0)	-10.1 (3.3)	21.8 (4.3)	-20.6 (3.8)	1.0 (1.1)	-11.9 (3.7)	24.0 (3.2)	-20.9 (2.1)	1.9 (1.1)	-12.6 (3.3)	24.5 (1.0)	-22.1 (2.0)	2.4 (1.2)	-13.4 (3.2)	26.0 (1.5)	E
DS9	-10.4 (0.6)	1.2 (0.8)	1.4 (0.5)	10.7 (0.3)	-6.0 (0.5)	-0.2 (0.8)	-1.7 (0.8)	6.8 (0.1)	-18.8 (0.5)	-1.6 (1.5)	-2.5 (0.2)	19.3 (0.1)	-17.6 (0.6)	-2.0 (0.8)	-2.8 (0.9)	18.1 (0.2)	AB

*Parantez içerisinde standart sapma değerleri verilmiştir.

Tablo 27. Yapay dış ortam testinde doğu ladini test ve kontrol örneklerinin renk değişimi ve Newman-Keuls testi sonuçları (p<0.05)

VARYASYON	İLK ÖLÇÜM			1.ÖLÇÜM				2.ÖLÇÜM				3.ÖLÇÜM			
	*L	*a	*b	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE
DL1	81.6 (0.8)	4.7 (0.2)	15.6 (1.4)	-9.1 (1.1)	2.2 (0.5)	8.8 (1.3)	12.9 (1.7)	-12.4 (1.5)	2.9 (0.1)	7.5 (0.6)	14.8 (1.6)	-13.7 (1.0)	3.1 (0.7)	6.8 (0.9)	15.6 (1.4)
DL2	76.1 (1.1)	3.8 (0.8)	16.1 (1.2)	-7.8 (0.8)	1.4 (0.5)	7.7 (1.0)	11.1 (0.8)	-11.1 (0.8)	2.4 (0.8)	7.7 (1.2)	14.0 (1.1)	-11.9 (1.0)	2.6 (0.9)	7.4 (1.2)	14.2 (1.5)
DL3	59.7 (0.8)	8.2 (1.1)	18.4 (1.9)	-5.8 (0.7)	0.0 (0.4)	1.3 (0.8)	5.9 (0.7)	-4.7 (0.8)	-0.7 (0.2)	-0.3 (0.4)	4.8 (0.7)	-3.8 (0.6)	-1.3 (0.2)	-1.5 (0.4)	4.3 (0.5)
DL4	72.4 (1.3)	-0.5 (1.7)	32.6 (0.5)	-0.8 (0.6)	0.5 (0.4)	-2.5 (0.8)	2.7 (0.6)	-1.5 (0.3)	0.8 (0.2)	-2.3 (0.5)	3.0 (0.3)	-1.8 (0.4)	1.0 (0.2)	-2.3 (0.6)	3.2 (0.3)
DL5	70.3 (1.2)	2.6 (0.2)	28.6 (0.5)	-0.5 (0.7)	0.3 (0.2)	-1.6 (0.6)	4.9 (0.9)	-1.3 (0.4)	0.6 (0.5)	-1.2 (1.1)	1.9 (1.0)	-1.4 (0.4)	0.4 (0.5)	-1.0 (1.3)	1.9 (1.1)
DL6	46.0 (1.2)	13.6 (0.3)	24.8 (2.2)	-1.9 (0.4)	1.4 (0.4)	-4.7 (1.3)	5.3 (1.1)	-3.6 (0.8)	2.8 (0.3)	-5.3 (0.7)	7.0 (0.9)	-1.8 (1.0)	3.3 (0.4)	-5.3 (0.6)	7.6 (0.8)
DL7	79.6 (0.7)	3.9 (0.2)	40.4 (0.8)	-2.1 (0.5)	-0.2 (0.1)	-2.3 (0.3)	3.1 (0.3)	-1.4 (0.5)	-0.5 (0.5)	-2.1 (1.1)	2.6 (0.7)	-1.3 (1.0)	-0.7 (0.4)	-2.2 (0.6)	2.7 (0.8)
DL8	47.8 (0.9)	11.1 (0.4)	11.8 (0.9)	-2.6 (0.2)	1.8 (0.5)	-4.7 (0.4)	5.7 (0.6)	-4.1 (0.5)	3.2 (0.1)	-5.2 (0.4)	7.4 (0.5)	-4.8 (0.5)	3.6 (0.2)	-5.4 (0.4)	8.0 (0.4)
DL9	77.4 (0.4)	6.1 (0.5)	34.9 (1.1)	-1.5 (0.6)	-0.1 (0.1)	-2.5 (0.4)	3.0 (0.6)	-0.8 (0.5)	-0.3 (0.1)	-2.3 (0.4)	2.4 (0.4)	-0.6 (0.5)	-0.4 (0.2)	-1.9 (0.4)	2.0 (0.5)

*Parantez içerisinde standart sapma değerleri verilmiştir.

Tablo 27'nin devamı

VARYASYON	4.ÖLÇÜM				5.ÖLÇÜM				6.ÖLÇÜM				7.ÖLÇÜM				HOMOJENLİK GRUPLARI
	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE	
DL1	-12.9 (2.4)	1.8 (1.3)	1.9 (1.8)	13.2 (2.2)	-15.4 (0.8)	0.5 (0.5)	-0.1 (1.1)	15.6 (0.9)	-25.9 (2.1)	-0.3 (0.8)	-2.0 (2.4)	26.1 (1.8)	-25.4 (2.1)	-0.6 (0.8)	-3.1 (2.4)	25.7 (1.8)	D
DL2	-12.2 (1.3)	2.3 (0.3)	2.8 (1.7)	12.8 (1.9)	-11.2 (1.2)	2.1 (1.0)	1.4 (1.6)	11.5 (1.7)	-24.9 (0.9)	1.0 (0.8)	-1.1 (1.2)	25.0 (1.0)	-24.6 (0.6)	0.6 (1.0)	-3.6 (0.3)	24.9 (0.6)	D
DL3	-0.8 (1.0)	-3.2 (0.3)	-6.3 (0.5)	7.4 (0.8)	0.5 (2.0)	-3.1 (0.5)	-6.9 (1.0)	7.8 (1.0)	-11.4 (1.9)	-4.2 (0.5)	-8.3 (0.5)	17.4 (0.8)	-9.6 (0.8)	-4.9 (0.7)	-8.6 (1.1)	13.9 (1.0)	B
DL4	-3.2 (0.8)	1.5 (0.5)	-2.0 (1.2)	4.4 (0.7)	-6.5 (2.9)	1.8 (1.6)	1.3 (0.8)	7.4 (2.4)	-17.9 (0.2)	1.9 (0.4)	-1.4 (0.5)	18.2 (0.3)	-18.9 (1.0)	2.6 (0.6)	-0.9 (3.3)	19.3 (1.1)	B
DL5	-2.5 (3.3)	0.5 (1.1)	-1.0 (3.2)	3.5 (4.6)	-2.3 (1.2)	0.7 (1.1)	0.2 (2.4)	2.5 (2.3)	-17.9 (0.5)	1.9 (0.3)	2.7 (1.0)	18.2 (0.3)	-19.0 (0.7)	2.6 (0.2)	3.5 (0.6)	19.5 (0.8)	B
DL6	-6.4 (1.0)	4.5 (0.6)	-6.2 (1.1)	10.0 (0.9)	-6.5 (0.9)	5.3 (0.3)	-5.3 (0.5)	9.9 (0.3)	-23.0 (0.6)	4.2 (0.3)	-5.2 (0.8)	23.9 (0.6)	-24.4 (0.8)	5.2 (0.7)	-5.1 (0.8)	24.5 (0.8)	C
DL7	0.0 (0.7)	-1.3 (0.8)	-2.2 (1.6)	2.7 (0.5)	0.9 (0.6)	-1.2 (0.6)	-1.6 (0.9)	2.3 (0.6)	-10.3 (0.6)	-3.3 (0.5)	-5.0 (1.0)	11.9 (0.7)	-9.3 (0.5)	-3.0 (1.3)	-4.0 (0.9)	10.6 (0.8)	A
DL8	-6.5 (1.2)	4.6 (0.8)	-6.4 (2.1)	10.2 (1.7)	-6.6 (0.8)	5.1 (0.4)	-5.8 (0.6)	10.2 (0.5)	-22.7 (0.6)	4.0 (0.4)	-8.9 (0.7)	24.7 (0.7)	-23.6 (0.7)	4.6 (0.8)	-9.6 (0.4)	25.9 (1.0)	C
DL9	1.2 (0.9)	-0.9 (0.6)	-1.3 (0.3)	2.1 (1.1)	1.8 (0.4)	-0.6 (0.4)	-0.7 (0.5)	2.2 (0.6)	-9.6 (0.3)	-2.3 (0.5)	-3.3 (0.6)	10.4 (0.6)	-8.7 (0.7)	-2.2 (0.3)	-2.7 (0.5)	9.4 (0.8)	A

*Parantez içerisinde standart sapma değerleri verilmiştir.

3.3. Yüzey Pürüzlülük Analizi

Odun örneklerinin yüzey pürüzlülük değişkenlerine Uzungöl, Sürmene ve Hıdırnebi pilot bölgelerindeki ve yapay dış ortam testi koşullarının, ağaç türünün ve uygulanan koruma yönteminin etkisini belirlemek amacıyla çoğul varyans testi yapılmış ve sonuçlar Tablo 28’de verilmiştir.

Tablo 28. Doğal ve yapay dış ortam testi öncesi ve sonrasında odun örneklerinin yüzeyinde oluşan pürüzlülük değişimine pilot bölgelerin, ağaç türünün ve koruma yöntemlerinin etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları ($p < 0.05$)

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F-Hesap	Önem düzeyi (p)
A: Test öncesi ve sonrası	143235.579	1	143235.579	225.908	0.000
B: Pilot bölge	55594.058	3	18531.353	29.227	0.000
C: Ağaç türü	91317.022	2	45658.511	72.011	0.000
D: Koruma yöntemi	2038427.232	8	254803.404	401.869	0.000
Etkileşim ABCD	917257.806	136	6744.543	10.637	0.000
Etkileşim AB	43957.696	3	14652.565	23.110	0.000
Etkileşim ABC	241146.589	12	20095.549	31.694	0.000
Etkileşim AC	19126.310	2	9563.155	15.083	0.000
Etkileşim AD	248466.372	8	31058.296	48.984	0.000
Etkileşim ACD	303406.352	32	9481.449	14.954	0.000
Hata	1852680.031	2922	634.045		
Toplam	8623768.841	3130			

Çoğul varyans analizi sonuçlarında önem düzeyinin $p < 0.05$ olması nedeniyle dış ortam koşulları öncesi ve sonrası yönteminin yüzey pürüzlülük değişkenlerine pilot bölge şartlarının, ağaç türünün ve koruma etkisi olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle pilot bölge, ağaç türü ve koruma yönteminin etkisinin Newman-Keuls analizi sonuçları Tablo 29, 30 ve 31’de verilmiştir.

Tablo 29. Newman-Keuls test sonucuna göre pilot bölgenin odun yüzeyindeki pürüzlülük değişimine etkisi

Pilot Bölge	Ortalama	Homojenlik Grupları
Uzungöl	34.6910	A
Sürmene	35.1210	A
Hıdırnebi	35.1274	A
Yapay dış ortam testi	29.8422	B

Tablo 30. Newman-Keuls test sonucuna göre ağaç türünün odun yüzeyindeki pürüzlülük değişimine etkisi

Ağaç Türü	Ortalama	Homojenlik Grupları
Kayın	34.6910	A
Sarıçam	35.1210	B
Ladin	29.8422	B

Tablo 31. Newman-Keuls test sonucuna göre koruma yönteminin odun yüzeyindeki pürüzlülük değişimine etkisi

Koruma yöntemi	Ortalama	Homojenlik Grupları
Kontrol	68.2364	A
MCQ emp.	67.7944	A
Isıl İşlem	70.3045	A
Akrilik-UV1	15.7395	B
Akrilik-UV2	16.1171	B
MCQ + Akrilik-UV1	15.9266	B
MCQ + Akrilik-UV2	19.4960	B
Isıl işl+ Akrilik-UV1	19.0605	B
Isıl işl+ Akrilik-UV2	20.2452	B

Varyans analizi sonucuna göre; dış ortam koşulları testi öncesi ve sonrasında pilot bölge, ağaç türü ve koruma yöntemi etmenlerinin yüzey pürüzlülüğüne etkisi % 95 güven düzeyinde anlamlı bulunmaktadır. Bu üç etmenin birlikte etkisi de % 95 güven düzeyinde anlamlıdır. Dış ortam koşulları testi öncesi ve sonrasında yüzey pürüzlülük değişkenine pilot bölge ve ağaç türünün birlikte etkisi olduğu % 95 güven düzeyinde anlamlı

bulunmaktadır. Dış ortam koşulları testi öncesi ve sonrasında yüzey pürüzlülük değişkenine pilot bölge ve koruma yönteminin birlikte etkisi olduğu % 95 güven düzeyinde anlamlı bulunmaktadır. Dış ortam koşulları testi öncesi ve sonrasında yüzey pürüzlülük değişkenine ağaç türü ve koruma yönteminin birlikte etkisi olduğu % 95 güven düzeyinde anlamlı bulunmaktadır.

Uzungöl yaylası, Sürmene sahil kesimi ve Hıdırnebi yaylası pilot bölgelerinde ve laboratuvar koşullarında düzenlenen dış ortam testine tabi tutulan doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini odun örneklerinin yüzey pürüzlülük değişkenleri (R_a ve R_z) Newman-Keuls sonuçlarına göre elde edilen homojenlik gruplarıyla birlikte Tablo 32- 35’de verilmiştir.

Tablo 32. Uzungöl yaylasında dış ortam testi öncesi ve sonrası için yüzey pürüzlülük değişkenleri ve Newman-Keuls testi sonuçları (p<0.05)

KAYIN	Test öncesi		Test sonrası		SARIÇAM	Test öncesi		Test sonrası		LADİN	Test öncesi		Test sonrası		Homojenlik Grupları
	Ra	Rz	Ra	Rz		Ra	Rz	Ra	Rz		Ra	Rz	Ra	Rz	
AK0	9.1 (3.0)	60.5 (14.7)	19.7 (3.8)	130.9 (17.1)	AS0	6.6 (1.5)	45.6 (9.4)	13.6 (3.3)	97.1 (17.4)	AL0	4.8 (1.5)	36.2 (11.2)	13.6 (4.6)	80.2 (16.5)	A
AK1	12.8 (2.3)	78.6 (13.4)	16.1 (2.8)	103.8 (18.7)	AS1	6.2 (1.5)	42.6 (10.2)	9.6 (2.0)	66.7 (12.1)	AL1	7.2 (1.3)	53.1 (10.0)	13.0 (1.4)	86.2 (11.3)	A
AK2	8.8 (1.4)	57.7 (8.8)	16.4 (1.8)	108.5 (14.1)	AS2	8.7 (1.7)	56.6 (10.4)	13.1 (2.1)	84.1 (17.3)	AL2	8.9 (1.8)	55.6 (10.6)	11.4 (2.3)	140.1 (20.1)	A
AK3	3.4 (0.8)	16.6 (2.5)	3.5 (0.8)	18.4 (2.9)	AS3	2.7 (0.5)	14.1 (2.6)	2.8 (0.9)	15.2 (2.0)	AL3	2.8 (0.7)	12.3 (1.1)	3.3 (0.9)	18.7 (2.9)	B
AK4	3.6 (0.8)	2.9 (0.9)	3.6 (0.8)	18.5 (2.4)	AS4	4.0 (0.9)	20.4 (2.7)	4.1 (1.2)	21.2 (3.0)	AL4	1.0 (0.4)	5.9 (1.8)	3.0 (1.2)	16.1 (2.7)	B
AK5	3.3 (0.6)	17.0 (2.6)	3.3 (0.9)	19.1 (3.6)	AS5	2.6 (0.3)	13.5 (3.2)	2.9 (1.1)	16.2 (3.0)	AL5	1.9 (0.7)	10.8 (2.3)	3.0 (1.1)	17.8 (5.5)	B
AK6	3.0 (0.5)	16.4 (2.5)	3.3 (0.9)	18.5 (3.2)	AS6	3.6 (1.3)	18.2 (4.2)	4.0 (1.5)	21.2 (4.7)	AL6	4.0 (1.3)	21.3 (4.4)	5.1 (1.9)	28.3 (4.8)	B
AK7	4.0 (1.7)	16.0 (3.6)	4.3 (1.7)	23.6 (3.6)	AS7	3.5 (0.8)	18.1 (2.8)	3.9 (0.8)	20.1 (3.8)	AL7	3.3 (0.8)	17.3 (3.7)	3.5 (1.6)	20.2 (3.7)	B
AK8	1.9 (0.6)	11.4 (2.4)	2.5 (0.8)	14.7 (2.7)	AS8	2.5 (1.3)	12.8 (2.2)	2.7 (0.8)	16.1 (2.5)	AL8	2.1 (0.6)	10.9 (1.4)	3.2 (1.2)	18.2 (4.3)	B

*Parantez içerisinde standart sapma değerleri verilmiştir.

Tablo 33. Sürmene sahilinde dış ortam testi öncesi ve sonrası için yüzey pürüzlülük değişkenleri ve Newman-Keuls testi sonuçları (p<0.05)

KAYIN	Test öncesi		Test sonrası		SARIÇAM	Test öncesi		LADİN	Test öncesi		Test sonrası		Homojenlik Grupları
	Ra	Rz	Ra	Rz		Ra	Rz		Ra	Rz	Ra	Rz	
BK0	5.7 (1.0)	43.1 (6.4)	19.1 (3.6)	126.8 (13.4)	BS0	8.4 (1.3)	55.5 (8.1)	BL0	6.1 (1.0)	43.5 (7.3)	11.9 (1.1)	88.7 (6.0)	A
BK1	9.3 (2.0)	60.7 (12.2)	16.6 (1.2)	107.2 (18.8)	BS1	9.4 (2.0)	59.7 (14.4)	BL1	7.8 (1.7)	57.9 (17.0)	12.1 (2.9)	83.7 (16.9)	A
BK2	8.9 (2.1)	60.5 (12.5)	21.1 (3.3)	140.6 (15.1)	BS2	10.1 (1.6)	62.4 (18.7)	BL2	10.0 (1.9)	68.6 (13.3)	13.7 (3.8)	82.5 (23.1)	A
BK3	3.3 (0.9)	15.9 (3.9)	3.7 (1.1)	18.6 (4.2)	BS3	3.1 (0.9)	16.7 (4.7)	BL3	1.9 (0.5)	9.4 (3.5)	2.9 (0.6)	15.9 (4.3)	B
BK4	2.8 (0.5)	15.2 (2.5)	3.6 (0.9)	19.7 (4.2)	BS4	3.8 (0.7)	17.6 (3.5)	BL4	1.9 (0.7)	10.9 (3.1)	4.6 (2.1)	25.3 (9.4)	B
BK5	2.4 (0.6)	14.3 (2.6)	3.5 (0.9)	19.9 (3.6)	BS5	2.6 (1.1)	12.1 (3.7)	BL5	1.9 (0.8)	11.4 (3.1)	3.8 (1.1)	19.7 (4.6)	B
BK6	2.8 (0.4)	15.4 (2.6)	3.8 (0.7)	19.9 (2.7)	BS6	3.9 (1.0)	20.6 (4.2)	BL6	4.0 (1.3)	21.5 (5.1)	4.5 (1.2)	22.7 (5.4)	B
BK7	4.0 (1.0)	20.6 (3.6)	4.4 (0.6)	23.6 (4.4)	BS7	3.0 (1.1)	15.4 (3.2)	BL7	3.3 (0.8)	16.3 (3.3)	3.5 (1.1)	16.7 (4.4)	B
BK8	2.2 (0.6)	12.9 (3.7)	3.0 (0.9)	17.2 (5.1)	BS8	2.9 (0.9)	16.3 (4.2)	BL8	3.3 (0.5)	17.6 (3.4)	4.2 (1.7)	22.0 (4.9)	B

*Parantez içerisinde standart sapma değerleri verilmiştir.

Tablo 34. Hıdırnebi yaylasında dış ortam testi öncesi ve sonrası için yüzey pürüzlülük değişkenleri ve Newman-Keuls testi sonuçları (p<0.05)

KAYIN	Test öncesi		Test sonrası		SARIÇAM	Test öncesi		LADİN	Test öncesi		Test sonrası		Homojenlik Grupları		
	Ra	Rz	Ra	Rz		Ra	Rz		Ra	Rz	Ra	Rz			
CK0	5.7 (1.9)	50.0 (10.3)	18.5 (2.7)	119.6 (18.6)	CS0	5.3 (2.0)	34.3 (11.7)	9.2 (2.0)	61.3 (10.2)	CL0	1.5 (0.8)	8.1 (1.2)	10.7 (1.0)	75.3 (4.8)	A
CK1	9.2 (1.4)	58.6 (5.5)	16.1 (2.3)	101.7 (13.9)	CS1	9.7 (3.3)	63.4 (15.3)	9.6 (2.0)	69.4 (13.6)	CL1	5.0 (1.9)	37.9 (4.3)	11.3 (3.1)	75.5 (4.2)	A
CK2	9.1 (1.1)	61.9 (8.8)	16.7 (2.9)	114.3 (19.7)	CS2	9.9 (2.2)	67.1 (15.1)	17.6 (4.6)	101.9 (23.6)	CL2	7.8 (2.1)	52.3 (5.7)	11.8 (2.4)	86.6 (9.8)	A
CK3	3.1 (0.6)	15.5 (2.9)	3.5 (0.6)	16.6 (4.3)	CS3	3.4 (0.7)	16.9 (4.2)	5.3 (2.3)	17.8 (5.5)	CL3	1.3 (0.7)	8.5 (4.1)	3.5 (2.2)	19.4 (4.5)	B
CK4	2.9 (0.6)	15.2 (3.7)	3.2 (1.1)	17.8 (5.3)	CS4	3.4 (0.8)	17.3 (4.3)	4.0 (1.0)	19.9 (4.8)	CL4	1.1 (0.2)	5.9 (1.6)	3.5 (1.0)	18.3 (5.9)	B
CK5	3.0 (1.1)	16.4 (5.3)	3.5 (0.9)	19.2 (6.1)	CS5	1.9 (0.6)	12.0 (3.4)	2.4 (0.9)	13.7 (3.6)	CL5	6.8 (1.3)	47.4 (4.2)	2.7 (0.7)	15.4 (5.4)	B
CK6	3.5 (0.8)	18.4 (4.3)	3.5 (0.7)	18.4 (4.3)	CS6	3.1 (1.1)	17.4 (4.9)	4.1 (1.8)	18.8 (6.5)	CL6	3.8 (1.4)	20.5 (3.8)	4.1 (1.5)	22.1 (6.3)	B
CK7	3.4 (1.7)	18.1 (4.2)	3.2 (0.8)	21.1 (3.5)	CS7	3.3 (0.7)	17.7 (4.1)	3.5 (1.7)	19.7 (4.8)	CL7	4.7 (1.8)	27.7 (4.6)	5.2 (1.8)	27.9 (4.8)	B
CK8	3.1 (1.0)	15.7 (4.6)	3.3 (1.1)	18.0 (5.9)	CS8	3.2 (1.2)	16.8 (4.3)	3.3 (1.2)	17.7 (5.3)	CL8	2.1 (1.1)	13.7 (3.8)	2.9 (1.0)	17.0 (4.4)	B

*Parantez içerisinde standart sapma değerleri verilmiştir.

Tablo 35. Yapay dış ortam testi öncesi ve sonrası için yüzey pürüzlülük değişkenleri ve Newman-Keuls testi sonuçları (p<0.05)

KAYIN	Öncesi		Sonrası		SARIÇAM	Öncesi		Sonrası		LADİN	Öncesi		Sonrası		Homojenlik Grupları
	Ra	Rz	Ra	Rz		Ra	Rz	Ra	Rz		Ra	Rz			
DK0	1.6 (0.6)	9.5 (4.2)	2.4 (0.5)	15.7 (2.5)	DS0	6.5 (3.5)	43.3 (13.6)	9.9 (2.0)	68.0 (13.0)	DL0	4.4 (0.9)	34.4 (5.3)	7.0 (1.8)	48.0 (9.6)	A
DK1	2.1 (0.8)	11.8 (4.0)	2.7 (0.8)	18.5 (3.7)	DS1	7.6 (2.0)	49.4 (19.8)	7.9 (2.9)	59.1 (15.1)	DL1	6.4 (2.5)	44.6 (15.1)	6.7 (1.8)	46.9 (11.7)	A
DK2	1.5 (0.4)	9.5 (2.3)	2.9 (1.0)	18.5 (4.4)	DS2	8.9 (2.9)	59.6 (15.1)	9.8 (3.8)	68.5 (15.1)	DL2	1.3 (0.6)	9.7 (3.9)	2.3 (0.9)	15.1 (2.3)	A
DK3	1.8 (0.4)	9.6 (2.6)	2.9 (0.7)	18.6 (4.5)	DS3	1.6 (0.8)	9.1 (3.7)	2.0 (0.5)	13.1 (3.0)	DL3	1.4 (0.7)	9.3 (4.4)	2.6 (0.9)	16.6 (4.3)	B
DK4	1.5 (0.6)	9.8 (3.3)	2.3 (0.6)	15.5 (4.1)	DS4	1.7 (0.6)	10.0 (4.7)	2.1 (0.5)	14.4 (3.4)	DL4	1.1 (0.2)	6.1 (1.7)	2.2 (0.8)	14.6 (5.4)	B
DK5	2.7 (1.1)	16.2 (5.6)	2.8 (0.9)	18.6 (5.3)	DS5	1.8 (1.1)	11.0 (6.8)	2.0 (0.3)	13.7 (2.8)	DL5	1.5 (0.3)	8.5 (2.3)	2.1 (0.5)	14.1 (2.3)	B
DK6	9.8 (2.2)	61.3 (10.3)	11.6 (1.5)	73.2 (6.7)	DS6	2.0 (0.9)	10.1 (5.4)	2.7 (1.2)	17.4 (6.5)	DL6	2.1 (0.8)	16.2 (5.6)	3.7 (1.7)	17.3 (4.0)	B
DK7	9.2 (2.9)	61.8 (11.1)	10.3 (3.4)	69.0 (14.1)	DS7	1.9 (0.5)	11.6 (5.1)	2.8 (0.7)	19.6 (4.9)	DL7	1.6 (0.8)	8.6 (4.4)	2.7 (0.8)	17.1 (4.8)	B
DK8	7.2 (2.7)	55.2 (7.4)	11.1 (2.3)	73.0 (5.8)	DS8	1.5 (0.5)	7.8 (2.3)	1.9 (0.7)	11.4 (1.1)	DL8	8.1 (3.5)	54.2 (16.1)	8.8 (1.8)	59.6 (10.5)	B

*Parantez içerisinde standart sapma değerleri verilmiştir.

Doğal ve yapay dış ortam koşulları sonrasında odun yüzeyindeki pürüzlülük artışı ve mikro çatlak oluşumu pürüzlülük (RI) ve mikro çatlak (MCI) indeksi olarak hesaplanmıştır. RI ve MCI değerleri Tablo 36, 37 ve 38’de gösterilmiştir.

Tablo 36. Uzungöl yaylası dış ortam testi sonrasında odun örneklerinin pürüzlülük ve mikro çatlak indeksleri

Kayın	RI	MCI	Ladin	RI	MCI	Sarıçam	RI	MCI
AK0	1.2	1.2	AL0	1.8	1.2	AS0	1.1	1.1
AK1	0.3	0.3	AL1	0.8	0.6	AS1	0.5	0.6
AK2	0.9	0.9	AL2	0.3	0.3	AS2	0.5	0.5
AK3	0.03	0.1	AL3	0.5	0.5	AS3	0.4	0.1
AK4	0.03	0.1	AL4	0.7	0.6	AS4	0.1	0.04
AK5	0.1	0.09	AL5	0.6	0.6	AS5	0.1	0.2
AK6	0.1	0.1	AL6	0.3	0.3	AS6	0.1	0.2
AK7	0.08	0.5	AL7	0.1	0.2	AS7	0.1	0.1
AK8	0.3	0.3	AL8	0.5	0.7	AS8	0.1	0.3

Tablo 37. Sürmene sahil kesimi dış ortam testi sonrasında odun örneklerinin pürüzlülük ve mikro çatlak indeksleri

Kayın	RI	MCI	Ladin	RI	MCI	Sarıçam	RI	MCI
BK0	2.4	0.8	BL0	0.6	0.4	BS0	1.3	1.4
BK1	0.8	1.9	BL1	1.0	1.0	BS1	0.3	0.5
BK2	1.4	1.3	BL2	0.4	0.2	BS2	1.1	1.4
BK3	0.1	0.3	BL3	1.4	1.3	BS3	0.1	0.1
BK4	0.3	0.1	BL4	0.5	0.7	BS4	0.03	0.2
BK5	0.5	0.4	BL5	1.0	0.7	BS5	0.08	0.3
BK6	0.4	0.2	BL6	0.06	0.02	BS6	0.2	0.04
BK7	0.1	0.3	BL7	0.2	0.06	BS7	0.2	0.3
BK8	0.4	0.3	BL8	2.2	0.3	BS8	0.2	0.2

Tablo 38. Hıdırnebi yaylası dış ortam testi sonrasında odun örneklerinin pürüzlülük ve mikro çatlak indeksleri

Kayın	RI	MCI	Ladin	RI	MCI	Sarıçam	RI	MCI
CK0	2.2	1.4	CL0	0.8	0.6	CS0	0.7	0.8
CK1	0.8	0.7	CL1	1.3	1.0	CS1	0.01	0.09
CK2	0.8	0.8	CL2	2.2	0.7	CS2	0.8	0.5
CK3	0.1	0.1	CL3	1.7	1.3	CS3	0.6	0.05
CK4	0.1	0.2	CL4	0.5	2.2	CS4	0.2	0.2
CK5	0.2	0.02	CL5	0.6	0.1	CS5	0.3	0.2
CK6	0.03	0.3	CL6	0.08	0.1	CS6	0.3	0.08
CK7	0.2	0.2	CL7	0.1	0.08	CS7	0.06	0.1
CK8	0.06	0.1	CL8	0.4	0.3	CS8	0.03	0.05

Tablo 39. Yapay dış ortam testi sonrasında odun örneklerinin pürüzlülük ve mikro çatlak indeksleri

Kayın	RI	MCI	Ladin	RI	MCI	Sarıçam	RI	MCI
K0	0.5	0.5	L0	0.6	0.6	S0	0.5	0.6
K1	0.1	0.1	L1	0.7	1.0	S1	0.04	0.3
K2	0.5	0.5	L2	0.09	0.1	S2	0.5	0.7
K3	0.6	0.6	L3	0.9	0.8	S3	0.3	0.4
K4	0.9	0.9	L4	1.0	1.4	S4	0.2	0.4
K5	0.04	0.04	L5	0.7	0.8	S5	0.1	0.2
K6	0.2	0.2	L6	0.8	0.07	S6	0.4	0.7
K7	0.1	0.1	L7	0.7	1.0	S7	0.1	0.1
K8	0.5	0.5	L8	0.4	0.6	S8	0.3	0.5

3.4. Sürmene Sahil Kesimi Pilot Bölgesindeki Dış Ortam Şartlarının Laboratuvar Ortamında Benzetimi

Sürmene sahil kesiminde ve laboratuvar ortamında yapay dış ortam testine maruz bırakılan doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini örneklerinin test sonundaki renk ve yüzey pürüzlülük değişim (R_z) değerlerinin benzerliği istatistiksel olarak araştırılmıştır.

3.4.1. Sürmene Sahil Kesimi Pilot Bölgesindeki Dış Ortam Şartlarının Laboratuvar Ortamında Benzetiminin Renk Değişimine Göre İncelenmesi

Tablo 40’da görüldüğü üzere, Sürmene sahil kesiminde ve laboratuvar ortamında yapay dış ortam testine maruz bırakılan doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini örneklerinin test sonundaki renk değişim değerleri Kolmogorov-Smirnov normallik testine göre normal dağılım göstermemiştir ($p < 0.05$).

Tablo 40. Renk değişim değerlerinin dağılımını tanımlayıcı test sonuçları

Dış ortam Testi	Serbestlik Derecesi	Önem Düzeyi
Sürmene Sahil Kesiminde A. H. T.	84	0.01
Yapay A. H. T.	84	0.05

Sürmene sahil kesimi ve laboratuvar ortamında dış ortam testine maruz kalan doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini örneklerinin renk değişim değerleri normal dağılım göstermediğinden; iki farklı bölgenin renk değişim değerlerinin benzerliği Mann –Whitney U testi ile araştırılmıştır. İki farklı koşullarda uygulanan dış ortam testi sonrasında odun örneklerinin renk değişim değerleri arasında önemli düzeyde benzerlik olduğu ($p > 0.05$) Tablo 41’de verilmiştir.

Tablo 41. İki farklı koşullarda uygulanan dış ortam testi sonrasında renk değişim değerlerinin Mann-Whitney U testine göre benzerlik analizi sonuçları

Dış ortam Testi	Serbestlik Derecesi	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U-Testi Sonucu	Önem Düzeyi (P)
Sürmene	84	85.79	7206.50	3251.500	0.534
Yapay	84	81.15	6654.50		

Tablo 41’de görüldüğü üzere, Sürmene sahil kesiminde ve laboratuvar ortamında yapay dış ortam testine maruz bırakılan doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini örneklerinin test sonundaki renk değişim değerleri % 95 güven düzeyinde benzerlik göstermiştir ($U = 3251.500$; $P > 0.05$). Bu bulgu, iki bölgenin de örnekler üzerinde benzer renk değişimi etkisi yapmış olabileceği şeklinde ifade edilebilmektedir.

Tablo 42’de görüldüğü üzere, Sürmene sahil kesiminde ve laboratuvar ortamında yapay dış ortam testine maruz bırakılan doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini örneklerinin test sonundaki renk değişim değerleri %1 yanılma olasılığı ile % 40.6 oranında benzerlik göstermiştir ($p>0.01$).

Tablo 42. İki farklı koşullarda uygulanan dış ortam testi renk değişim değerlerinin Kendall’s Tau-b testine göre korelasyon analizi sonuçları

Dış ortam Testi	Serbestlik Derecesi	Kendall’s Tau-b Testi Sonucu	Önem Düzeyi (P)
Sürmene-Yapay	84	0.406	0.000

3.4.2. Sürmene Sahil Kesimi Pilot Bölgesindeki Dış ortam Şartlarının Laboratuvar Ortamında Benzetiminin Yüzey Pürüzlülüğüne Göre İncelenmesi

Tablo 43’te görüldüğü üzere, Sürmene sahil kesiminde ve laboratuvar ortamında yapay dış ortam testine maruz bırakılan doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini örneklerinin test sonundaki yüzey pürüzlülük değişim (R_z) değerlerinin Kolmogorov-Smirnov normallik testine göre normal dağılım göstermemiştir ($p< 0.05$).

Tablo 43. Yüzey pürüzlülük değişim (R_z) değerleri dağılımını tanımlayıcı test sonuçları

Dış ortam Testi	Serbestlik Derecesi	Önem Düzeyi
Sürmene Sahil Kesiminde	27	0.01
Yapay	27	0.00

Sürmene sahil kesimi pilot bölgesinde ve laboratuvar ortamında dış ortam testine maruz kalan doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini örneklerinin renk değişim değişkenleri normal dağılım göstermediğinden; iki farklı bölgenin yüzey pürüzlülük değişkenindeki (R_z) değişim değerlerinin benzerliği Mann–Whitney U testi ile araştırılmıştır. İki farklı koşullarda uygulanan dış ortam testi sonrasında odun örneklerinin yüzey pürüzlülük değerleri arasında önemli düzeyde benzerlik olduğu ($p>0.05$) Tablo 44’de verilmiştir.

Tablo 44. İki farklı koşullarda uygulanan dış ortam testi sonrasında yüzey pürüzlülük değişim (R_z) değerinin Mann-Whitney U testine göre benzerlik analizi sonuçları

Dış ortam Testi	Serbestlik Derecesi	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U-Testi Sonucu	Önem Düzeyi (P)
Sürmene	27	29.48	796.00	311.000	0.355
Yapay	27	25.52	689.00		

Tablo 44'te görüldüğü üzere, Sürmene sahil kesiminde ve laboratuvar ortamında yapay dış ortam testine maruz bırakılan doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini örneklerinin test sonundaki yüzey pürüzlülük değişkenindeki (R_z) değişim değerlerinin % 95 güven düzeyinde benzerlik göstermiştir ($U= 311.000$; $P>0.05$). Bu bulgu, iki bölgedeki örneklerin yüzey pürüzlülük değişim (R_z) değerlerinin benzer olduğu şeklinde ifade edilebilmektedir.

Tablo 45'de görüldüğü üzere, Sürmene sahil kesiminde ve laboratuvar ortamında yapay dış ortam testine maruz bırakılan doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini örneklerinin test sonundaki yüzey pürüzlülük (R_z) değişim değerleri %1 yanılma olasılığı ile % 55.1 oranında benzerlik göstermiştir ($P>0.01$).

Tablo 45. İki farklı koşullarda uygulanan dış ortam testi sonrasında yüzey pürüzlülük değişim (R_z) değerinin Kendall's Tau-b testine göre korelasyon analizi sonuçları

Dış ortam Testi	Serbestlik Derecesi	Kendall's Tau-b Testi Sonucu	Önem Düzeyi (P)
Sürmene-Yapay	27	0.551	0.000

3.4.3. Sürmene Sahil Kesimi Pilot Bölgesindeki Dış Ortam Şartlarının Laboratuvar Ortamında Benzetiminin Liflere Paralel Basınç Direncine Göre İncelenmesi

Tablo 46'da görüldüğü üzere, Sürmene sahil kesiminde dış ortam testine ve laboratuvar ortamında yapay dış ortam testine maruz bırakılan doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini örneklerinin test sonundaki liflere paralel basınç direnci değerleri Kolmogorov-Smirnov normallik testine göre normal dağılım göstermiştir ($p>0.05$).

Tablo 46. Liflere paralel basınç direnci değerlerinin dağılımını tanımlayıcı test sonuçları

Dış Ortam Testi	Serbestlik Derecesi	Önem Düzeyi
Sürmene Sahil Kesiminde	27	0.200
Yapay	27	0.105

Sürmene sahil kesimi ve laboratuvar ortamında dış ortam testine maruz kalan doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini örneklerinin liflere paralel basınç direnci değerleri normal dağılım gösterdiğinden; iki farklı bölgenin liflere paralel basınç direnci değerlerinin benzerliği bağımsız örnekler T testi ile araştırılmıştır. İki farklı koşullarda uygulanan dış ortam testi sonrasında odun örneklerinin liflere paralel basınç direnci değerleri arasında önemli düzeyde benzerlik olduğu ($p>0.05$) Tablo 47’de verilmiştir.

Tablo 47’de görüldüğü üzere, Sürmene sahil kesiminde ve laboratuvar ortamında yapay dış ortam testine maruz bırakılan doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini örneklerinin test sonundaki liflere paralel basınç direnci değerlerinin % 95 güven düzeyinde benzerlik göstermiştir ($T=-0.699$; $P>0.05$).

Tablo 47. İki farklı koşullarda uygulanan dış ortam testi sonrasında liflere paralel basınç direnci değerlerinin bağımsız örnekler T testine göre benzerlik analizi sonuçları

Dış ortam Testi	Serbestlik Derecesi	Sıra Ortalaması	Bağımsız Örnekler T-Testi Sonucu	Önem Düzeyi (P)
Sürmene	52	28.6037	-0.699	0.902
Yapay	52	29.6000		

Tablo 48’de görüldüğü üzere, Sürmene sahil kesiminde ve laboratuvar ortamında yapay dış ortam testine maruz bırakılan doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini örneklerinin test sonundaki liflere paralel basınç direnci değerleri %1 yanılma olasılığı ile % 64.5 oranında benzerlik göstermiştir ($P>0.01$).

Tablo 48. İki farklı koşullarda uygulanan dış ortam testi liflere paralel basınç direnci değerlerinin Kendall’s Tau-b testine göre korelasyon analizi sonuçları

Dış ortam Testi	Serbestlik Derecesi	Kendall’s Tau-b Testi Sonucu	Önem Düzeyi (P)
Sürmene-Yapay	27	0.645	0.000

3.5. FTIR Spektroskopi Analizine İlişkin Bulgular

Uzungöl yaylası, Sürmene sahil kesimi ve Hıdırnebi yaylası pilot bölgelerinde dış ortam koşulları testine maruz bırakılan doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini örneklerinde meydana gelen kimyasal değişimleri belirlemek amacıyla her örneğin FTIR spektrumları elde edilmiştir. Sürmene sahil kesiminin iklim şartları laboratuvar ortamında benzetilerek uygulanan yapay dış ortam koşullarına maruz bırakılan örneklerin de her birinin FTIR spektrumları elde edilmiştir.

Her örneğin dış ortam koşulları öncesi ve sonrasında alınan spektrumlarının ortalama değerleri alınarak Ek Şekil 1-108'de verilmiştir.

3.6. UV-VIS-NIR-NIR Spektrofotometre Analizine İlişkin Bulgular

Uzungöl yaylası, Sürmene sahil kesimi ve Hıdırnebi yaylası pilot bölgelerinde dış ortam koşullarına maruz bırakılan doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini örneklerinin UV ışını absorbe edebilme miktarındaki değişim UV-VIS-NIR spektrofotometre ölçümleri belirlenmiştir. Sürmene sahil kesimi hava koşullarının laboratuvar ortamında benzetilmesi ile uygulanan yapay dış ortam testinde de örneklerin UV-VIS-NIR spektrofotometre ölçümleri belirlenmiştir.

Doğal ve yapay dış ortam testi öncesi ve sonrasında her örneğin UV-VIS-NIR spektrumunun ortalama değerleri alınarak Şekil Ek 109-216'da gösterilmiştir.

3.7. Görsel Değerlendirmeye İlişkin Bulgular

Uzungöl yaylası, Sürmene sahil kesimi, Hıdırnebi yaylası pilot bölgelerinde ve laboratuvar ortamında yapay dış ortam koşulları testine maruz kalan doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini örnek yüzeylerinde çıplak gözle görülebilir değişiklikler ortaya çıkmıştır. Doğal ve yapay dış ortam testi sonrasında odun örneklerine yapılan çıplak gözle görsel değerlendirme puanlaması Tablo 49'da verilmiştir.

Tablo 49. Doğal ve yapay dış ortam testine maruz kalmış doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini örneklerini görsel değerlendirme puanlaması

Örnek Grubu	Bölge				Örnek Grubu	Bölge				Örnek Grubu	Bölge			
	A	B	C	D		A	B	C	D		A	B	C	D
K1	2	3	4	6	S1	3	4	4	5	L1	3	5	5	6
K2	4	4	5	7	S2	5	5	5	6	L2	4	5	5	6
K3	2	3	4	6	S3	4	4	4	5	L3	5	6	5	6
K4	7	8	9	10	S4	7	8	8	10	L4	7	8	9	10
K5	8	8	9	10	S5	6	8	7	10	L5	8	8	9	10
K6	6	5	6	9	S6	5	6	6	9	L6	4	5	5	10
K7	6	7	6	9	S7	5	7	7	9	L7	7	8	9	10
K8	5	6	5	7	S8	4	6	6	8	L8	4	5	5	8
K9	6	6	6	7	S9	5	7	7	8	L9	7	8	9	8

Tablo 49’da görüldüğü üzere, yüzeydeki çatlak sayısı ve derinliği arttıkça puan düşmektedir. En yüksek puan 10 olup, örnek yüzeyinde gözle görülebilir erozyonun olmadığını ifade etmektedir.

3.8. Liflere Paralel Basınç Direncine ilişkin Bulgular

Dış ortam testi öncesinde doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini örneklerinin liflere paralel basınç direnci değerlerine ait aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 50’de verilmiştir.

Tablo 50. Doğru kayını, sarıçam ve doğu ladini örneklerinin dış ortam testi öncesi liflere paralel basınç direnci ve standart sapma değerleri ($p < 0.05$)

Örnek kodu	Basınç Direnci	Standart Sapma	Örnek kodu	Basınç Direnci	Standart Sapma	Örnek kodu	Basınç Direnci	Standart Sapma
Kayın			Sarıçam			Ladin		
K1	62.4	5.0	S1	46.0	2.9	L1	40.0	3.5
K2	61.6	6.4	S2	47.7	3.1	L2	38.1	1.8
K3	62.4	3.0	S3	44.0	4.8	L3	38.7	1.4
K4	55.9	0.5	S4	43.9	1.6	L4	36.4	1.1
K5	51.1	0.4	S5	46.7	0.5	L5	39.9	1.0
K6	63.2	1.7	S6	44.5	1.3	L6	45.1	1.7
K7	56.6	1.3	S7	40.0	2.7	L7	37.2	0.3
K8	66.8	1.3	S8	43.1	0.9	L8	41.1	0.5
K9	58.5	0.2	S9	39.4	0.8	L9	33.8	1.4

Uzungöl yaylasında dış ortam testine maruz bırakılan doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini örneklerinin liflere paralel basınç direnci değerlerine ait aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 51’de verilmiştir.

Tablo 51. Uzungöl yaylası dış ortam testi sonrasında doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini örneklerinin liflere paralel basınç direnci ve standart sapma değerleri ($p<0.05$)

Örnek kodu	Basınç Direnci (N/mm ²)	Standart Sapma	Örnek kodu	Basınç Direnci (N/mm ²)	Standart Sapma	Örnek kodu	Basınç Direnci (N/mm ²)	Standart Sapma
Kayın			Sarıçam			Ladin		
AK1	50.4	1.3	AS1	35.9	2.2	AL1	34.0	2.8
AK2	46.8	1.7	AS2	47.7	2.2	AL2	32.7	1.4
AK3	50.3	2.2	AS3	44.0	2.1	AL3	34.4	2.2
AK4	52.9	4.3	AS4	43.9	1.8	AL4	34.6	3.6
AK5	47.0	1.7	AS5	46.7	2.3	AL5	35.7	2.8
AK6	52.1	1.8	AS6	44.5	3.0	AL6	33.8	1.3
AK7	51.1	2.1	AS7	40.0	1.7	AL7	33.5	1.2
AK8	56.1	3.8	AS8	43.6	2.2	AL8	36.9	0.8
AK9	45.0	2.2	AS9	39.4	2.0	AL9	32.4	2.0

Sürmene sahil kesiminde dış ortam testine maruz bırakılan doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini örneklerinin liflere paralel basınç direnci değerlerine ait aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 52’de verilmiştir.

Tablo 52. Sürmene sahil kesimi dış ortam testi sonrasında doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini örneklerinin liflere paralel basınç direnci ve standart sapma değerleri

Örnek kodu	Basınç Direnci (N/mm ²)	Standart Sapma	Örnek kodu	Basınç Direnci (N/mm ²)	Standart Sapma	Örnek kodu	Basınç Direnci (N/mm ²)	Standart Sapma
Kayın			Sarıçam			Ladin		
BK1	51.2	1.9	BS1	39.3	1.8	BL1	33.8	1.7
BK2	48.5	1.9	BS2	36.8	1.4	BL2	32.5	2.1
BK3	56.3	3.2	BS3	43.7	2.1	BL3	34.6	2.4
BK4	46.7	1.7	BS4	40.4	1.1	BL4	35.5	2.9
BK5	45.9	2.2	BS5	43.1	3.2	BL5	32.4	2.8
BK6	56.0	3.4	BS6	37.0	3.1	BL6	38.4	2.3
BK7	48.2	2.4	BS7	38.1	2.8	BL7	34.5	2.0
BK8	54.8	3.0	BS8	42.3	1.7	BL8	35.7	1.0
BK9	51.7	1.6	BS9	39.2	2.0	BL9	30.2	1.2

Hıdırnebi yaylasında dış ortam testine maruz bırakılan doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini örneklerinin liflere paralel basınç direnci değerlerine ait aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 53'te verilmiştir.

Tablo 53. Hıdırnebi yaylası dış ortam testi sonrasında doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini örneklerinin liflere paralel basınç direnci ve standart sapma değerleri

Örnek kodu	Basınç Direnci (N/mm ²)	Standart Sapma	Örnek kodu	Basınç Direnci (N/mm ²)	Standart Sapma	Örnek kodu	Basınç Direnci (N/mm ²)	Standart Sapma
Kayın			Sarıçam			Ladin		
CK1	53.7	5.2	CS1	36.6	1.9	CL1	33.9	1.7
CK2	49.5	4.6	CS2	36.5	2.6	CL2	33.7	1.9
CK3	53.6	2.1	CS3	43.2	3.2	CL3	33.7	1.4
CK4	55.8	3.1	CS4	38.6	3.4	CL4	31.3	2.9
CK5	51.1	3.5	CS5	41.1	4.4	CL5	32.1	1.5
CK6	54.2	2.0	CS6	42.6	1.8	CL6	32.8	1.5
CK7	52.8	2.4	CS7	38.0	2.7	CL7	33.1	3.0
CK8	55.0	4.2	CS8	41.6	2.4	CL8	35.7	3.3
CK9	57.2	2.1	CS9	36.1	1.6	CL9	32.0	1.3

Laboratuvar koşullarında yapay dış ortam testine maruz bırakılan doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini örneklerinin liflere paralel basınç direnci değerlerine ait aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 54'de verilmiştir.

Tablo 54. Yapay dış ortam testi sonrasında doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini örneklerinin liflere paralel basınç direnci ve standart sapma değerleri (p<0.05)

Örnek Kodu	Basınç Direnci (N/mm ²)	Standart Sapma	Örnek Kodu	Basınç Direnci (N/mm ²)	Standart Sapma	Örnek Kodu	Basınç Direnci (N/mm ²)	Standart Sapma
Kayın			Sarıçam			Ladin		
DK1	50.6	1.6	DS1	34.8	2.1	DL1	34.4	2.7
DK2	48.0	2.3	DS2	35.8	1.6	DL2	34.9	3.0
DK3	49.2	3.7	DS3	35.4	2.1	DL3	38.1	2.7
DK4	48.3	4.5	DS4	36.5	2.6	DL4	36.1	1.4
DK5	45.1	2.8	DS5	36.7	1.8	DL5	31.5	2.0
DK6	51.9	3.1	DS6	38.3	2.1	DL6	36.4	2.2
DK7	50.9	3.7	DS7	33.4	1.8	DL7	31.1	1.3
DK8	52.8	3.5	DS8	40.1	2.0	DL8	34.6	1.8
DK9	52.8	2.0	DS9	36.0	3.5	DL9	31.3	3.1

Tablo 55’te görülen varyans analizi sonucuna göre; dış ortam koşulları testi sonrasında pilot bölge, ağaç türü ve koruma yöntemi etmenlerinin liflere paralel basınç direncine etkisi %95 güven düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Liflere paralel basınç direncine bu üç etmenün birlikte etkisi de etkisi %95 güven düzeyinde anlamlıdır. Dış ortam koşulları testi sonrasında liflere paralel basınç direncine pilot bölge ve ağaç türünün birlikte etkisi olduğu etkisi %95 güven düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Dış ortam koşulları testi sonrasında liflere paralel basınç direncine pilot bölge ve koruma yönteminin birlikte etkisi etkisi %95 güven düzeyinde anlamsız olduğu tespit edilmiştir. Dış ortam koşulları testi sonrasında liflere paralel basınç direncine ağaç türü ve koruma yönteminin birlikte etkisi olduğu %95 güven düzeyinde anlamlı bulunmaktadır.

Tablo 55. Doğal ve yapay dış ortam testine sonrasında odun örneklerinin liflere paralel basınç direncindeki azalmaya pilot bölgelerin, ağaç türünün ve koruma yöntemlerinin etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları ($p<0.05$)

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F-Hesap	Önem düzeyi
A: Pilot bölge	834.778	3	278.259	29.499	0.000
B: Ağaç türü	102256.797	2	51128.398	5420.254	0.000
C: Koruma yöntemi	2104.430	8	263.054	27.887	0.000
Etkileşim ABC	6657.402	48	138.696	14.704	0.000
Etkileşim AB	1156.871	6	186.145	19.734	0.000
Etkileşim AC	7335.832	24	305.660	32.404	0.000
Etkileşim BC	3245.434	16	202.840	21.504	0.000
Hata	19356.192	2052	9.433		
Toplam	142907.736	2159			

Doğal ve yapay dış ortam testine maruz bırakılan doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini odun örneklerinin liflere paralel basınç direnci değerlerine; farklı pilot bölgelerdeki dış ortam koşullarının etkisinin anlamlı olduğu Newman-Keuls sonuçlarına göre elde edilen homojenlik gruplarıyla birlikte Tablo 56’da verilmiştir.

Tablo 56. Newman-Keuls test sonucuna göre oduna uygulanan pilot bölgenin liflere paralel basınç direncine etkisi

Pilot bölge	Ortalama	Homojenlik Grupları
Uzungöl	40.3178	A
Sürmene	41.9872	B
Hıdırnebi	41.0326	A
Yapay dış ortam testi	42.0648	B

Doğal ve yapay dış ortam testine maruz bırakılan doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini odun örneklerinin liflere paralel basınç direnci değerlerine ağaç türü etkisinin anlamlı olduğu Newman-Keuls sonuçlarına göre elde edilen homojenlik gruplarıyla birlikte Tablo 57’de verilmiştir. Doğal ve yapay dış ortam testine maruz bırakılan doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini odun örneklerinin liflere paralel basınç direnci değerlerine koruma yönteminin etkisinin anlamlı olduğu Newman-Keuls sonuçlarına göre elde edilen homojenlik gruplarıyla birlikte Tablo 58’de verilmiştir.

Tablo 57. Newman-Keuls test sonucuna göre oduna uygulanan ağaç türü liflere paralel basınç direncine etkisi

Ağaç türü	Ortalama	Homojenlik Grupları
Kayın	50.7008	A
Sarıçam	38.5481	B
Ladin	34.5117	C

Tablo 58. Newman-Keuls test sonucuna göre oduna uygulanan koruma yönteminin liflere paralel basınç direncine etkisi ($p < 0.05$)

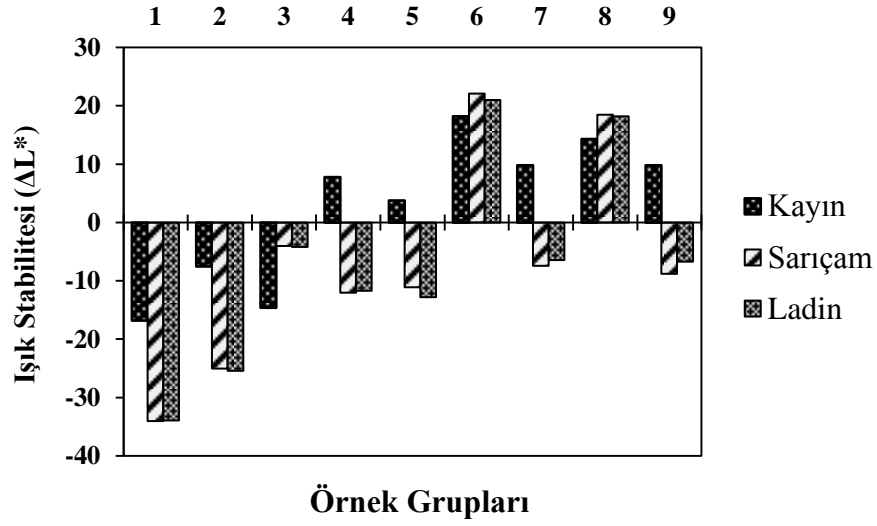
Koruma yöntemi	Ortalama	Homojenlik Grupları
Kontrol	40.7499	B
MCQ emp.	39.8683	A
Isıl İşlem	42.3933	E
Akrilik-UV1	41.4875	C
Akrilik-UV2	40.2067	AB
MCQ + Akrilik-UV1	42.200	DE
MCQ + Akrilik-UV2	40.1150	AB
Isıl işl+ Akrilik-UV1	41.6742	CD
Isıl işl+ Akrilik-UV2	42.5867	E

4. İRDELEME

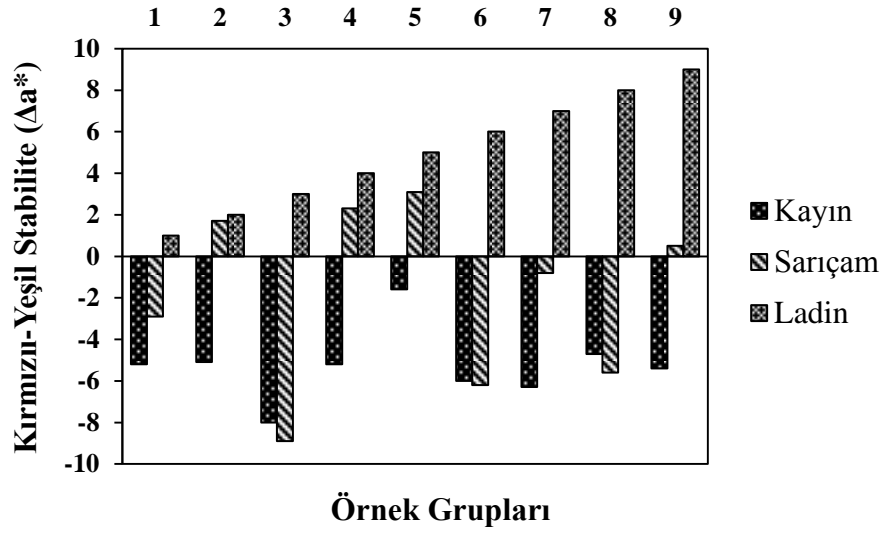
4.1. Renk Değişikliği

• Uzungöl Yaylası Deney Alanı

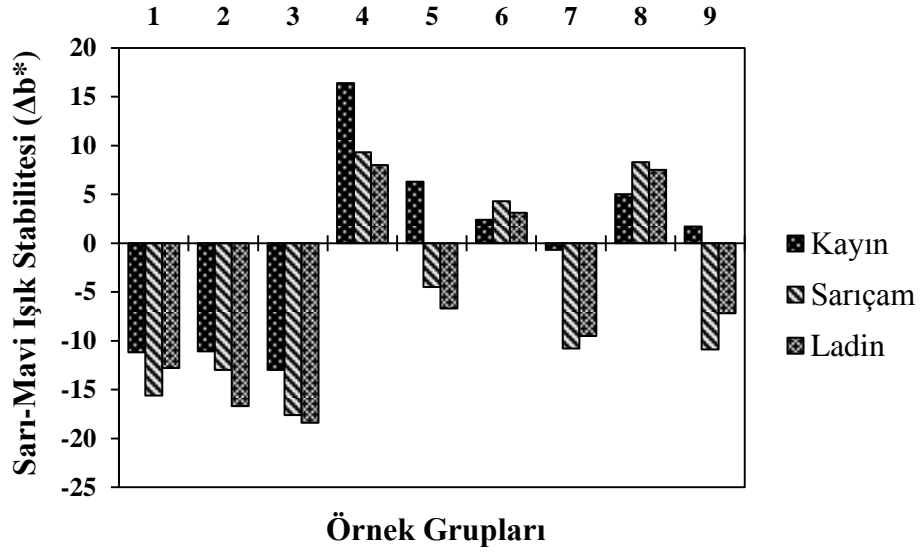
Uzungöl yaylasında dış ortam koşullarına maruz bırakılan doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini örneklerinde meydana gelen ışık stabilite (ΔL^*), kırmızı-yeşil stabilite (Δa^*), sarı-mavi stabilite (Δb^*) ve renk değişim (ΔE^*) değerleri Şekil 19- 22’de gösterilmiştir.



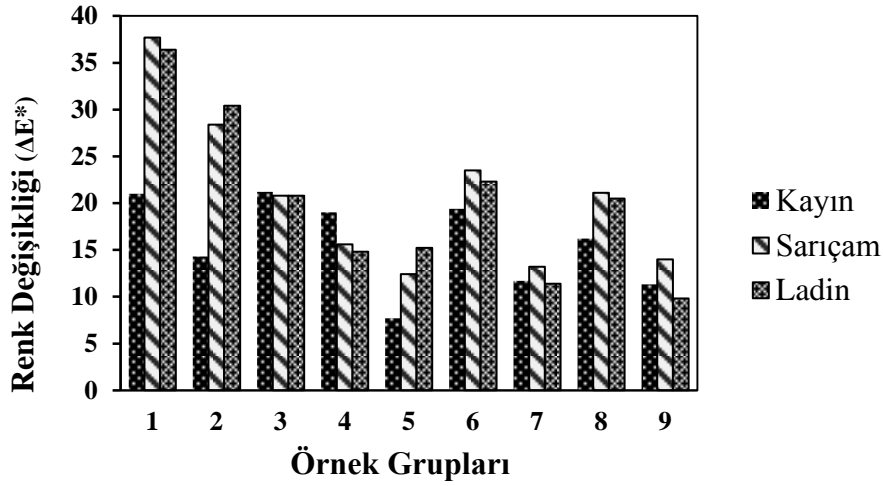
Şekil 19. Uzungöl yaylasında dış ortam koşullarına maruz bırakılan örneklerde oluşan ışık stabilite (ΔL^*) değerleri



Şekil 20. Uzungöl yaylasında dış ortam koşullarına maruz bırakılan örneklerde oluşan kırmızı-yeşil renk stabilite (Δa^*) değerleri



Şekil 21. Uzungöl yaylasında dış ortam koşullarına maruz bırakılan örneklerde oluşan sarı-mavi stabilite (Δb^*) değerleri



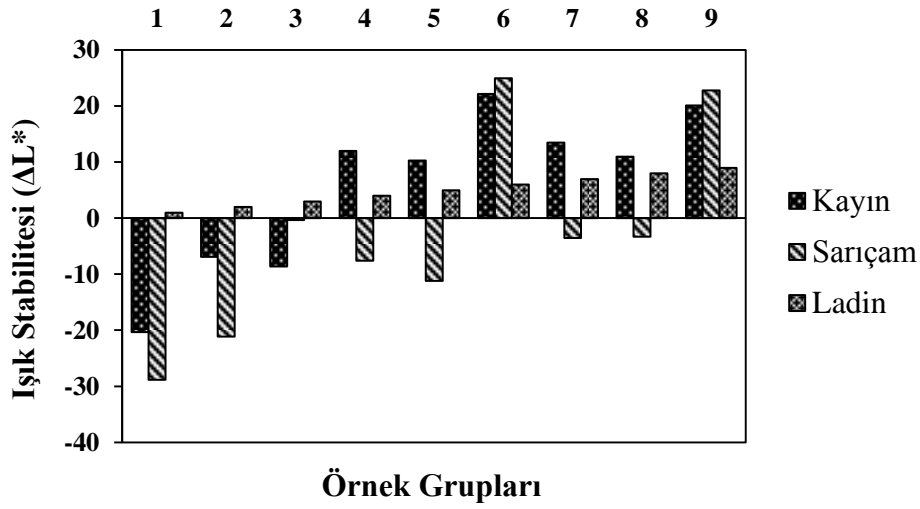
Şekil 22. Uzungöl yaylasında dış ortam koşullarına maruz bırakılan örneklerde oluşan renk değişim (ΔE^*) değerleri

Uzungöl yaylasında dış ortam koşullarına 15 ay süre maruz bırakılan doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini örneklerinde meydana gelen ΔL^* , Δa^* , Δb^* ve ΔE^* değerlerindeki değişmeye bakıldığı zaman; ışık stabilitesi (ΔL^*) bakımından en yüksek değer doğu ladini (-33.9) ve sarıçam (-34.0) kontrol gruplarında belirlenirken; en düşük değerler ise MCQ ile emprenye edildikten sonra yüzeyine organik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış kayın (3.8), ısıtılmış sarıçam (-4.0) ve doğu ladini (-4.2) örnek gruplarında bulunmuştur. Kromatik koordinatlardan kırmızı-yeşil koordinatını simgeleyen (Δa^*) değerinde; en yüksek değer ısıtılmış doğu kayını (-8.0), sarıçam (-8.9) ve doğu ladini (-8.8) örnek gruplarında; en düşük değer ise MCQ ile emprenye edildikten sonra yüzeyine inorganik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış doğu ladini (-0.3) ve ısıtılmış sarıçam (0.5) örnek gruplarında belirlenmiştir. Mavi ve sarı koordinatları simgeleyen (Δb^*) değerinde; en yüksek değer ısıtılmış doğu ladini (-18.4) örnek grubunda belirlenirken; en düşük değer ise MCQ ile emprenye edildikten sonra yüzeyine inorganik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış kayın örnek grubunda (-0.7) bulunmuştur. Örneklerde meydana gelen toplam renk değişikliği bakımından ise en yüksek renk değişim (ΔE^*) değerleri, sarıçam (37.7) ve doğu ladini (36.4) kontrol örnek gruplarında belirlenirken; en düşük renk değişim değerleri ısıtılmış sarıçam (0.5) ve ısıtılmış doğu ladini (-4.2) örnek gruplarında belirlenmiştir.

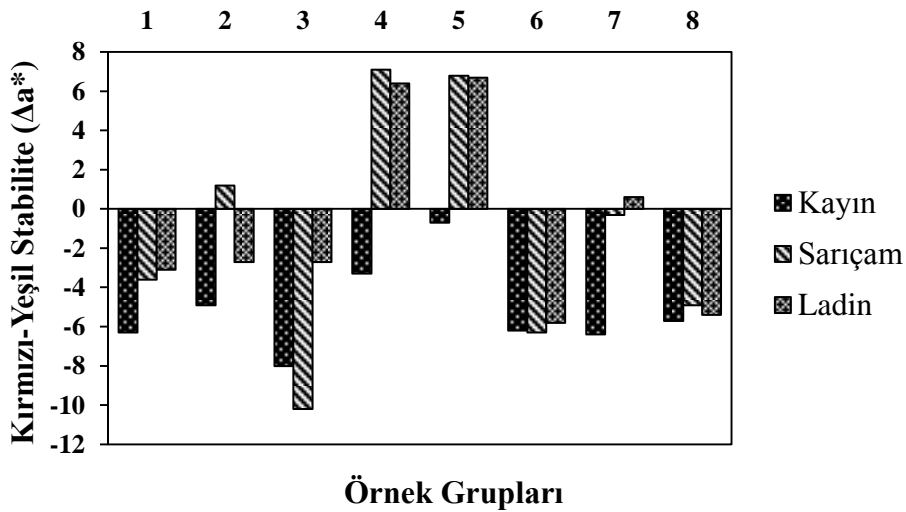
uygulanan doğu ladini, doğu kayını ve sarıçam örnek grupları ile sadece yüzeyine organik UV absorbe edici akrilik reçine uygulanan doğu kayını örnek gruplarında bulunmuştur.

- Sürmene Sahil Kesimi Deneş Alanı

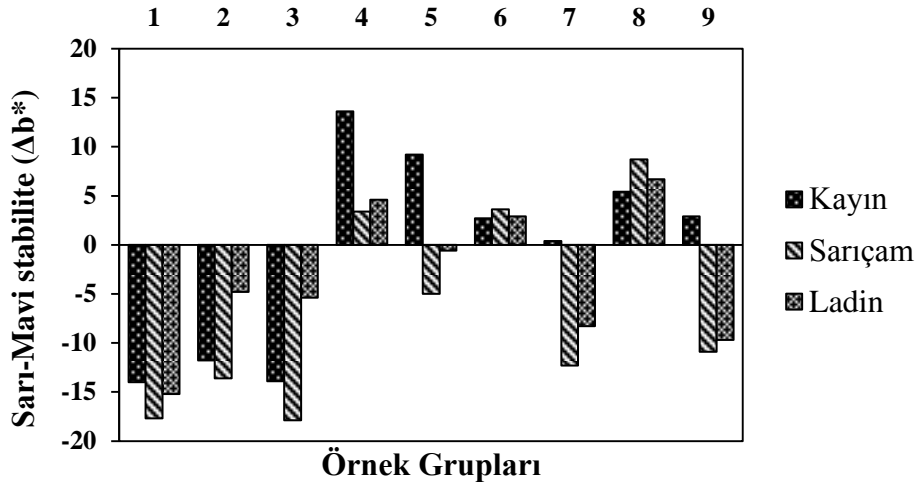
Sürmene sahil kesiminde dış ortam koşullarına maruz bırakılan doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini örneklerinde meydana gelen ışık stabilitesi (ΔL^*), kırmızı-yeşil stabilite (Δa^*), sarı-mavi stabilite (Δb^*) değerleri ve renk değişim (ΔE^*) değerleri Şekil 23-26'te gösterilmiştir.



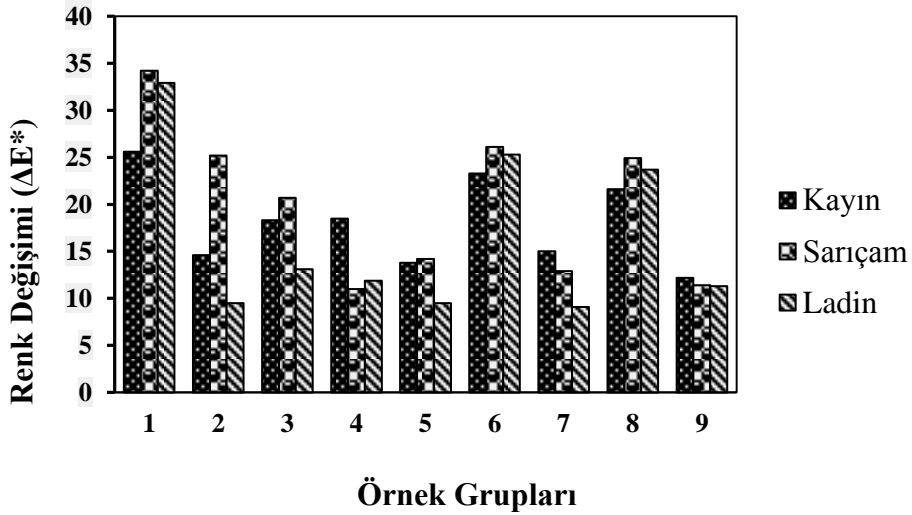
Şekil 23. Sürmene sahil kesiminde dış ortam koşullarına maruz bırakılan örneklerde oluşan ışık stabilite (ΔL^*) değerleri



Şekil 24. Sürmene sahil kesiminde dış ortam koşullarına maruz bırakılan örneklerde oluşan kırmızı-yeşil stabilite (Δa^*) değerleri



Şekil 25. Sürmene sahil kesiminde dış ortam koşullarına maruz bırakılan örneklerde oluşan sarı-mavi stabilite (Δb^*) değerleri



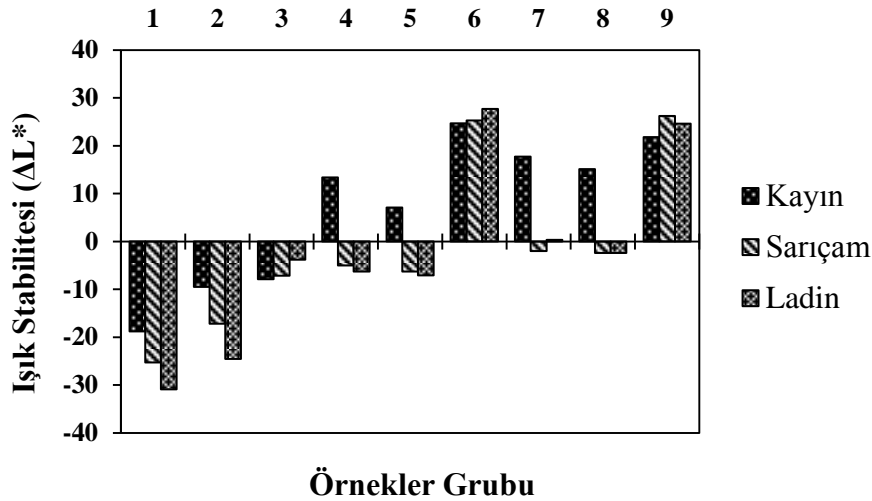
Şekil 26. Sürmene sahil kesiminde dış ortam koşullarına maruz bırakılan örneklerde oluşan renk değişimi (ΔE^*) değerleri

Sürmene sahil kesiminde dış ortam koşullarına 15 ay süre maruz bırakılan doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini örneklerinde meydana gelen ΔL^* , Δa^* , Δb^* ve ΔE^* değerlerindeki değişmeye bakıldığı zaman; ışık stabilitesi (ΔL^*) bakımından en yüksek değer doğu kayını (-29.1) ve sarıçam (-28.8) kontrol gruplarında bulunurken; en düşük değer ısıtılmış işlem uygulanmış sarıçam (-0.3) örnek grubunda bulunmuştur. Kromatik koordinatlardan kırmızı-yeşil koordinatını simgeleyen (Δa^*) değerinde; en yüksek değer ise ısıtılmış işlem uygulanmış doğu kayını (-8.0) ve sarıçam (-10.2) örnek gruplarında, en düşük değer ise MCQ ile empenye edildikten sonra yüzeyine inorganik UV absorbe edici içeren

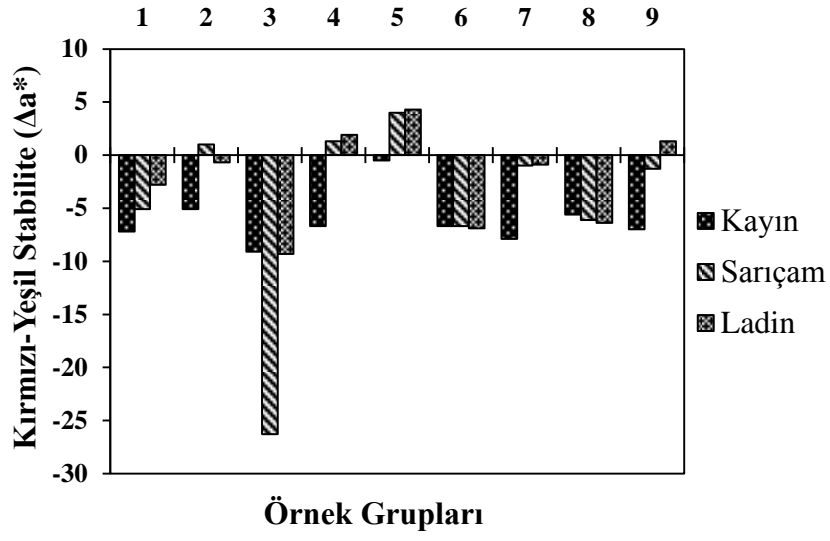
akrilik reçine uygulamış doğu ladini (0.6) ve sarıçam (-0.3) ve yüzeyine organik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış doğu kayını (-0.7) örnek gruplarında belirlenmiştir. Mavi ve sarı koordinatları simgeleyen (Δb^*) değerinde; en yüksek değer ısı işlem uygulanmış sarıçam (-17.9) örnek grubunda belirlenirken, en düşük değer ise ısı işlem uygulandıktan sonra yüzeyine organik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış sarıçam (0.4) ve doğu ladini (-0.6) örnek grubunda bulunmuştur. Örneklerde meydana gelen toplam renk değişikliği bakımından ise en yüksek renk değişikliği (ΔE^*) değeri sarıçam (34.2) ve doğu ladini (32.9) kontrol örnek gruplarında belirlenirken, en düşük renk değişikliği ısı işlem uygulandıktan sonra yüzeyine inorganik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanan doğu kayını (12.2), doğu ladini (9,1) ve sarıçam (11.4) örnek grupları ve yüzeyine sadece organik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanan sarıçam (11.0) örnek gruplarında bulunmuştur.

- Hıdırnebi Yaylası Deney Alanı

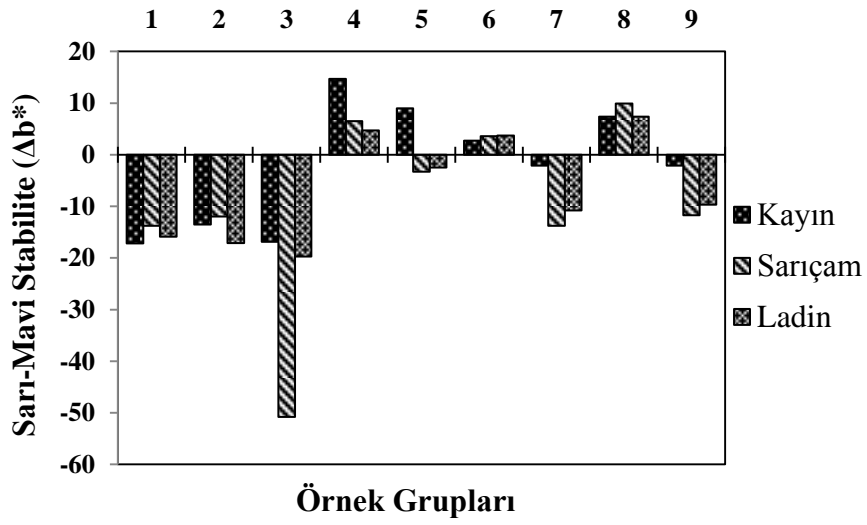
Hıdırnebi yaylasında dış ortam koşullarına maruz bırakılan doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini örneklerinde meydana gelen ışık stabilitesi (ΔL^*), kırmızı-yeşil stabilite (Δa^*), sarı-mavi stabilite (Δb^*) ve renk değişim (ΔE^*) değerleri Şekil 27- 30'da gösterilmiştir.



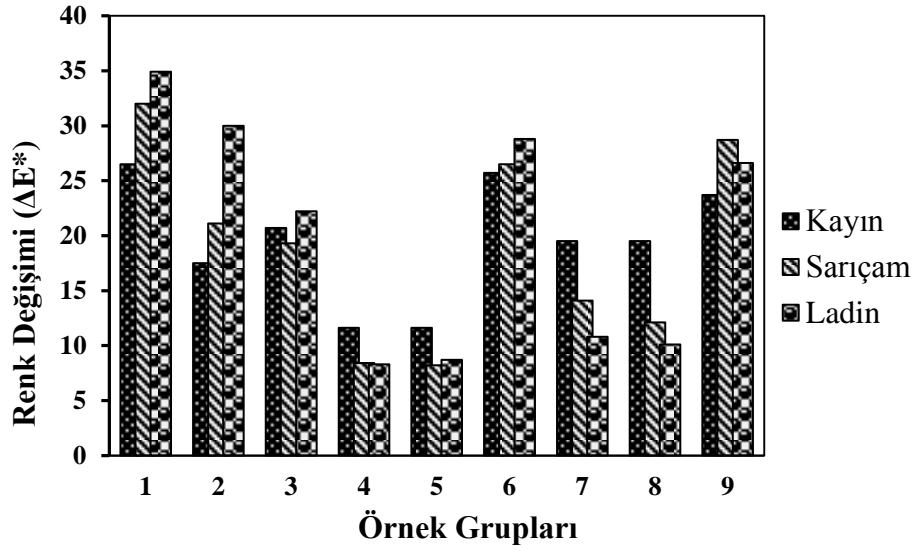
Şekil 27. Hıdırnebi yaylasında dış ortam koşullarına maruz bırakılan örneklerde oluşan ışık stabilite (ΔL^*) değerleri



Şekil 28. Hıdırnebi yaylasında dış ortam koşullarına maruz bırakılan örneklerde oluşan kırmızı-yeşil stabilite (Δa^*) değerleri



Şekil 29. Hıdırnebi yaylasında dış ortam koşullarına maruz bırakılan örneklerde oluşan sarı-mavi stabilite (Δb^*) değerleri



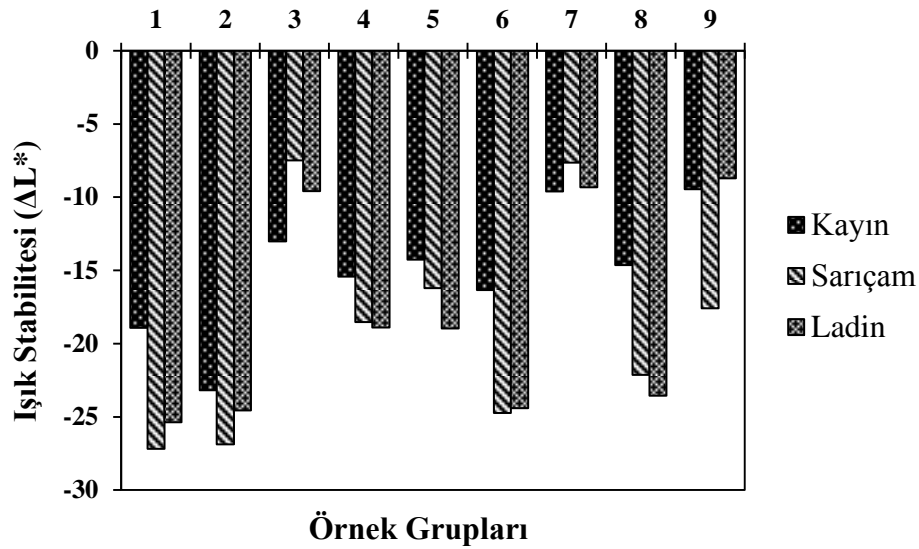
Şekil 30. Hıdırnebi yaylasında dış ortam koşullarına maruz bırakılan örneklerde oluşan renk değişim (ΔE^*) değerleri

Hıdırnebi yaylasında dış ortam koşullarına 15 ay süre maruz bırakılan doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini örneklerinde meydana gelen ΔL^* , Δa^* , Δb^* ve ΔE^* değerlerindeki değişmeye bakıldığı zaman; ışık stabilitesi (ΔL^*) bakımından en yüksek değerler doğu kayını (-30.9) ve sarıçam (-25.3) kontrol gruplarında, ısıl işlem sonrasında organik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış sarıçam (26.2) ve doğu ladini (24.6) örnek gruplarında, MCQ ile empenye sonrasında organik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış doğu kayını (24.7) örnek gruplarında bulunurken; en düşük değer MCQ ile empenye sonrasında yüzeyine inorganik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış doğu ladini (0.3) örnek grubunda bulunmuştur. Kromatik koordinatlardan kırmızı-yeşil koordinatını simgeleyen (Δa^*) değerinde; en yüksek değer ise ısıl işlem uygulanmış doğu kayını (-9.1), sarıçam (-8.8) ve doğu ladini (-9.3) örnek gruplarında, en düşük değer ise MCQ ile empenye edildikten sonra yüzeyine inorganik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış doğu ladini (-0.9), MCQ ile empenye edilmiş sarıçam (1.0), ısıl işlem sonrasında yüzeyine organik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış sarıçam (1.0) ve yüzeyine inorganik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış doğu kayını (-0.5) örnek gruplarında belirlenmiştir. Mavi ve sarı koordinatları simgeleyen (Δb^*) değerinde; en yüksek değer ısıl işlem uygulanmış doğu kayını (-16.9), sarıçam (-16.9) ve doğu ladini (-19.7) örnek gruplarında belirlenirken, en düşük değer ısıl işlem sonrasında inorganik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış doğu kayını

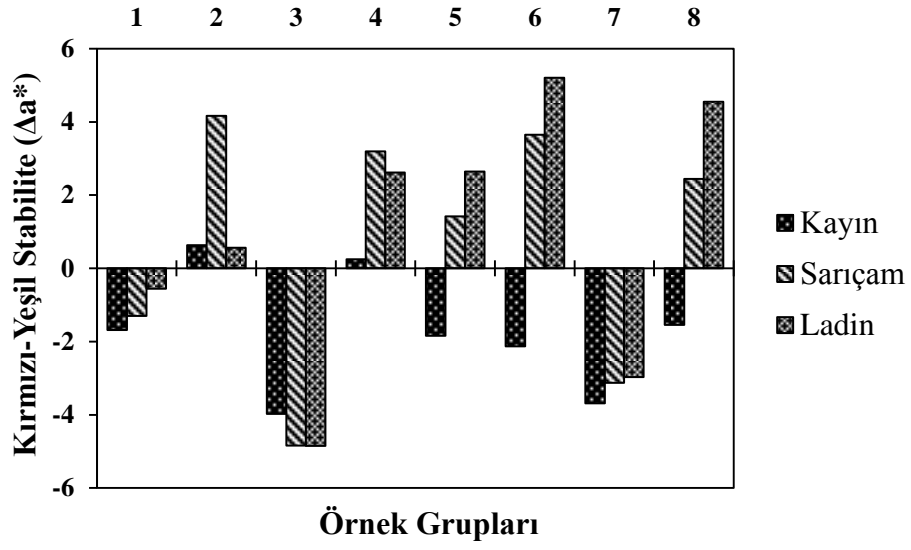
(2.7), ısıtıl işlem sonrasında organik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış doğu kayını (-2.1), MCQ ile emprenye sonrasında yüzeyine inorganik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış doğu kayını (-2.1) ve yüzeyine inorganik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış doğu ladini (-2.5) örnek gruplarında bulunmuştur. Örneklerde meydana gelen toplam renk değişikliği bakımından ise en yüksek renk değişim (ΔE^*) değeri doğu kayını (26.5), sarıçam (32.0) ve doğu ladini (34.9) kontrol örnek gruplarında belirlenirken, en düşük renk değişikliği yüzeyine organik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanan doğu ladini (8.3), sarıçam (8.4) ve doğu kayını (11.6) örnek gruplarında ve ayrıca yüzeyine inorganik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanan doğu ladini (8.7), sarıçam (8.2) ve doğu kayını (11.6) örnek gruplarında bulunmuştur.

- Yapay Dış Ortam Testi

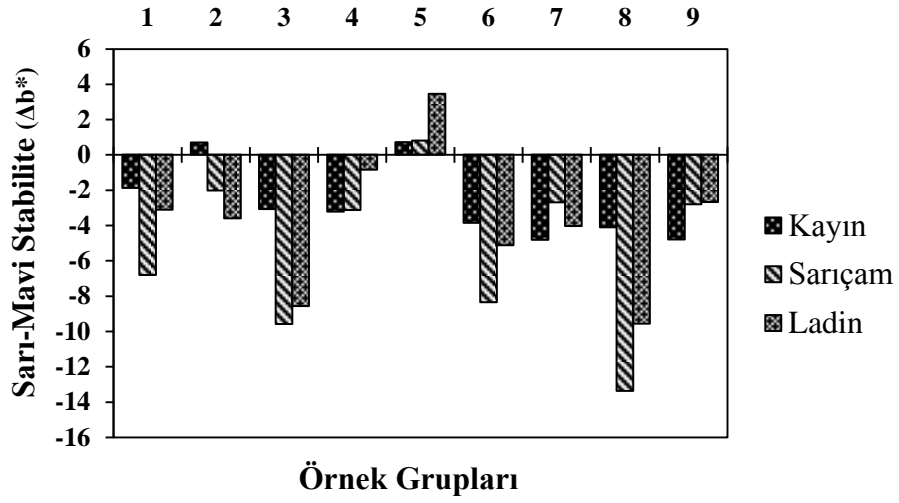
Yapay dış ortam tabii tutulan doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini örneklerinde meydana gelen ışık stabilite (ΔL^*), kırmızı-yeşil stabilite (Δa^*), sarı-mavi stabilite (Δb^*) ve renk değişim (ΔE^*) değerleri Şekil 31- 34'te gösterilmiştir.



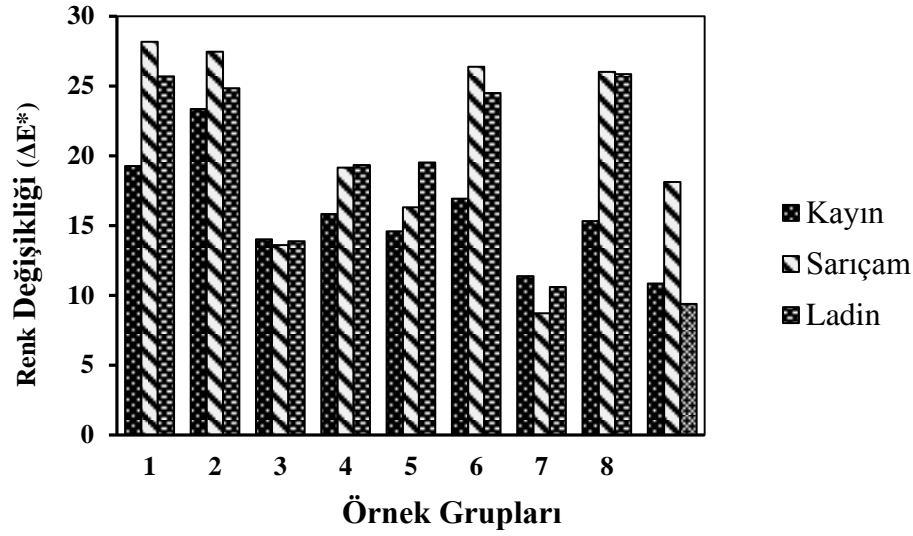
Şekil 31. Yapay dış ortam testine tabii tutulan örneklerde oluşan ışık stabilite (ΔL^*) değerleri



Şekil 32. Yapay dış ortam testine tabi tutulan örneklerde oluşan kırmızı-yeşil stabilite (Δa^*) değerleri



Şekil 33. Yapay dış ortam testine tabi tutulan örneklerde oluşan sarı-mavi stabilite (Δb^*) değerleri



Şekil 34. Yapay dış ortam testine tabi tutulan örneklerde oluşan renk değişim (ΔE^*) değerleri

360 saat yapay dış ortam koşullarına tabi tutulan doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini örneklerinde meydana gelen ΔL^* , Δa^* , Δb^* ve ΔE^* değerlerindeki değişmeye bakıldığı zaman; ışık stabilitesi (ΔL^*) bakımından en yüksek değerler doğu kayını (-18.9), sarıçam (-27.2) ve doğu ladini (-25.4) kontrol gruplarında ve MCQ ile emprenye edilmiş doğu kayını (-23.1), sarıçam (-26.9) ve doğu ladini (-24.6) örnek gruplarında bulunurken; en düşük değer ısıtma işlem sonrasında yüzeyine inorganik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış doğu kayını (-9.5) ve doğu ladini (8.7) örnek gruplarında ve ısıtma işlem görmüş sarıçam (-7.5) örnek gruplarında bulunmuştur. Kromatik koordinatlardan kırmızı-yeşil koordinatını simgeleyen (Δa^*) değerinde; en yüksek değer ısıtma işlem uygulanmış doğu kayını (-3.2) ve sarıçam (-4.8) örnek grupları ve ısıtma işlem sonrasında yüzeyine organik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış doğu ladini (4.6) örnek grubunda belirlenirken; en düşük değer ise MCQ ile emprenye edilmiş doğu ladini (0.6) ve doğu kayını (0.6) örnek gruplarında ve sarıçam kontrol grubunda (-1.3) bulunmuştur. Mavi ve sarı koordinatları simgeleyen (Δb^*) değerinde; en yüksek değer ısıtma işlem sonrasında yüzeyine organik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış doğu kayını (-4.8), MCQ ile emprenye sonrasında yüzeyine inorganik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış doğu kayını (-4.8), MCQ ile emprenye edilmiş sarıçam (-4.8) ve ısıtma işlem sonrasında yüzeyine organik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış doğu ladini (-9.6) örnek gruplarında belirlenirken; en düşük değer ise doğu ladini (-3.1) kontrol

grubu ve MCQ ile emprenye edilmiş doğu kayını (0.7) ve sarıçam (-2.0) örnek gruplarında bulunmuştur. Örneklerde meydana gelen toplam renk değışikliği bakımından ise en yüksek renk değışikliği (ΔE^*) doğu kayını (19.3), sarıçam (28.2) ve doğu ladini (25.7) kontrol örnek gruplarında ve ısıı işlem görmüş doğu ladini (24.9) ve sarıçam (27.5) örnek gruplarında belirlenirken; en düşük renk değışikliği ısıı işlem sonrasında yüzeyine inorganik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanan doğu ladini (9.4), sarıçam (8.7), doğu kayını (10.9) örnek gruplarında bulunmuştur.

- Genel Değerlendirme

Δb^* 'nin pozitif değeri odun yüzeyinde sarımsı rengin artmasını, negatif değeri ise mavimsi rengin artmasını göstermektedir. Δa^* 'nin pozitif değeri odun yüzeylerinin kırmızımsı, negatif değeri yeşilimsi bir renk almasını göstermektedir.

Dış ortam koşullarına maruz kalan odunun yüzeyi daha lifli (kaba) ve koyu hale geldiği için çalışma sırasında üst yüzey işlemi uygulanmayan örneklerin yüzeyinden negatif ışık stabilitesi (ΔL^*) elde edilmiştir. Ayrıca, maruz bırakılan yüzeydeki ligninin polimerizasyonu, yüzeyin daha koyu hale gelmesine neden olmaktadır. Fakat Uzungöl yaylası, Sürmene sahil ve Hıdırnebi yaylasında ve laboratuvar ortamında yapay dış ortam testine maruz bırakılan ısıı işlem görmüş üç odun türünde üst yüzey uygulanmamış tüm örnek gruplarının ışık stabilitesi ΔL^* negatiftir. Doğal dış ortam koşulları testine maruz kalan üç odun türünde de; MCQ ile emprenye sonrasında ve ısıı işlem sonrasında yüzeylerine organik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış örnek gruplarının ışık stabilitesi ΔL^* pozitif iken; diğer üst yüzey uygulanmış örnek gruplarının ışık stabilitesi ΔL^* negatiftir. Işık stabilitesi ΔL^* pozitif olduğunda odun yüzeyi daha açık hale gelmektedir.

Yapılan araştırmalarda, ısıı işlem görmüş odun örneğinin dış ortam koşullarına maruz kaldığında hızla ışık stabilitesi (ΔL^*) değeri düşüğü bildirilmektedir. ısıı işlem uygulanmış odunların yüzeyleri doğal olarak güneş ışığı, yağmur ve rüzgâr etkisi nedeniyle hava etkilerine (yaşlanma) uğramaya eğilimlidir. Bu durum odunun dayanıklılığını etkilemez, fakat odun yüzeyleri belli bir süreden sonra lignin bozunması nedeniyle grileşir. Bu renk değışimi ısıı işlem uygulanmış odunun yaşlanma öncesi koyu kahverenginde olduğu için ısıı işlem uygulanmamış oduna göre çok daha belirgindir (Ayadi vd., 2003; Nuopponen vd., 2003; Kocaefe vd., 2008; Sahin vd., 2010; Yıldız vd., 2010; Dubey vd., 2010; Yıldız vd., 2011; Srivinas ve Pandey, 2012; Yıldız vd., 2013; Huang vd., 2013; Korkut vd., 2013).

Doğal (Uzungöl yaylası, Sürmene sahil ve Hıdırnebi yaylası) ve yapay dış ortam koşullarına maruz bırakılan örnek grupları arasında en iyi renk stabilitesi; yüzeyine sadece inorganik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanan doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini örnek gruplarından sağlanmıştır. Uzungöl yaylasında ve Sürmene sahilinde dış ortam koşullarına maruz bırakılmış olan, ısıtma işlem sonrasında yüzeyine inorganik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış doğu kayını örnek gruplarında renk stabilizasyonunun diğer örnek gruplarına kıyasla daha iyi olduğu belirlenmiştir. Hıdırnebi yaylasında dış ortam koşullarına maruz bırakılmış örnek grupları arasında ise sadece yüzeyine organik ve inorganik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini örnek gruplarından en iyi renk stabilizasyonu belirlenmiştir. Yapay dış ortam testine tabi tutulan örnek grupları arasından ise; MCQ ile empenye edildikten sonra yüzeyine inorganik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış sarıçam ve ısıtma işlem sonrasında yüzeyine organik inorganik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış tüm örnek gruplarında en iyi renk stabilizasyonu elde edilmiştir. Son yıllarda yapılan bir çok çalışmada benzer sonuçlar bulunmuştur (Deka ve Petrič, 2008; Saha vd., 2011a; Saha vd., 2011b; Özgenç vd., 2012; Saha vd. 2013).

Isıtma işlem uygulanmış odunlara pigment içeren yüzey işlemlerinin uygulanması yüzey çatlaklarını gidermek bakımından iyidir. Isıtma işlem uygulanmış odun doğal hava şartlarına maruz kaldığında yağmurla taşınan kirler veya havadaki mantarlar nedeniyle malzeme yüzeyinde küflenme görülebilmektedir. Isıtma işlem uygulanmış malzeme çatlama, solma ve yüzey çabuklaşmasını önlemek için dış ortam etkilerine karşı üst yüzey işlemi uygulanarak kaplanmalıdır. Dış ortam koşullarına karşı dayanıklı bir üst yüzey kaplaması seçilmesi ve uygun ısıtma işlem yönteminin kullanılması yüksek bir etki elde edilmesini sağlamaktadır. Dış ortam koşullarında ısıtma işlem uygulanmış odunun başarımını arttırmak için farklı üst yüzey uygulamaları üzerine çok sayıda çalışma yapılmıştır. UV absorbe edici içeren ya da içermeyen akrilik poliüretan verniği, UV absorbe edici içeren yada içermeyen yarı şeffaf suya dayanıklı akrilik reçine ve UV absorbe edici içeren yada içermeyen polyester esaslı vernik gibi üst yüzey maddeleri ısıtma işlem görmüş odun yüzeylerine uygulandığında dış ortam koşullarına karşı etkilerinin arttığı görülmüştür (Deka ve Petrič, 2008; Saha vd., 2011a ve 2011b; Saha vd., 2013).

Dış ortam koşullarında, MCQ ile empenye edilerek yapılan koruma yöntemine kıyasla ısıtma işlem ile korunan doğu ladini ve sarıçam odun türlerinin renk değişimi daha düşük olmaktadır. Doğru kayını türü ise dış ortam koşullarında, ısıtma işlem ile korumaya

kıyasla MCQ ile emprenye edildiğinde renk değişimine karşı daha etkin koruma sağlamaktadır (Deka ve Petrič, 2008; Özgenç vd., 2012). Odun malzemesi, UV etkisine maruz bırakıldığında, UV ışını lignin tarafından absorbe edilmekte ve serbest radikaller oluşmaktadır. Oluşan bu serbest radikaller hem monomerik hem de oligomerik yapılardaki orto ve/veya para kinonların oluşumunu sağlamaktadır. Odun yüzeylerinde meydana gelen renk değişiminin temel nedeni bu yapılardan kaynaklanmaktadır. Yapılan araştırmalarda, bakır içeren maddelerle emprenye işleminin odun yüzeyinde renk stabilizasyonunu sağladığı ortaya konulmuştur (Jin vd., 1991; Ruddick ve Jin, 1994; Yalinkiliç vd., 1999; Grelier vd., 2000; Zhang ve Kamdem, 2000; Temiz, 2005; Temiz vd., 2005). Dış ortam koşullarında emprenye maddesinin içerisindeki bakırın yıkanması, odun yüzeyinin dayanımını olumsuz etkilemektedir. ACQ gibi koruyucu maddelere kıyasla, mikronize bakır içerikli MCQ ile emprenye edilen odunlarda bakırın yıkanma oranı çok daha düşüktür (Barnes vd., 2008; Freeman ve McIntyre, 2008; Preston vd., 2008; McIntyre vd., 2009; Cooper ve Ung, 2009; McIntyre, 2010; Zahora, 2010).

Doğal ve yapay dış ortam koşullarına karşı, tek başına MCQ ile emprenye ve ısı işlem korumasına kıyasla MCQ ile emprenye edildikten ve ısı işleminden sonra yüzeyine organik ya da inorganik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanan doğu ladini, sarıçam ve doğu kayını odun örneklerinin renk stabilizasyonu daha iyileştirilmiştir. Yapılan çok sayıda çalışmada, bakır içerikli koruyucu ile emprenye ve ısı işlem sonrasında odun yüzeyine UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmasının odunun dış ortam koşulları başarımını arttırdığı bulunmuştur (Deka ve Petrič, 2008; Nzokou vd., 2011; Saha vd., 2011a ve 2011b; Saha vd., 2011; Nejad, 2011; Humar vd., 2011; Özgenç vd., 2012; Saha vd., 2013). Ancak, önceden koruma işlemi yapılmış ya da herhangi bir koruma işlemi yapılmamış odun yüzeyine inorganik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulamasının renk stabilizasyonunun, organik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulamasından çok daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu durum yapılan çalışmalara dayalı olarak, akrilik reçine içerisine karıştırılan inorganik UV absorbe edicinin renk stabilizasyonu etkinliğinin organik UV absorbe edicinin etkinliğinden çok daha iyi olduğu ifade edilebilmektedir (Ávár ve Bechtold, 1999; Chang ve Chou vd., 2000; Kiguchi vd., 2001; Allen vd., 2002; Hayoz vd., 2003; Seubert vd., 2003; Mahltig vd., 2005; Custódio ve Eusébio, 2006; Alou vd., 2007; Schaller vd., 2008; Forsthuber ve Grüll, 2010; Saha vd., 2011a ve 2011b; Saha vd., 2011; Tshabalala vd., 2011; Fufa vd., 2012; Özgenç vd., 2012; Forsthuber vd., 2012; Forsthuber vd., 2013; Saha vs., 2013).

Nejad (2011) tez çalışmasında; CCA-C (Bakır Krom Arsenik), ACQ-C (Alkali/Bakır/Kuat) ve CA-B (Bakır/Azol) ile emprenye ettiği sarıçam diri odunu örneklerinin yüzeyini akrilik, alkid, akrilik-alkid ve poliüretan esaslı farklı tipte üst yüzey maddeleriyle kaplayarak, bunların 3 yıl süre ile dış ortam koşullarındaki başarımlarını araştırmıştır. Emprenye edilen sarıçam örneklerinin renk değişim değeri (ΔE^*) emprenye edilmemiş kontrol örneklerinden düşük iken; emprenye sonrasında üst yüzey maddesi ile kaplanmış sarıçam örneklerinin renk değişim değerinden (ΔE^*) yüksek olduğunun tespit etmiştir (Nejad, 2011).

Doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini odun türlerinin dış ortam koşullarındaki doğal renk stabiliteyi farklı olmaktadır. Sürmene sahil kesimi hariç diğer pilot bölgelerde ve yapay dış ortam testinde maruz kalma sonrası en iyi renk stabilitesi doğu kayını odununda belirlenmiştir. Doğal ve yapay dış ortam testine maruz bırakılan MCQ ile emprenye edilen doğu kayını ve sarıçam örnek gruplarının renk stabilizasyonunun MCQ ile emprenye edilen doğu ladini odunundan çok daha iyi olduğu bulunmuştur. Bunun nedeninin, ladin odunun geçit aspirasyonu nedeni ile zor emprenye olan bir tür olmasıdır. Çünkü doğu kayını ve sarıçam türlerine kıyasla, ladin odunu geçit aspirasyonu nedeni ile bir hayli düşük tutunma değeri vermiştir (Yalınkılıç vd., 1996; Yıldız, 2007; Yıldız vd., 2008; Yıldız ve Yıldız, 2008; Yıldız vd., 2012).

Tablo 53'de görüldüğü üzere doğu ladini ve sarıçam odununa kıyasla, MCQ ile emprenye edilen doğu ladini odununun tutunma miktarı bir hayli düşüktür. Doğü ladin odunu geçit aspirasyonu nedeni ile güç emprenye edilen; doğu kayını ve sarıçam ise kolay emprenye edilen türlerdir (Yıldız, 2009). Doğal ve yapay dış ortam testine maruz kalma sonrasında doğu kayını sarıçam odununa kıyasla, düşük tutunma miktarına sahip doğu ladini odununda yüksek renk değişimi belirlenmiştir. Doğü kayını ve sarıçam odununa kıyasla, doğu ladini odununda tutunma miktarının düşük olması dış ortam koşullarında lignin bozunması ile oluşan renk değişiminin daha yüksek olmasına neden olmaktadır (Yalınkılıç vd., 1996; Müller vd., 2003; Yıldız vd., 2008; Yıldız vd., 2012).

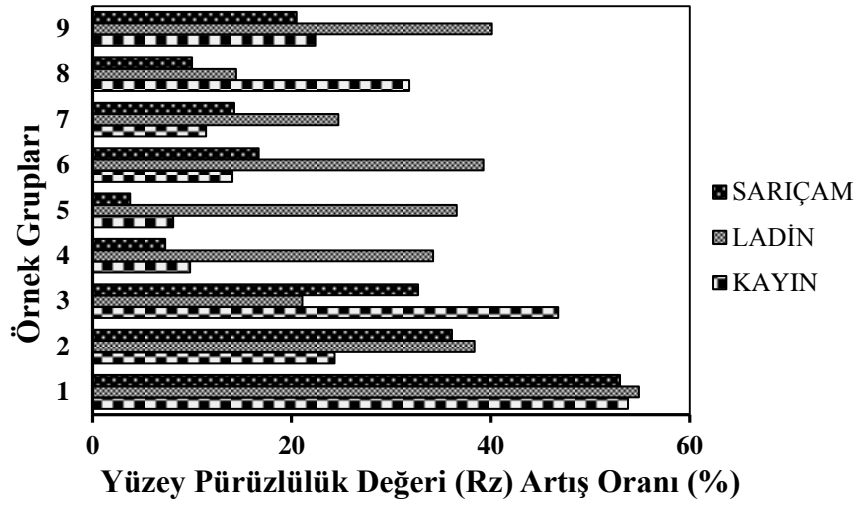
4.2. Yüzey Pürüzlülüğü

Odun, anizotropik ve heterojen bir malzeme olduğu için yüzey pürüzlülüğü, sadece anatomik yapıdan kaynaklanan farklardan oluşmamaktadır. Bu anlamda, yıllık halka içindeki ilkbahar ve yaz odunu oranı, doğal büyüme karakteristikleri (budaklar, lif

kıvrıklığı), yıllık halka genişliği, depolama koşulları, kurutma sıcaklığı, ağaç malzemenin kesilme yönü gibi etmenler dikkate alınmalıdır (Aydın ve Çolakoğlu, 2003; Aydın, 2004; Temiz, 2005; Aydın ve Colakoğlu, 2005).

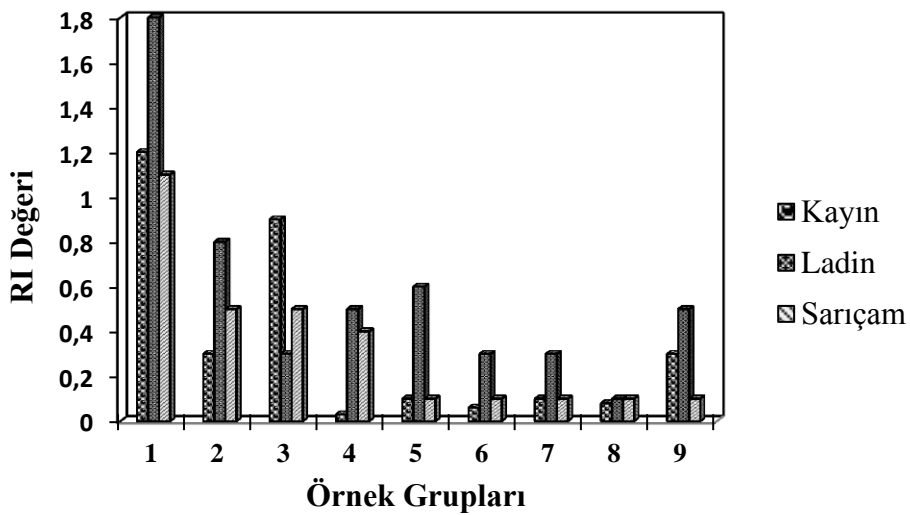
- Uzungöl Yaylası Deney Alanı

Uzungöl yaylasında dış ortam koşullarına 15 ay süre ile maruz bırakılan doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini örneklerinin pürüzlülük değerindeki artış yüzdelerinin (R_z) karşılaştırması Şekil 35'de görülmektedir. Kontrol örneklerinin pürüzlülük değerindeki (R_z) artış yüzdeleri hemen hemen aynı olup en yüksektir. Test örneklerinden ise, pürüzlülük değerindeki (R_z) en yüksek artış yüzdeleri ısıtma işlemi uygulanan doğu kayını (46.8) ve sarıçam (32.7) ve MCQ ile empenye edilmiş doğu ladini (38.4) ve sarıçam (36.1) örneklerinde belirlenmiştir. Akrilik reçine esaslı üst yüzey uygulanan test örneklerinde ise, pürüzlülük değerinde (R_z) en düşük artış yüzdeleri bulunmuştur. Ancak, doğu ladini odununun akrilik reçine esaslı üst yüzey uygulanmış test örneklerinin pürüzlülük değerindeki artış yüzdesinin (R_z) bir hayli yüksek olduğu tespit edilmiştir. Özellikle test örnekleri arasından ısıtma işlemi sonrası yüzeyine inorganik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış doğu ladini örneği (40.1) ve MCQ ile empenye sonrasında yüzeyine organik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış doğu ladini örneğinin (39.3) pürüzlülük değerindeki (R_z) artış yüzdesinin en yüksek olduğu bulunmuştur. MCQ ile empenye edildikten sonra yüzeyine inorganik UV absorbe edici madde içeren akrilik reçine uygulanmış sarıçam (3.8) ve doğu kayını (8.1) örneklerinin pürüzlülük değerindeki (R_z) artış yüzdesi en düşük olarak bulunmuştur. Genel olarak bakıldığında akrilik reçine esaslı üst yüzey uygulanmış sarıçam örneklerinin pürüzlülük değerindeki (R_z) artış yüzdesinin diğer akrilik reçine esaslı üst yüzey uygulanmış test örneklerine kıyasla bir hayli düşük olduğu belirlenmiştir.



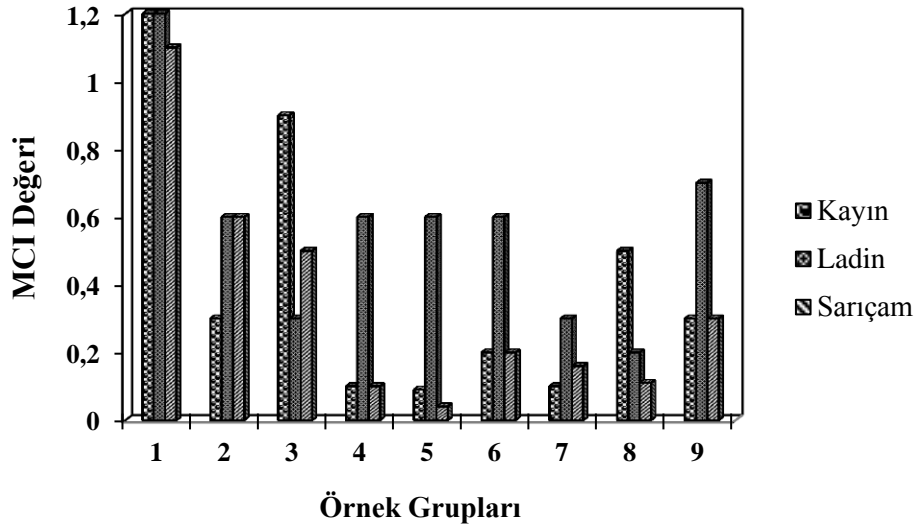
Şekil 35. Uzungöl yaylasında dış ortam koşullarına maruz kalan odun örneklerinin yüzey pürüzlülük değerindeki (R_z) artış oranı

Şekil 36'da 15 ay Uzungöl yaylasında dış ortam koşullarına maruz kalmış doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini odun örneklerinin pürüzlülük indeks değeri (RI) verilmiştir. Genel olarak kontrol örneklerinin pürüzlülük indekslerinin test örneklerinininkinden bir hayli yüksek olduğu belirlenmiştir. Üst yüzey uygulanmış ya da uygulanmamış tüm test örneği grupları arasında en yüksek pürüzlülük indeks değeri (RI) doğu ladini odunu test örneklerinde bulunmuştur.



Şekil 36. Uzungöl yaylasında dış ortam koşullarına maruz kalan odun örneklerinin pürüzlülük indeks değeri (RI)

15 ay süre ile Uzungöl yaylasında dış ortam koşullarına maruz bırakılan odun örneklerinin mikro-çatlak indeks değerleri Şekil 37’de gösterilmiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde, mikro-çatlak indeks (MCI) değeri kontrol örneklerinde en yüksek bulunurken test örneklerinde daha düşük olmaktadır. MCQ ile emprenye işlemi hariç diğer tüm koruma yöntemlerinde doğu ladini test örneklerinin mikro-çatlak indeks değerinin bir hayli yüksek olduğu belirlenmiştir.

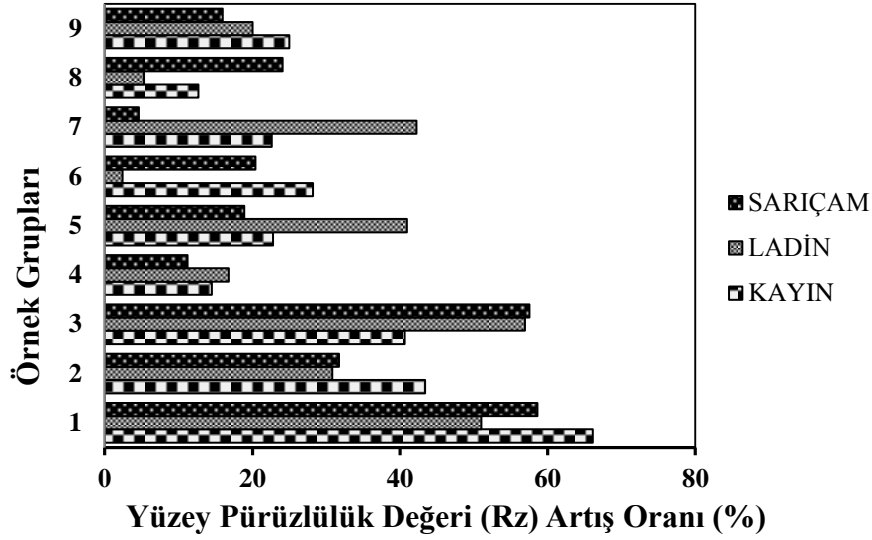


Şekil 37. Uzungöl yaylasında dış ortam koşullarına maruz kalan odun örneklerinin mikro-çatlak indeks değeri (MCI)

- Sürmene Sahil Kesimi Deney Alanı

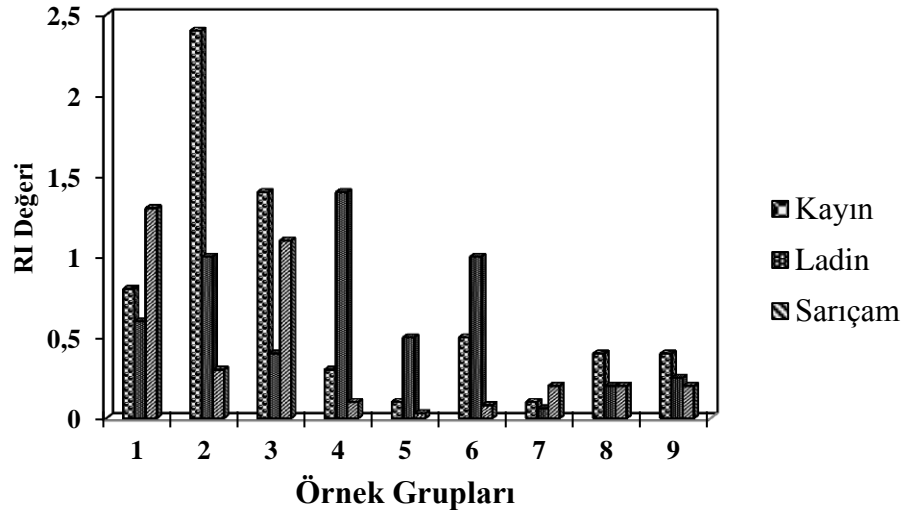
Sürmene sahil kesiminde dış ortam koşullarına 15 ay süre ile maruz bırakılan doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini örneklerinin pürüzlülük değerindeki artış yüzdelerinin (R_z) karşılaştırması Şekil 38’de görülmektedir. Kontrol örneklerinin pürüzlülük değerindeki (R_z) artış yüzdeleri hemen hemen aynı olup en yüksektir. Test örneklerinden ise, pürüzlülük değerindeki (R_z) en yüksek artış yüzdeleri ısıtılmış işlem uygulanan doğu ladini (57.5), sarıçam (57.5) ve doğu kayını (40.6) ve MCQ ile emprenye edilmiş doğu kayını (43.4) örneklerinde belirlenmiştir. Üst yüzey uygulanmış test örnekleri arasında, yüzeyine inorganik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış sarıçam örneklerinde pürüzlülük değerindeki (R_z) artış yüzdesinin bir hayli yüksek olduğu bulunmuştur. Genel olarak bakıldığında, UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış test örneklerinin

pürüzlülük değerindeki (R_z) artış yüzdesinin diğer test örneklerinden daha düşük olduğu görülmektedir (Şekil 38).



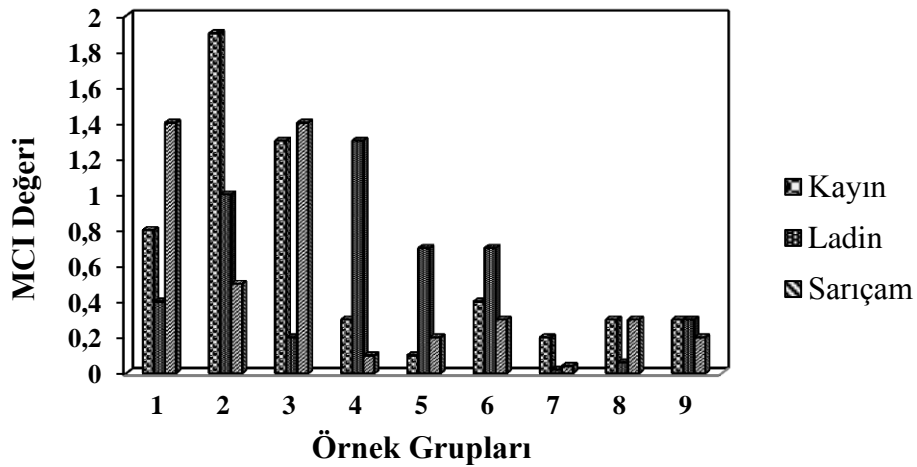
Şekil 38. Sürmene sahil kesiminde dış ortam koşullarına maruz kalan odun örneklerinin yüzey pürüzlülük değerindeki (R_z) artış oranı

Şekil 39’da 15 ay Sürmene sahil kesiminde dış ortam koşullarına maruz kalmış doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini odun örneklerinin pürüzlülük indeks değeri (RI) verilmiştir. Genel olarak kontrol örneklerinin pürüzlülük indekslerinin test örneklerinkinden bir hayli yüksek olduğu belirlenmiştir. Ancak, ısıtılmış işlem uygulanmış doğu kayını örneğinin pürüzlülük indeks değeri (RI) kontrol örneklerinkinden de yüksektir. Üst yüzey uygulanmış test örneklerinin (özellikle doğu kayını ve sarıçam için) pürüzlülük indeks değeri (RI) diğer test örneklerinden bir hayli düşük bulunmuştur.



Şekil 39. Sürmene sahil kesiminde dış ortam koşullarına maruz kalan odun örneklerinin pürüzlülük indeks değeri (RI)

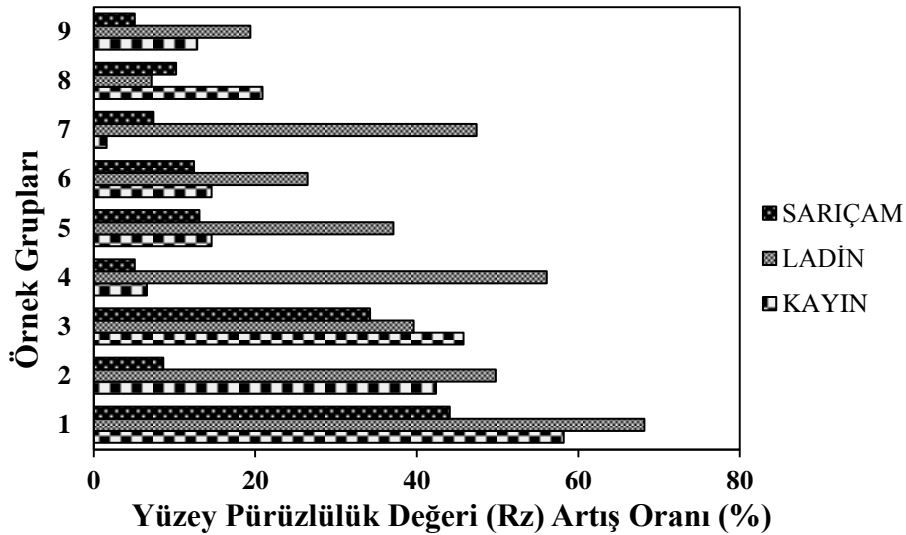
15 ay süre ile Sürmene sahil kesiminde dış ortam koşullarına maruz bırakılan odun örneklerinin mikro-çatlak indeks değerleri Şekil 40'da gösterilmiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde, ısıtma işlemi hariç mikro-çatlak indeks değeri doğu kayını ve ladini test örneklerinde en yüksek bulunurken sarıçam test örneklerinde bir hayli düşük olmaktadır. MCQ ile empenye edilen doğu kayını ve ladini test örneklerinin mikro-çatlak indeks değeri (MCI) kontrol örneklerinkinden de yüksektir. Doğru ladini örnekleri arasında en yüksek mikro-çatlak indeks değeri (MCI), yüzeyine sadece organik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış test örneklerinde bulunmuştur.



Şekil 40. Sürmene sahil kesiminde dış ortam koşullarına maruz kalan odun örneklerinin mikro-çatlak indeks değeri (MCI)

- Hıdırnebi Yaylası

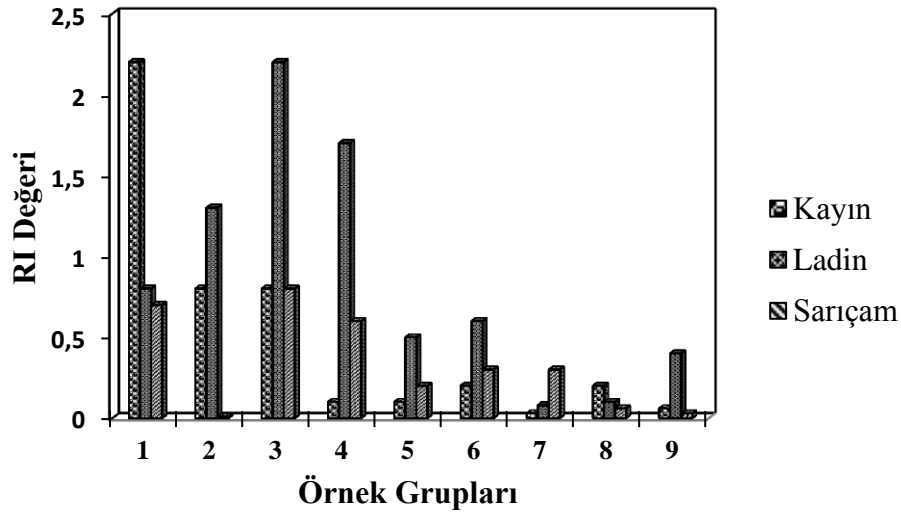
Hıdırnebi yaylasında dış ortam koşullarına 15 ay süre ile maruz bırakılan doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini örneklerinin pürüzlülük değerindeki artış yüzdelerinin (R_z) karşılaştırması Şekil 41’de görülmektedir. Kontrol örneklerinin pürüzlülük değerindeki (R_z) artış yüzdeleri hemen hemen aynı olup en yüksektir. Test örneklerinden ise, pürüzlülük değerindeki (R_z) en yüksek artış yüzdeleri ısıl işlem uygulanan doğu ladini (56.1) ve MCQ ile emprenye edilmiş doğu ladini (47.4) örneklerinde belirlenmiştir. Akrilik reçine esaslı üst yüzey uygulanan test örneklerinde, pürüzlülük değerinde (R_z) en düşük artış yüzdeleri bulunmuştur. Ancak, doğu ladini odununun akrilik reçine esaslı üst yüzey uygulanmış test örneklerinin pürüzlülük değerindeki artış yüzdesinin (R_z) bir hayli yüksek olduğu tespit edilmiştir. Isıl işlem sonrasında sonra yüzeyine UV absorbe edici madde içeren akrilik reçine uygulanmış doğu ladini (10.2), sarıçam (3.8) ve doğu kayını (8.1) örneklerinin pürüzlülük değerindeki (R_z) artış yüzdesi en düşük olarak bulunmuştur. Genel olarak bakıldığında akrilik reçine esaslı üst yüzey uygulanmış doğu kayını ve sarıçam örneklerinin pürüzlülük değerindeki (R_z) artış yüzdesinin diğer akrilik reçine esaslı üst yüzey uygulanmış test örneklerine kıyasla bir hayli düşük olduğu belirlenmiştir.



Şekil 41. Hıdırnebi yaylasında dış ortam koşullarına maruz kalan odun örneklerinin yüzey pürüzlülük değerindeki (R_z) artış oranı

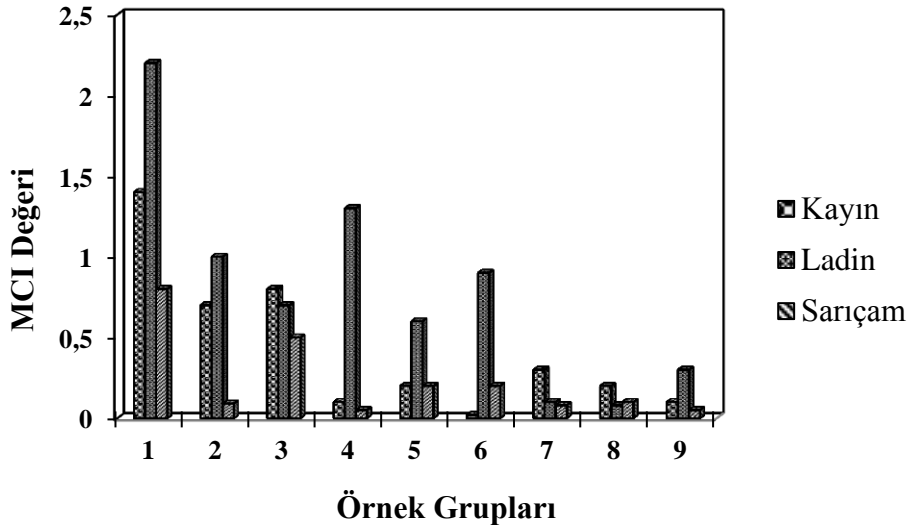
Şekil 42’de 15 ay Hıdırnebi yaylasında dış ortam koşullarına maruz kalmış doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini odun örneklerinin pürüzlülük indeksi değeri (R_I) verilmiştir.

Genel olarak kontrol örneklerinin pürüzlülük indekslerinin test örneklerinininkinden bir hayli yüksek olduğu belirlenmiştir. Ancak, MCQ ile emprenye edilmiş ve ısıl işlem uygulanmış doğu ladini örneklerinin pürüzlülük indeks değeri (RI) kontrol örneklerinininkinden de yüksektir. Üst yüzey uygulanmış test örneklerinin (özellikle doğu kayını ve sarıçam için) pürüzlülük indeks değeri (RI) diğer test örneklerinden bir hayli düşük bulunmuştur.



Şekil 42. Hıdırnebi yaylasında dış ortam koşullarına maruz kalan odun örneklerinin yüzey pürüzlülük indeks değeri (RI)

15 ay süre ile Hıdırnebi yaylasında dış ortam koşullarına maruz bırakılan odun örneklerinin mikro-çatlak indeks değerleri Şekil 43'de gösterilmiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde, kontrol örneklerinin mikro-çatlak indeks değerleri (MCI) en yüksek bulunurken bu değer, ısıl işlem sonrasında yüzeyine UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış test örneklerinde bir hayli düşük olmaktadır. MCQ ile emprenye ve ısıl işlem sonrasında yüzeyine UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış doğu ladini örneklerinin örneklerinin mikro-çatlak indeks değeri düşük, fakat diğer doğu ladini test örneklerinininki bir hayli yüksek bulunmuştur.

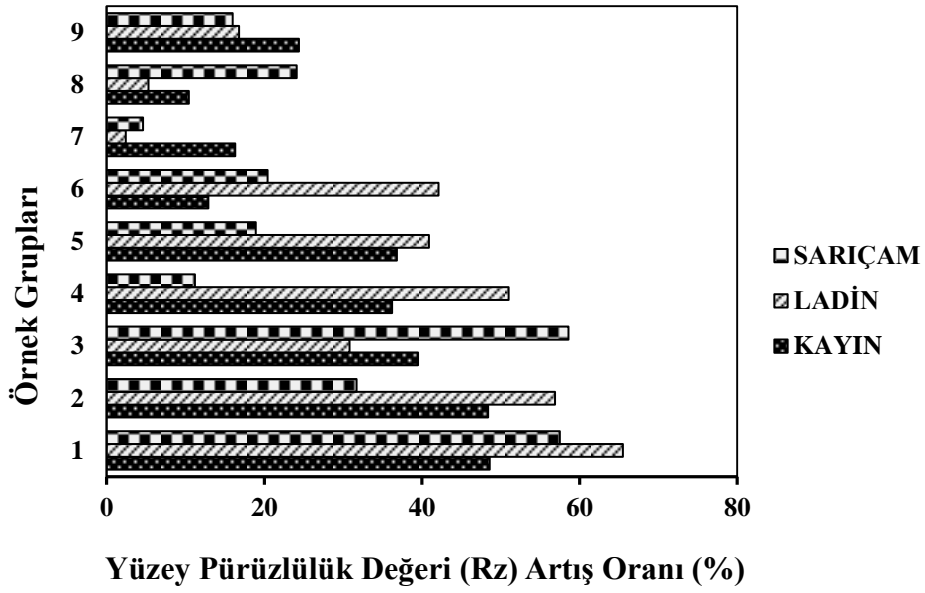


Şekil 43. Hıdırnebi yaylasında dış ortam koşullarına maruz kalan odun örneklerinin mikro-çatlak indeks değeri (MCI)

- Yapay Dış Ortam Testi

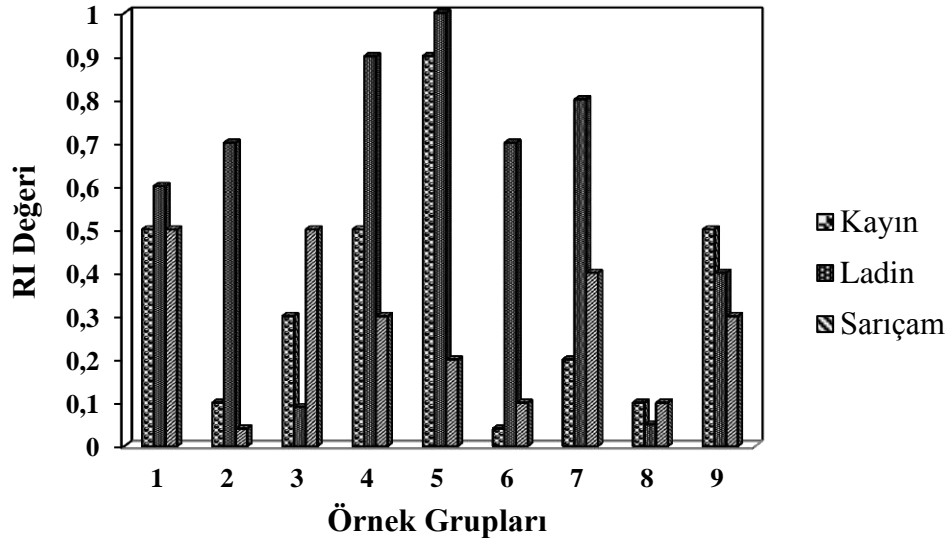
Yapay dış ortam koşullarına 360 saat süre ile maruz bırakılan doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini örneklerinin pürüzlülük değerindeki artış yüzdelерinin (R_z) karşılaştırması Şekil 44’de görülmektedir. Isıl işlem görmüş sarıçam örneklerinin pürüzlülük değerindeki (R_z) artış yüzdesi (58.6) kontrol sarıçam örneklerinininkinden de yüksek bulunmuştur. Doğü ladini kontrol örneklerinin pürüzlülük değerindeki (R_z) artış yüzdesi (65.5) test örneklerinden çok yüksek bulunurken; MCQ ile emprenye edilen ve kontrol doğü kayını örneklerinin pürüzlülük değerindeki (R_z) artış yüzdesinin hemen hemen aynı olduğu belirlenmiştir. Doğü kayını, sarıçam ve doğü ladini test örneklerinden pürüzlülük değerindeki (R_z) en düşük artış yüzdesi, MCQ ile emprenye sonrasında yüzeyine inorganik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış örnek gruplarında belirlenmiştir. Isıl işlem uygulanmış doğü ladin odununun pürüzlülük değerindeki (R_z) artış yüzdesi, üst yüzey uygulanan test örneklerinden bile düşüktür. Isıl işlem ve MCQ ile emprenye sonrasında yüzeyine UV absorbe edici akrilik reçine uygulanmış test örneklerinin pürüzlülük değerindeki (R_z) artış yüzdesi diğer koruma yöntemlerinininkinden çok daha düşük bulunmuştur.

Genel olarak bakıldığında, akrilik reçine esaslı üst yüzey uygulanmış test örneklerinin (özellikle doğü kayını) pürüzlülük değerindeki (R_z) artış yüzdesi diğer koruma yöntemlerinin uygulandığı test örneklerinden bir hayli düşüktür.



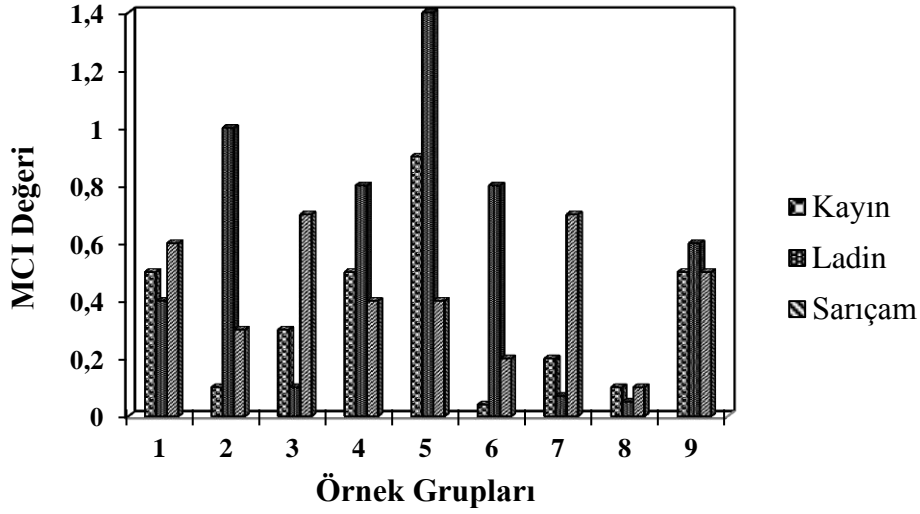
Şekil 44. Yapay dış ortam koşullarına maruz kalan odun örneklerinin yüzey pürüzlülük değerindeki (R_z) artış oranı

Şekil 45'te görüldüğü üzere, 360 saat yapay dış ortam testine maruz bırakılmış doğu kayını (0.5), sarıçam (0.5) ve doğu ladini (0.6) kontrol örneklerinin pürüzlülük indeks değerleri (RI) hemen hemen aynı oranda belirlenmiştir. Yüzeyine UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış doğu ladini örneklerinin yüzey pürüzlülük indeks değeri (RI= organik (0.9); inorganik (1.0)) diğer test ve kontrol örneklerinkinden bir hayli yüksek bulunmuştur. MCQ ile empenye sonrasında yüzeyine organik UV absorbe edici uygulanmış doğu kayını (0.1) ve sarıçam (0.04) örneklerinin yüzey pürüzlülük indeks değerleri en düşüktür. Doğü ladini örnekleri için en düşük pürüzlülük indek değeri (RI), ısı sonrası yüzeyine organik UV absorbe edici akrilik reçine uygulanmış örneklerden (0.05) elde edilmiştir. Doğü kayını ve sarıçam örneklerine MCQ ile empenye, doğü ladini örneklerinde ısı işlem uygulamasının yüzey pürüzlülük indeks değerinde (RI) azalmayı sağlamadığı anlaşılmıştır.



Şekil 45. Yapay dış ortam koşullarına maruz kalan odun örneklerinin pürüzlülük indeks değeri (RI)

Şekil 46'da görüldüğü üzere, en yüksek mikro-çatlak indeks değeri, yüzeyine inorganik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış doğu ladini örneklerinde (1.4) belirlenmiştir. Doğu kayını (0.1), sarıçam (0.1) ve doğu ladini (0.05) örnekleri arasında en düşük mikro-çatlak değeri, ısıl işlem sonrasında yüzeyine organik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış örneklerden elde edilmiştir. Genel olarak bakıldığında, kontrol örneklerinin üç odun türünde de mikro-çatlak indeks değerinin hemen hemen aynı olduğu belirlenmiştir. Doğu kayını sarıçam örneklerinin MCQ ile emprenye edilmesi, doğu ladinin örneklerinin ise ısıl işlem görmesi ile mikro-çatlak indeks değerinin önemli oranda düşürüldüğü görülmüştür (Yıldız vd., 2011; Korkut vd., 2013).



Şekil 46. Yapay dış ortam koşullarına maruz kalan odun örneklerinin mikro-çatlak indeks değeri (MCI)

- Genel Değerlendirme

Uzungöl yaylası, Sürmene sahil kesimi ve Hıdırnebi yaylası ve laboratuvar ortamında yapay dış ortam testine maruz bırakılan doğu ladini örneklerinin ısıtma işlemi ile korumaya kıyasla; MCQ ile empenye edildiğinde yüzey pürüzlülük ve mikro-çatlak değerlerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Dış ortam koşullarına maruz kalan doğu kayını ve sarıçam örneklerinin ise MCQ ile empenye edilmesi, ısıtma uygulamasına kıyasla yüzey pürüzlülük artışına ve mikro-çatlak oluşumuna karşı daha iyi koruma sağlamaktadır. Çünkü doğu kayını ve sarıçam odunlarına kıyasla, doğu ladini odununun geçit aspirasyonu nedeniyle MCQ ile empenyede tutunma değeri bir hayli düşüktür (Tablo 11). Ayrıca, doğu ladini örneklerine uygulanan UV absorbe edici üst yüzey işlemi uygulanan örneklerin yüzey pürüzlülük değerindeki (R_z) artış yüzdesinin yüksek olması, doğu ladini odununun geçit aspirasyonu nedeniyle düşük penetrasyona sahip olmasından kaynaklandığını ifade edilebilir (Yalınkılıç vd., 1996; Yıldız vd., 2008; Yıldız vd., 2012; Volkmer vd., 2013).

Genel olarak doğal ve yapay dış ortam koşullarına maruz kalmış doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini örneklerine akrilik esaslı üst yüzey işleminin uygulanması pürüzlülük artışını önleyerek yüzey kalitesinin korunmasını sağlamıştır. Bazı benzer çalışmalarda olduğu gibi özellikle ısıtma işlemi uygulanmış odun örneklerine organik UV absorbe edici içeren, MCQ ile empenye edilen odun örneklerine ise inorganik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulamasının yüzey pürüzlülük artışı ve mikro-çatlak

oluşumuna karşı oldukça iyi bir koruma oluşturduğu görülmüştür (Deka ve Petrič, 2008; Özgenç vd., 2012).

Yapraklı ve iğne yapraklı ağaçlarda yüzey pürüzlülük etkisi, lif açısı, temas açısı ve ilkbahar/yaz odunu oranına bağlı olarak değişmektedir. Dış ortam koşullarına maruz kalan yapraklı ağaçlarda yüzey erozyonu iğne yapraklı ağaçlara kıyasla daha yavaş gelişmektedir. Dış ortam koşulları maruz kalmanın ilk 7 yılı boyunca, ilkbahar ve yaz odunu için erozyon oranı bütün odun türlerinde farklılık göstermektedir. Tüm odun türlerinde erozyon oranı, 45⁰ maruz kalma açısında 90⁰'den çok daha yüksektir. İlkbahar odununa kıyasla, yaz odunu daha yoğun, sert, düzgün ve koyu renkli yüzeye sahiptir. Geniş yaz odunu bandı olduğunda yüzey daha yoğun ve dayanıklı olacaktır. Odunun morfolojisindeki bu farklılık nedeniyle, dış ortam koşullarına maruz kalmanın yüzey pürüzlülüğü ve erozyonunda farklı etkileri görülmektedir. Yoğun ekstraktif madde içeren odunların doğal bir su itici özelliği vardır, ancak daha sonra yağmur nedeniyle ekstraktif maddeler yıkanarak su itici özelliği kaybetmektedirler (Feist 1990; Williams, 2005; Temiz, 2005; Teacă vd., 2013).

Dış ortam koşullarında odunun bozunma süreci, UV ışını, su, oksijen, sıcaklık ve atmosferik kirlilikten (SO₂, NO₂ ve O₃ gibi) oluşmaktadır. Bu nedenle, odunun bozunması çevresel kirlilikten ve odunun maruz kaldığı bölgenin iklim koşullarından önemli derecede etkilenmektedir. Dış ortam koşullarına maruz kalma nedeniyle odun yüzeyinde yavaşça erozyon, lif kalkıklığı ve çatlaklar oluşmaktadır. Bu erozyona öncelikle nem neden olmaktadır. Bir süre yağmur ve nem maruz kalma nedeniyle boyutsal stabilitesi bozulan odun yüzeyinde yarılmalar ve çatlaklar ortaya çıkmaktadır. Dış ortam koşulları maruz kalma boyunca, su odun yüzeyine mekaniksel olarak çarpmakta ve yüzeyden bozunma ürünlerini yıkamaktadır. Ayrıca, odun yüzeyindeki lignin ve hemiselülozu su hidrolize etmekte ve sonra lignin yıkanarak uzaklaşmaktadır. Bu nedenle odun yüzeyinde oluşan en fazla kayıp iğne yapraklı ağaçlarda yüzyılda 6 mm; yapraklı ağaçlarda 3 mm olmaktadır. Suyun odun yüzeyine çarpması ile hidrolize olmuş karbonhidratlar ve reaksiyon ürünleri uzaklaşmakta, yüzeyde pürüzlülük artmakta, mikro-çatlaklar oluşmaktadır (Feist ve Hon, 1984; Feist 1990; Williams, 2005).

Dış ortam koşullarının odun yüzeyinde oluşturduğu farklı etkiler literatürde bir hayli ayrıntılı anlatılmıştır. Bu bilgileri göz önünde bulundurduğumuzda, Uzungöl yaylası, Sürmene sahil ve Hıdırnebi yaylasında ve laboratuvar ortamında dış ortam testine tabi tutulan üç farklı odun türünde (doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini) yukarıda gösterildiği

üzere, farklı yüzey pürüzlülük değerleri ve erozyonu oluşması normal olarak görülmektedir. Çünkü doğal ve yapay dış ortam testinde koşullar, iklim ve çevre kirliliği olarak birbirinden bir hayli farklı bulunmuştur.

4.3. Sürmene Sahil Kesimi Pilot Bölgesindeki Dış Ortam Şartlarının Laboratuvar Ortamında Benzetimi

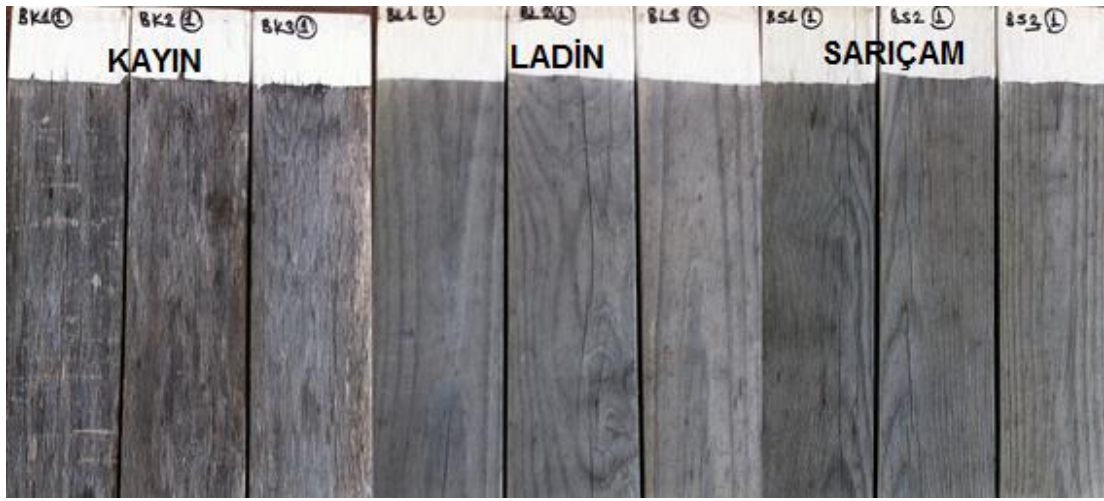
15 ay süre Sürmene sahil kesiminde ve aynı iklim koşulları uyarlanarak laboratuvar ortamında dış ortam koşullarına maruz bırakılan doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini örneklerindeki renk, pürüzlülük ve basınç direnci değişimleri belirlenerek, sözkonusu değerler benzerlik bakımından karşılaştırılmıştır.

Tablo 43'e bakıldığında, Sürmene ve laboratuvar dış ortam testi nedeniyle örneklerde oluşan renk değişimi değişkenlerinin korelasyon analizine göre % 40.6 oranında benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. Sürmene sahil kesimi ile laboratuvar ortamındaki renk değişimi değişkenlerinin düşük oranda benzerlik göstermesinin farklı nedenleri bulunmuştur. Laboratuvar ortamındaki yapay dış ortam test cihazında, Sürmene sahil kesiminin UV ışını, yağmur, sıcaklık gibi etmenler benzetilebilmektedir. Fakat Sürmene sahil kesiminde odun örneklerinin maruz kaldığı hava kirliliği etmeni laboratuvar ortamında bulunmamaktadır. Doğal ve yapay ortam testi arasındaki farklılıklar nedeniyle, odunun bozunmasındaki etkilerinin de birebir benzer olmadığı bazı çalışmalarda belirtilmiştir (Lauter vd., 2005; Lauter ve Time, 2005; Rütther, 2006; Rütther, 2011).

Şekil 47'de Sürmene sahil kesiminde 15 ay dış ortam koşullarına maruz kalmış kontrol odunu örnekleri, Şekil 48'de ise laboratuvar ortamında 360 saat yapay dış ortam testine tabi tutulmuş kontrol odunu örnekleri görülmektedir. Bu iki resimde görüldüğü gibi, hava kirliliği nedeni ile Sürmene sahil kesiminde dış ortam testine maruz kalan kontrol örneklerinin rengi daha koyu gri olmaktadır.

Tablo 19-21'de 15 ay süre ile Sürmene sahil bölgesinde ve Tablo 26-28'de 360 saat yapay dış ortam testine maruz bırakılan örneklerden belirlenen aynı zaman aralıklarında ölçülen renk değişim değişkenlerinin farklı olduğu belirlenmiştir. Doğal ve yapay dış ortam testine maruz kalan örneklerin renk değişim değerlerinin ilk beş ölçümde birbirinden bir hayli farklı olduğu belirlenirken, 6 ve 7. ölçümde daha benzer olduğu bulunmuştur. MCQ ile emprenyede ve ısıtma işlemde üst yüzey uygulanmamış test örneklerinin Sürmene sahil kesimindeki ve laboratuvardaki dış ortam testi sonrasında renk değişim

değerlerindeki benzerliğin, kontrol örnekleri ile aynı olduğu belirlenmiştir. Fakat üst yüzey uygulanmış olan test örneklerinin doğal ve yapay dış ortam testi sonrasındaki renk değişim değerlerinin benzer olduğu bulunmuştur. Çünkü 15 ay süre ile Sürmene sahil kesiminde dış ortam koşullarına maruz kalan akrilik reçine esaslı üst yüzey uygulanmış test örneklerinin yüzeyinde oluşan hava kirliliği etmeni, hafif nemli bezle büyük oranda temizlenmektedir. Bazı literatür kaynaklarında bunu destekleyen bulgular yer almaktadır (Sell ve Feist, 1986; Biblis 2000; Nejad, 2011).



Şekil 47. Sürmene sahil kesiminde dış ortam testi sonrasında doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini kontrol örneklerinin görünümü



Şekil 48. Yapay dış ortam testi sonrasında doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini kontrol örneklerinin görünümü

15 ay süre ile Sürmene sahil kesiminde ve 360 saat laboratuvar ortamında uygulanan dış ortam testi sonrasında ölçülen yüzey pürüzlülük değerlerinin (R_z) % 55.1 oranında benzerlik gösterdiği korelasyon analizi ile belirlenmiştir (Tablo 46). Bu sonucun ortaya çıkmasında, doğal dış ortam koşullarındaki bazı etmenlerin etkisi olduğu belirlenmiştir. Şekil 49’da görüldüğü gibi odun örneklerine doğal şartlarda uygulanan dış ortam testinde biyolojik zararlılarda önemli bir etmen olmaktadır. Ayrıca, 15 ay süre dış ortam koşullarına maruz kalan örnekler kar, fırtına, çığ vb. gibi laboratuvar ortamında benzetilemeyen etmenlerin de etkisinde kalmaktadır. Doğal ortamda bulunan ve laboratuvar ortamında benzetilemeyen bu etmenlerinde etkisi nedeniyle; doğal ve yapay dış ortam testine maruz kalmış odun örneklerinin yüzey pürüzlülük değerleri birbirine çok fazla benzememiş olabilir.



Şekil 49. Sürmene sahil kesiminde dış ortam koşullarına maruz bırakılan doğu kayını odununa biyolojik canlıların verdiği zarar

Tablo 49’da görüldüğü üzere, 15 ay süre ile Sürmene sahil kesiminde ve 360 saat laboratuvar ortamında dış ortam testine maruz kalan odun örneklerinin liflere paralel basınç dirençlerinin % 64.5 oranında benzer olduğu korelasyon analizi ile bulunmuştur. Bu sonucun doğal ortamda olup, laboratuvarında benzetilemeyen çeşitli etmenler (hava kirliliği, kar, çığ, fırtına vb.) ile ilgisi olduğu ifade edilebilir. Yapay dış ortam testine kıyasla, Sürmene sahil kesimindeki dış ortam testi sonrasında örneklerin yüzeyindeki mikro ve makro boyuttaki çatlakların bir hayli fazla olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum elde edilen sonuca ilişkin bir diğer etmen olarak ele alınabilir.

Doğal dış ortam koşullarında odunu bozunduran bir başka etmen ise; güneş ışığı, nem ve oksijen nedeniyle odun yüzeyinde gelişen küf mantarlarıdır. Küf ve çürüklük mantarları birbirine karıştırılmamalıdır; odunun bütünlüğünü bozan odun çürütücü mantarlardır. Uzun süren elverişli sıcaklık koşulları ile birlikte yüksek nem içeriği, çürüklük için önemli şartları oluşturmaktadır. Buna karşılık, yüzeysel küflenme mantarlarının, besin ortamı olarak odunun kimyasal içeriğinden faydalanma kabiliyeti bulunmamaktadır. Küf mantarları, daha çok odunda bulunan basit şekerler, nişasta, karbonhidratlar gibi polimerik olmayan maddeleri kullanmaktadır (Williams, 2005; Lauter vd., 2005; Lauter ve Time, 2005; Rüther, 2006; Rüther, 2011).

Rüther (2011)' in doktora tez çalışmasında, doğal ve yapay dış ortam koşullarına maruz bırakılan odun örneklerindeki bozunmayı araştırılmıştır. Doğal ve yapay dış ortam koşullarına maruz bırakılan odun örneklerindeki renk değişim değerlerindeki farklılık birçok etmeden kaynaklanmaktadır. Doğal dış ortam koşullarında güneş ışınlarının şiddeti, rüzgâr etmeni, küf mantarı oluşumu ve odunun yapısına bağlı olarak renk değişim değerleri, yapay dış ortam testinden bir hayli farklı bulunmuştur. Yapay dış ortam testine maruz kalan odun örneklerinin yüzey görüntüsü, doğal dış ortam koşullarını temsil etmemektedir. Yapay dış ortam test cihazında, doğal dış ortam koşullarının sadece UV ışını ve yağmur etkisi oluşturulmaktadır. Fakat yapay dış ortam testine kıyasla, doğal dış ortam koşullarında UV ışını ve yağmur etkisiyle odun yüzeyinde bozunan ligninden rüzgâr ya da yağmurlu rüzgâr nedeniyle daha yüksek oranda yıkanarak uzaklaşmaktadır. Bu etmen, doğal ve yapay dış ortam testine maruz kalan odun örneklerinin yüzey pürüzlülük değerlerinin farklı olmasına sebep olmaktadır. Literatüre göre, özellikle test malzemesi odun olduğunda yapay dış ortam koşulları testlerindeki iklim döngüsünün hiçbiri birebir gerçek doğal koşulları yansıtmamaktadır (Rüther, 2011).

Bununla birlikte, odun yüzeyindeki renk ve pürüzlülük ile liflere paralel basınç direnci değerlerindeki değişim incelendiğinde; bu çalışmada Sürmene sahil kesiminin iklim koşullarının en yakın olarak laboratuvar koşullarında benzetilmiş olduğunu ifade edilebilir.

4.4. FTIR Spektroskopi Analizi

Dış ortam koşullarının ahşap malzeme üzerindeki etkisini belirlemede, literatürde “finger print” denen $900-1800\text{ cm}^{-1}$ spektrum aralığı ve fotodegradasyonun en yoğun

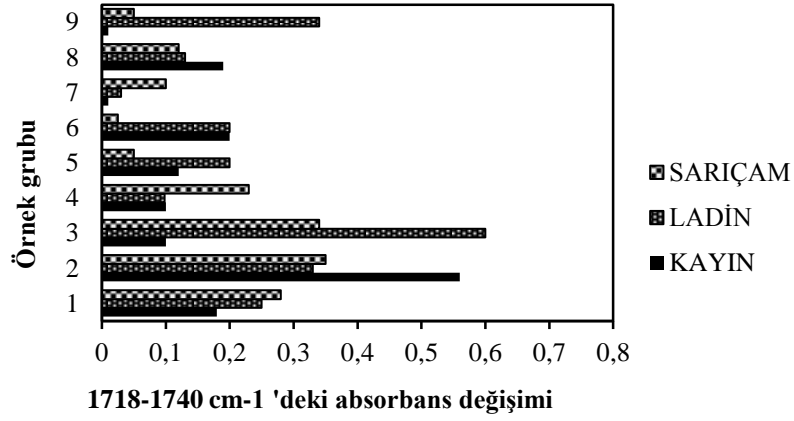
olduğu 1718-1740, 1630-1660, 1605-1610, 1506-1510, 1450-1465, 1425-1430, 1370-1376, 1315-1321, 1260-1270, 1158-1165 ve 1050-1060 cm^{-1} absorpsiyon pikleri ve bu piklerde meydana gelen değişimler ele alınmıştır (Tablo 9). Çünkü bu absorpsiyon pikleri benzen halkalarında meydana gelen değişimleri, selülozun kristalize ve amorf içeriğindeki değişimi, bileşenlerin oksidasyonunu, lignin ve karbonhidratlardaki temel fonksiyonel grupları yansıtmaktadır.

- 1718-1740 cm^{-1} 'daki Absorpsiyon Piklerindeki Değişim

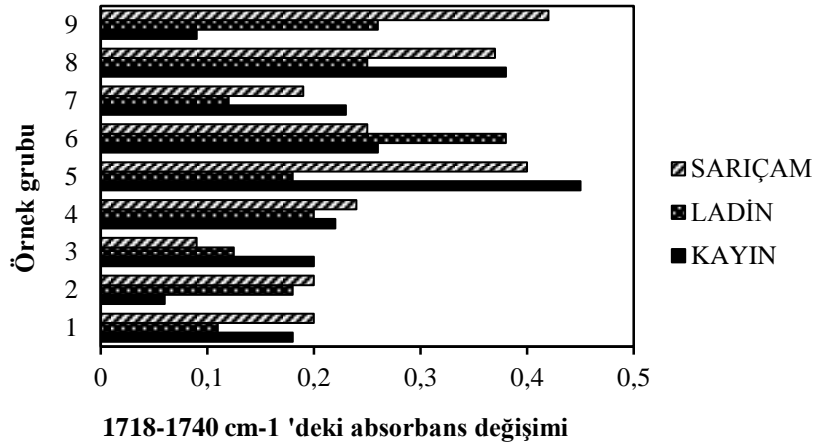
1718-1740 cm^{-1} 'daki pikler, odun yüzeyinde karbonil ve karboksil gruplarının absorpsiyon piki olarak tanımlanmaktadır. Bu piklerdeki absorpsiyon; aldehitlerde, eşleşmemiş ketonlarda, esterlerde ve karboksilik asitlerdeki C=O gerilme titreşimlerini göstermektedir (Feist ve Hon, 1984; Evans vd., 2000; Colom vd., 2003; Pandey ve Pitman, 2003; Nuopponen vd., 2004; Williams, 2005; Temiz vd., 2006; Kocaefe vd., 2008; Özgenç vd., 2013, Teacă vd., 2013). Temiz (2005)'in çalışmasında, karbonil absorpsiyon pikinin 1710 cm^{-1} ve 1745 cm^{-1} 'de bulunduğu ve C=O gerilmesi sebebiyle oluştuğunu belirtilmiştir (Temiz, 2005).

Bu tez çalışmasında, dış ortam testi öncesinde kontrol ve üst yüzey uygulanmamış test örneklerinde 1718-1740 cm^{-1} 'daki karbonil pikleri görülürken, test sonrasında bu pikler tamamen kaybolmuştur (Ek şekil 1-3, 11-13, 19-22, 28-30, 37-39, 48-50, 57-59, 66-68, 75-77, 84-86, 93-95, 102-104). Buna göre kontrol, örnekleriyle ısıl işlem uygulanan ve MCQ ile emprenye edilen örneklerde hemiselülozların bozunması engellenememiştir denilebilir. Bu durumda, ısıl işlem ve MCQ ile emprenye edilmiş örneklerde karbonil oluşumu engellemediğinden, yüksek renk değişiminin meydana geldiği düşünülebilir. Nitekim yapılan renk ölçümlerinde ısıl işlemde geçirilen ve MCQ ile emprenye edilen örneklerdeki renk değişim değerlerinin kontrol örneklerinkine yakın bulunduğu gözlemlenmiştir. Uzungöl yaylasında ve Sürmene sahil kesiminde dış ortam testi sonrasında, MCQ ile emprenye edilmiş doğu kayını örneklerinde kontrol örnekleri ile yakın düzeyde bozunma olurken, Hıdırnebi yaylasında çok yüksek düzeyde bozunma olduğu görülmüştür (Ek şekil 1-3, 28-30, 55-57).

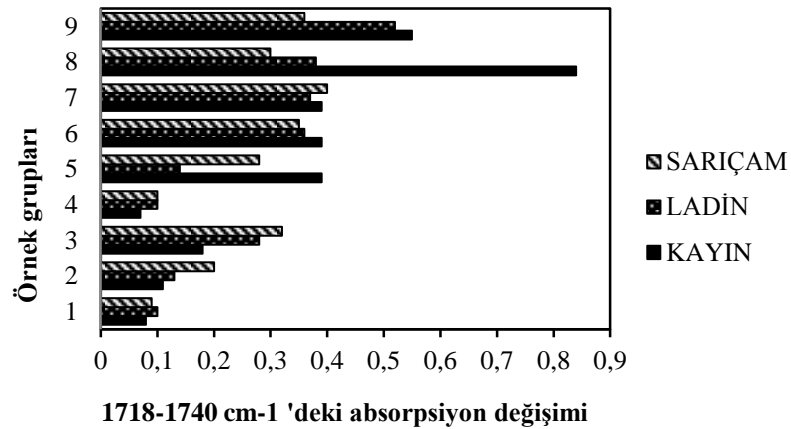
Doğal ve yapay dış ortam testi sonrasında odun örneklerinin yüzeyinden alınan spektrallarda 1718-1740 cm^{-1} 'deki pikin absorbansındaki değişim delignifikasyon oranı hakkında bilgi vermektedir. Şekil 50-53'de görüldüğü üzere, 1718-1740 cm^{-1} 'deki pikin absorbansındaki düşüş miktarının artması delignifikasyon oranının artmasını ifade etmektedir (Temiz vd., 2003).



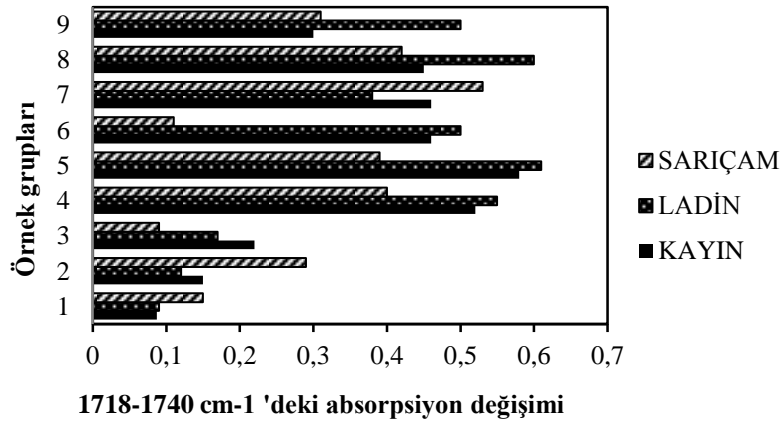
Şekil 50. Hıdırnebi yaylasında dış ortam testi nedeniyle 1718-1740 cm⁻², deki absorbans değışimi



Şekil 51. Sürmene sahil kesiminde dış ortam testi nedeniyle 1718-1740 cm⁻¹, deki absorbans değışimi



Şekil 52. Uzungöl yaylasında dış ortam testi nedeniyle 1718-1740 cm⁻¹, deki absorbans değışimi



Şekil 53. Yapay dış ortam testi nedeniyle 1718-1740 cm⁻¹'deki absorbans değişimi

Daha önce ifade edildiği gibi, doğal ve yapay dış ortam testi sonrasında 1718-1740 cm⁻¹'deki pikler, doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini kontrol ve üst yüzey uygulanmamış test örneklerinde tamamen ortadan kalkmıştır. Bu durumun, doğal dış ortam testinde yağmur suyu veya yapay dış ortam testinde su püskürtme sisteminin etkisi ile odun yüzeyinden karbonil ve karboksil içeriği bakımından zengin grupların yıkanarak yüzeyden uzaklaştırılmasından kaynaklandığı bazı çalışmalarda ifade edilmiştir (Feist ve Hon, 1984; Colom vd., 2003; Temiz, 2005; Williams, 2005; Zhang ve Kamdem, 2005; Temiz vd., 2006; Özgenç vd., 2013). Odun yüzeyindeki bazı karbonil ve karboksil gruplarının yıkanması ise lignin kaybına neden olmaktadır. Serbest radikallerin varlığı ve hidroksil gruplarınca zengin türlerin okside olması, karbonil ve karboksil grupları ve fenol radikalleri 1720-1740 cm⁻¹'deki pikin yoğunluğunu arttırmaktadır. Ancak dış ortam testinde yıkanma nedeniyle bu pikin yoğunluğu düşmektedir (Feist ve Hon, 1984; Colom vd., 2003; Temiz, 2005; Williams, 2005; Zhang ve Kamdem, 2005; Temiz vd., 2006; Katoka vd., 2007; Deka vd., 2008; Özgenç vd., 2013).

Ek şekil 1-54 arasındaki spektrumların 1718-1740 cm⁻¹'deki karbonil pikleri incelendiğinde, Uzungöl yaylası ve Sürmene sahil kesiminde dış ortam koşullarına maruz bırakılan kontrol ve test odun örneklerinde birbirine yakın düzeyde bozunma olduğu görülmektedir. Doğal dış ortam testinde en yüksek bozunma ise Hıdırnebi yaylasındaki odun örneklerinde belirlenmiştir (Ek şekil 55-82). Ek şekil 83-108 arasındaki spektrumlara bakıldığında; yapay dış ortam testine tabi tutulan kontrol ve test örneklerindeki bozunmanın doğal dış ortam testinden çok daha yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Çünkü

doğal ortama kıyasla, yapay dış ortam testi sırasında güneş ışını etkisinde karşılık gelen UV lambalarının ve yağmur etkisine karşılık gelen su püskürtme sisteminin teması odun yüzeyine bir hayli yakın olmaktadır. Bu durumun, odun yüzeyinde yüksek bozunma etkisine ve yıkanmaya sebep olduğu belirtilebilir.

1718-1740 cm^{-1} 'daki karbonil ve karboksil piklerinin genişliği, doğu ladini ve sarıçam kontrol örneklerinde doğu kayını kontrol örneklerinininkinden daha fazladır. Bu durumun iğne yapraklı ve yapraklı ağaç odunlarının kimyasal içerik farklılığından kaynaklandığını söyleyebiliriz. Pandey ve Pitman (2003) yapmış oldukları çalışmada; sarıçam ve kayın odununun FTIR spektrumları arasında bazı farklılıklar belirlenmişlerdir. 1738, 1462, 1330 ve 1244 cm^{-1} bantlarındaki absorpsiyon piklerinin kayın odununda daha güçlü, 1511, 1425 ve 1268 cm^{-1} bantlarındaki absorpsiyon piklerinin ise sarıçam odununda çok daha yoğun olduğu gözlenmiştir. Sarıçama kıyasla kayın odunundaki yüksek ksilan içeriği nedeniyle 1738 cm^{-1} bandında daha güçlü karboksil piki ortaya çıkmaktadır. Sarıçamda ise, kayın odunundan daha yüksek lignin içeriğinden kaynaklı olarak 1511 cm^{-1} bandında daha yoğun aromatik pik oluşmaktadır (Pandey ve Pitman, 2003).

Anderson ve ark. (1991a), 2400 saat süren yapay dış ortam testine tabi tuttuğu üç farklı iğne yapraklı odun türünde meydana gelen kimyasal değişiklikleri 50, 150, 300 ve 2400 saat aralıklarla DRIFT (Diffuse Reflectance Infrared Fourier Transform) spektroskopisi yolu ile belirlemiştir. Elde edilen sonuçlara göre; kısa süreli bekletme periyotlarında ağaç türlerinde bazı farklılıklar olmasına rağmen, 2400 saatlik sürenin sonunda spektra sonuçlarının bir hayli benzediği, başlangıçta 1730 cm^{-1} pikinin absorbansının arttığı; fakat su ile yıkanan maddelerin etkisi ile bu absorbans pikinin azaldığı; kinon ve kinon metit gibi grupların görüldüğü; 1650 cm^{-1} absorbans pikinde hızlı bir değişimin olduğu; odun yüzeyinde meydana gelen spektral değişimlerin 300-600 saatlik bekletme süresinin sonunda tamamlandığı ve bazı piklerin başlangıçta artmasına rağmen daha sonra azaldığı belirlenmiştir (Anderson vd., 1991a).

Anderson ve ark. (1991b) tarafından yapılan çalışmada, dört farklı yapraklı odun türünün 2400 saat yapay dış ortam testine tabi tutulması ile oluşan kimyasal değişimler aşağıdaki gibi sıralanmıştır:

1. Amerikan lale ağacı ve kavak örneklerinde fonksiyonel gruplarda meydana gelen değişimler 300 saatte gerçekleşirken, meşe ve akçaağaçta sadece küçük değişimler meydana gelmektedir,

2. Meşe ve akçaağaçta 1514 cm^{-1} absorpsiyon pikinin spektrumunda görünmemesi için kavak ve lale ağacına göre çok daha uzun süre gerekmektedir,
3. Kavak ve lale ağacında karbonil absorpsiyonu (1730 cm^{-1}) başlangıçta herhangi bir artış göstermezken, test cihazında bekletme süresine bağlı olarak yavaş bir azalma görülmektedir,
4. Kavak, lale ağacı, meşe ve akçaağaç örneklerinden elde edilen spektrumlar birbirinden farklı olup, meşe ve akçaağaç spektrumları iğne yapraklı ağaçlardan elde edilen spektrumlarla benzerlik göstermektedir.
5. Yapraklı ve iğne yapraklı odunların lignin oranları ve yapıları birbirinden farklı olup, yapraklı ağaçlarda dimetoksi fenolik gruplar iğne yapraklı ağaçlara göre daha fazladır. Bu gruplar başlangıçta serbest radikal oluşumunu daha fazla engelleyebilmektedir (Anderson vd., 1991b).

Doğal ve yapay dış ortam testi sonrasında yüzeyine emprenyeli ve emprenyesiz UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanan test örneklerin $1718\text{-}1740\text{ cm}^{-1}$ bandındaki piklerinin absorpsiyonu düşmüştür. Dış ortam koşullarına maruz kalma süresince yüzeyde oluşan γ -laktan, karbonil, karboksilik asit gibi bazı foto ürünlerin yıkanması ile esterin C=O gerilim titreşimini gösteren $1718\text{-}1740\text{ cm}^{-1}$ bandındaki pikin yoğunluğunda azalma olmaktadır. Bu çalışmada yüzeyine UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış odun örneklerinin spektrumlarına bakıldığında da, $1718\text{-}1740\text{ cm}^{-1}$ bandındaki piklerde az miktarda azalma görülmüştür. Buna göre; dış ortam koşullarında renk değişimine karşı UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulamasının odun yüzeyini önemli ölçüde koruduğu ifade edilebilir. Benzer sonuçlar diğer bazı çalışmalarda da elde edilmiştir (Croll ve Skaja, 2002; Decker vd., 2004; Schaller ve Rogez, 2007; Forsthuber ve Gröll, 2010; Saha vd., 2011; Evans vd., 2013; Forsthuber vd., 2013; Saha vd., 2013).

Bu tez çalışmasında, $1718\text{-}1740\text{ cm}^{-1}$ bandındaki piklerin absorpsiyonunda MCQ ile emprenye sonrasında inorganik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulamasına kıyasla, organik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulamasının çok daha iyi koruma sağladığı görülmüştür. Isıl işlem sonrasında UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulamasında, her iki UV absorbe edicinin de $1720\text{-}1740\text{ cm}^{-1}$ bandındaki piklerde aynı düzeyde koruma yaptığı belirlenmiştir. Emprenyesiz yüzeyine UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış odun örneklerinde, inorganik UV absorbe edici içeriği $1720\text{-}1740\text{ cm}^{-1}$ bandındaki piklerde daha iyi koruma sağlamıştır.

Ek şekil 1-108 arasındaki tüm spektrumlara bakıldığında; doğal dış ortam koşullarının 1718-1740 cm^{-1} 'daki absorpsiyon piklerine etkisinin yapay dış ortam testi etkisinden bir hayli farklı olduğu görülmüştür. Doğal dış ortam testine kıyasla, yapay dış ortam testine maruz kalan test ve kontrol örneklerinin 1720-1740 cm^{-1} absorpsiyon piklerindeki deformasyon daha fazla iken; renk değişim değeri daha düşük bulunmuştur. Doğal ve yapay dış ortam testi arasındaki farklılığın nedeninin iklim, hava kirliliği ve çevresel etmenlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

- 1630-1660 cm^{-1} 'daki Absorpsiyon Piklerindeki Değişim

Temiz ve ark. (2006) yapmış oldukları çalışmada, 1630-1660 cm^{-1} bandı $-\text{C}=\text{O}$ bağlı aril ketonları, bağlı olmayan $\text{C}=\text{C}$ ve su bandı ile ilişkili olduğunu belirtmiştir (Temiz vd., 2006). 1630-1660 cm^{-1} daki absorpsiyonun yoğunluğu, para-hidroksifenil gruplarıyla eşleşmiş $\alpha\text{-C}=\text{O}$ bağlarını göstermektedir. Bu absorpsiyon aralığındaki azalma, fenolik hidroksil içeriğindeki düşüşü göstermekte olup, bir çok çalışmada benzer sonuçlar bulunmuştur (Feist ve Hon, 1984; Evans vd., 2000; Colom vd., 2003; Pandey ve Pitman, 2003; Nuopponen vd., 2004; Williams, 2005; Temiz vd., 2006; Kocafe vd., 2008; Özgenç vd., 2013, Teacă vd., 2013). Literatürde, dış ortam testi öncesinde 1630-1650 cm^{-1} arasındaki absorpsiyon yoğunluğunun azalmasının veya piklerin kaymasının absorplanan su miktarındaki azalmayı yansıttığı belirtilmiştir (Temiz, 2005; Temiz vd., 2006; Dubey, 2010). Bu çalışmada da, doğal ve yapay dış ortam testi sonrasında absorplanan su miktarındaki azalmayı gösteren 1630-1650 cm^{-1} arasındaki piklerin yoğunluğunda düşme, yayvanlaşma ve söz konusu pik bantlarında kayma olmuştur. Bu bantlardaki absorpsiyon yoğunluğundaki azalma en fazla kontrol grubunda görülmüştür (Şekil 1, 10, 19, 28, 37, 46, 55, 64, 73, 82, 91). Doğru kayını odunu ve sarıçam odununda ısıl işlem ile korunan örneklerle kıyasla; MCQ ile empenye edilen örneklerin 1630-1660 cm^{-1} bandındaki yoğunluğun düşmesi daha az iken; doğru ladini odununda tam tersi durum söz konusudur. Bunun nedeni, doğru ladini odunundaki geçit aspirasyonu nedeniyle MCQ ile empenye sonrasında düşük tutunma miktarına sahip olması ve koruma sağlamaması olarak düşünülebilir. Bazı çalışmalarda geçit aspirasyonu nedeniyle empenye sonrası doğru ladini odunundaki tutunma düşüklüğü ayrıntılı incelenmiştir (Şahin, 1996; Yıldız, 2009b; Yıldız vd., 2012). Doğal dış ortam koşullarına bırakılan tüm üst yüzey uygulanmayan örnek gruplarının 1630-1660 cm^{-1} bandında benzer değişim görülürken; yapay dış ortam testine maruz kalan ısıl işlem görmüş test örneklerinde bu pikin yoğunluğu ve şiddetinde daha az değişiklik görülmüştür. Bu durumda, yapay dış ortam testine maruz kalan ısıl işlem görmüş

örneklerin (özellikle doğu ladini odunu) hidrofobik özelliğini biraz koruduğu belirtilebilir. Isıl işlem ile 1507 cm^{-1} deki pik, lignindeki alifatik yan zincirleri ve ligninin kondenzasyon reaksiyonu ile oluşan çapraz bağ oluşumunu göstermektedir. Lignin ağındaki bu yeni çapraz bağ, su absorpsiyonunu azaltmakta; sonuç olarak odunun su alması azalarak daralma ve genişlemesi sınırlandırılmaktadır. Bu nedenle, absorplanan su miktarını gösteren $1630\text{-}1660\text{ cm}^{-1}$ bandında çok fazla değişiklik olmadığı değerlendirilmektedir. Literatürde benzer sonuçlar bir çok çalışmada görülmüştür (Yıldız, 2002; Colom vd.,2003; Nuopponen vd., 2003; Temiz vd., 2006; Kocaeve vd., 2008; Kapaca vd.,2011).

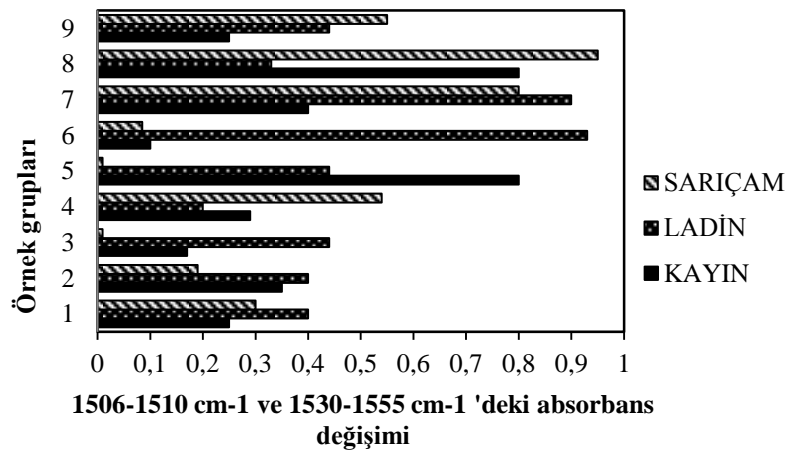
Şekil 7-12, 13-18, 22-27, 31-36, 40-45, 49-54, 58-62, 67-72, 76-81, 85-90, 94-99, 103-108'e bakıldığında; emprenyeli ve emprenye olmaksızın yüzeyine UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış test örneklerinden elde edilen spektrumlarda, doğal ve yapay dış ortam testi sonrasında $1630\text{-}1660\text{ cm}^{-1}$ bandındaki yoğunluğun arttığı görülmektedir. Bu durumda, dış ortam testi sonrasında emprenyeli ve emprenye olmaksızın yüzeyine UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış test örneklerinin karbonhidratlarındaki su absorbe eden H-O-H gerilim titreşimin arttığı düşünülmektedir. Buna bağlı olarak odun yüzeyine uygulanan üst yüzey tabakasının H-O-H bağında oluşan deformasyon ile artan hidroksil grubuna bağlı olarak su absorpsiyonu da artmakta olup benzer sonuçlar bir çok çalışmada bulunmuştur (Croll ve Skaja, 2002; Decker vd., 2004; Schaller ve Rogez, 2007; Forsthuber ve Grüll, 2010; Saha vd., 2011; Evans vd., 2013; Forsthuber vd., 2013; Saha vd., 2013) .

- $1605\text{-}1607\text{ cm}^{-1}$ 'daki Absorpsiyon Pikindeki Değişim

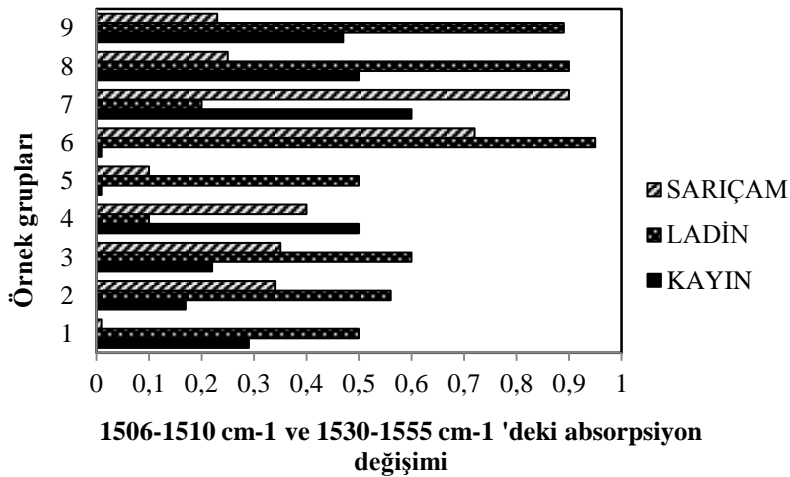
Doğu ladini ve sarıçam odunlarının üst yüzey uygulanmamış örneklerinin dış ortam testi öncesindeki spektrumlarında $1605\text{-}1607\text{ cm}^{-1}$ aralığında pik görülürken, doğu kayın odunu spektrumlarında bu pik görülmemektedir. Bu farklılığın yapraklı ve iğne yapraklı ağaçların farklı lignin yapısından kaynaklanabileceği bazı çalışmalar esas alınarak düşünülmüştür. Çünkü yapraklı ağaçlar guayasil ve siringil lignin ünitelerinden oluşurken, iğne yapraklı ağaçlar guayasil ünitelerinden oluşmaktadır (Liu, 1997; Hon, 2001; Rowell, 1984; Colom vd., 2003; Pandey ve Pitman, 2003). Dış ortam testi sonrasında doğu kayını odununda 1593 cm^{-1} ve 1609 cm^{-1} pikleri, doğu ladini ve sarıçam odununda ise 1641 cm^{-1} piki ortadan kaybolmuştur. Şekil 54-56'de görüldüğü üzere, doğal dış ortam testi sonrasında üç pilot bölge için de, delignifikasyonu gösteren $1506\text{-}1510\text{ cm}^{-1}$ ve $1605\text{-}1607\text{ cm}^{-1}$ aralığındaki piklerde aynı düzeyde azalma görülmüştür. Yapay dış ortam testinde ise,

piklerdeki absorpsiyon azalmasının daha yüksek olması delignifikasyonunda arttığını göstermiştir (Şekil 57).

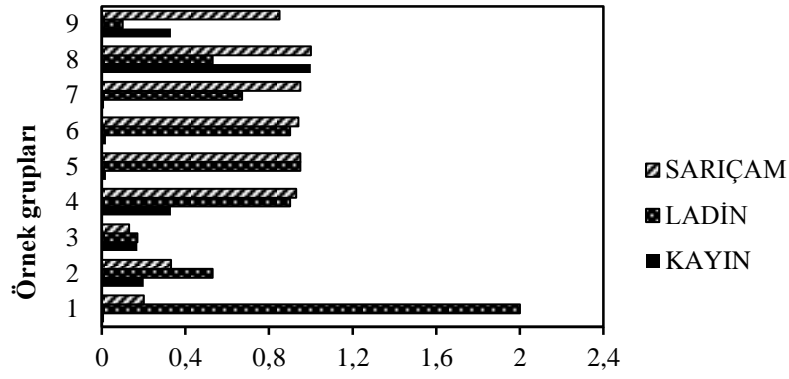
Emprenyeli ve emprenyesiz yüzeyine UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış örneklerde delignifikasyonu gösteren $1506-1510\text{ cm}^{-1}$ aralığındaki pikin, $1530-1555\text{ cm}^{-1}$ aralığına kaydığı görülmüştür. Doğal ve yapay dış ortam testi nedeniyle, bu aralıklardaki piklerde oluşan absorpsiyon düşüşü delignifikasyonun arttırdığını göstermektedir (Şekil 54-57).



Şekil 54. Hıdırnebi yaylasında dış ortam testi nedeniyle $1506-1510\text{ cm}^{-1}$ ve $1530-1555\text{ cm}^{-1}$ 'deki absorpsiyon değişimi

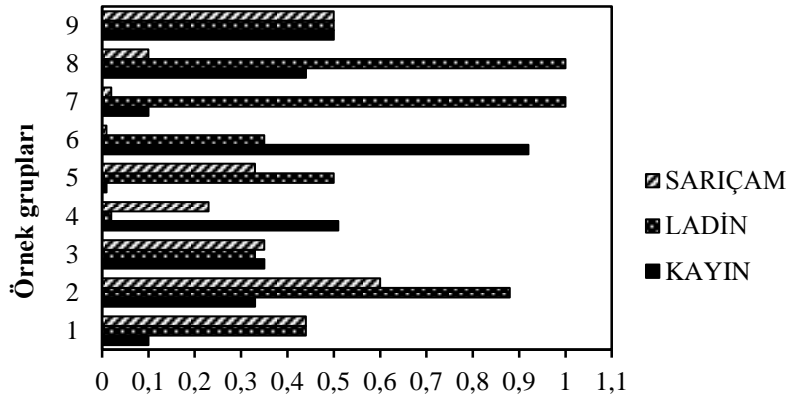


Şekil 55. Sürmene sahil kesiminde dış ortam testi nedeniyle $1506-1510\text{ cm}^{-1}$ ve $1530-1555\text{ cm}^{-1}$ 'deki absorpsiyon değişimi



1506-1510 ve 1530-1555 cm⁻¹'deki absorpsiyon değişimi

Şekil 56. Uzungöl yaylasında dış ortam testi nedeniyle 1506-1510 cm⁻¹ ve 1530-1555 cm⁻¹'deki absorpsiyon değişimi



1506-1510 ve 1530-1555 cm⁻¹'deki absorpsiyon değişimi

Şekil 57. Yapay dış ortam testi nedeniyle 1506-1510 cm⁻¹ ve 1530-1555 cm⁻¹'deki absorpsiyon değişimi

Doğal ve yapay dış ortam testi sonrasında 1506-1510 cm⁻¹ ve 1605-1607 cm⁻¹ aralığındaki piklerdeki delignifikasyon etkisi doğu kayını ve sarıçam odunları için MCQ ile emprenye ve kontrol örneklerinde aynı düzeyde iken; ısıl işlem ile korunan örneklerde çok daha yüksek düzeyde görülmüştür. Ancak, doğu ladin odunu için, bu piklerdeki delignifikasyon etkisi MCQ ile korunmuş ve kontrol örneklerine kıyasla, ısıl işlem ile korunan örneklerde çok daha düşük düzeyde bulunmuştur.

Emprenyeli ve emprenye olmaksızın yüzeyine UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış odun örneklerinin delignifikasyonu gösteren 1605-1607 cm⁻¹ aralığındaki pik 1580-1595cm⁻¹ aralığına kaymıştır. Doğal ve yapay dış ortam testi sonrasında 1580-

1595 cm^{-1} aralığındaki pik absorpsiyonunda çok düşük düzeyde değişim belirlenmiştir. Buna göre; odun yüzeyine yüzeyine UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmasının bir hayli yüksek etkili bir koruma sağlayarak delignifikasyonu önlediğini ifade edilebilir. Uzungöl yaylası ve Sürmene sahil kesimine kıyasla, Hıdırnebi yaylasında dış ortam testine maruz bırakılan emprenyeli ve korumasız yüzeyine UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış odun örneklerinin delignifikasyon düzeyi daha düşük bulunmuştur.

- 1506-1510 cm^{-1} ve 1450-1465 cm^{-1} 'daki Absorpsiyon Piklerindeki Değişim

1506-1510 cm^{-1} ve 1450-1465 cm^{-1} aralıklarındaki pikler ligninin karakteristik pikleri olarak literatürde yer almaktadır. Yani, 1506-1510 cm^{-1} aralığındaki pikler lignin yapısındaki aromatik halkalardaki C=O ve COO-simetrik olmayan gerilim titreşimlerinden dolayı lignin bileşenleri için karakteristik bir piktir. 1450-1465 cm^{-1} aralığındaki pik ise, ligninin yapısındaki asimetric C-H bozunmasından oluşan piktir. Dış ortam testi sonrasında, lignindeki kimyasal değişiklik sonucu bu piklerin şiddetinin azalması nedeniyle renk değişimi gerçekleşmektedir. Lignoselülozik malzemenin sarılaşması odun yüzeyinde lignin ve hemiselülozun bozunduğunu göstermektedir Dış ortam testi sonrasında bu piklerin yoğunluğunun düşmesi ya da tamamen kaybolmasının nedeni, odun yüzeyinde yağmur etkisi ile ligninin yıkanmasıdır. Benzer sonuçlar literatürde bir çok çalışmada görülmüştür (Feist ve Hon, 1984; Evans vd., 2000; Colom vd., 2003; Pandey ve Pitman, 2003; Nuopponen vd., 2004; Williams, 2005; Temiz vd., 2006; Kocafe vd., 2008; Özgenç vd., 2013, Teacă vd., 2013).

Pandey ve Chandrashekar (2005) tarafından yapılan çalışmada, benzol klorit ile modifiye edilen ve hiçbir işlem uygulanmamış odun yüzeyleri 500 saat yapay dış ortam testine tabi tutulmuştur. Birleşik olan ya da olmayan karbonillerin oluşumu ve 1506-1510 cm^{-1} bant aralığındaki piklerin yoğunluğunda hızlı bir azalmadan dolayı görülen aromatik yapıların kaybı ile kuinon oluşumu birleştirilmiştir. Dış ortam test süresinin artması ile 1650 cm^{-1} pikinin yoğunluğundaki yükselme; açık halkalı birleşik karboksilik asit ya da kuinoid türevler gibi birleşik karbonil ya da karboksil gruplarının içeriğinin artması sonucu oluşan lignin fotooksidasyonunu göstermiştir (Pandey ve Chandrashekar, 2005).

Bu çalışmadaki spektrumlarda, kontrol ve üst yüzey uygulanmamış odun örneklerinin dış ortam testi ile 1506-1510 cm^{-1} ve 1450-1465 cm^{-1} aralıklarındaki piklerin yıkanarak ortadan kaybolduğu görülmekte olup benzer sonuçlar bir çok çalışmada elde edilmiştir (Feist ve Hon, 1984; Pandey ve Pitman, 2001; Ohkoshi, 2002; Colom vd., 2003; Temiz vd., 2006; Williams, 2005; Kataoka vd., 2007; Evans vd., 2008; Kapaca vd., 2011;

Zhou vd., 2011; Bu vd., 2012). UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanan odun yüzeylerinde; dış ortam testi öncesinde bu pikler $1530-1555 \text{ cm}^{-1}$ ve $1450 \pm 5 \text{ cm}^{-1}$ aralığında görülmüştür. UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanan odun yüzeylerinde de $1530-1555 \text{ cm}^{-1}$ ve $1450 \pm 5 \text{ cm}^{-1}$ aralığında görülen bu lignin piklerinin, dış ortam testi sonrasında şiddetinde biraz azalma olurken yerlerinde kayma olmuştur. Bu durumun diğer odun örneklerine kıyasla UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanan odun yüzeylerindeki renk değişiminin bir hayli düşük olmasının nedenini açıkladığı düşünülebilir (Croll ve Skaja, 2002; Decker vd., 2004; Schaller ve Rogez, 2007; Forsthuber ve Gröll, 2010; Saha vd., 2011; Fufa vd., 2012; Evans vd., 2013; Forsthuber vd., 2013; Saha vd., 2013).

- 1420-1430 cm^{-1} 'daki Absorpsiyon Piklerindeki Değişim

1420-1430 cm^{-1} aralığında görülen pik, selüloz bileşenlerindeki aromatik halkalardaki C=C ve karbonhidratlardaki CH_2 titreşimlerini göstermektedir. Bu pik selülozun amorf ve kristalin yapısındaki değişimi ifade etmektedir. Dış ortam testine maruz kalan odun yüzeylerinde selülozun amorf bölgesi, kristalin bölgesine nazaran daha fazla değişmektedir. Yani dış ortam koşullarına maruz kalan odunda selülozdaki bozunma öncelikle amorf yapıda başlamaktadır (Feist ve Hon, 1984; Pandey ve Pitman, 2001; Ohkoshi, 2002; Colom vd., 2003; Temiz vd., 2006; Williams, 2005; Kataoka vd., 2007; Evans vd., 2008; Kapaca vd., 2011; Zhou vd., 2011).

Bu çalışmanın spektrumlarındaki 1420-1430 cm^{-1} aralığında görülen piklere bakıldığında; Hıdırnebi yaylası ve yapay dış ortam testine kıyasla, Uzungöl yaylası ve Sürmene sahil kesiminde dış ortam testine maruz bırakılan kontrol ve üst yüzey işlemi uygulanmamış test örneklerinde selülozun daha fazla bozunmaya uğradığını belirtilebilir. Ayrıca, bu selüloz pikindeki değişime göre; kontrol örneklerine nazaran doğu kayını ve sarıçam örneklerinde MCQ ile emprenye, doğu ladini örneklerinde ise ısıtma işlem yöntemlerinin bir miktar koruma sağladığı görülmüştür.

- 1365-1376 cm^{-1} 'daki Absorpsiyon Piklerindeki Değişim

1365-1376 cm^{-1} aralığındaki pik, selüloz ve hemiselülozdaki C-H degradasyonunu göstermektedir (Emandi vd., 2011). Tomak (2011) doktora tez çalışmasında, bu bant aralığındaki absorpsiyon azalmasının serbest radikal grupların azalmasından kaynaklandığını ve dolayısıyla odunun çok daha hidrofobik yapıya sahip olduğunu belirlemiştir (Tomak, 2011). Bu çalışmada elde edilen spektrumlarda bu pikin şiddeti, kontrol ve üst yüzey uygulanmayan odun örneklerinde azalırken, aynı zamanda bu piklerin

bandında kayma olmuştur. Yüzeyine emprenyeli ve emprenye olmadan UV absorbe edici akrilik reçine uygulanan test örneklerinin dış ortam testi sonrasında 1365-1376 cm^{-1} aralığındaki bandın absorpsiyonunda bir miktar azalma ve bantta çok az kayma belirlenmiştir. Bu nedenle, üst yüzey işlemi uygulanmayan örneklerle kıyasla UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanan örneklerin yüzeyinin hidrofobik yapısında daha az değişimin olduğu ifade edilebilir (Croll ve Skaja, 2002; Decker vd., 2004; Schaller ve Rogez, 2007; Forsthuber ve Gröll, 2010; Saha vd., 2011; Fufa vd., 2012; Evans vd., 2013; Forsthuber vd., 2013; Saha vd., 2013). Bu pikler dikkatlice incelendiğinde, karbonhidrat pikinin tüm örneklerde test sonrasında azaldığı görülmektedir. Ancak bu azalma şeklinin şiddeti kiminde yoğun, kiminde ise daha az yoğun olarak gerçekleşmiştir. Karbonhidratlar, yani selüloz ve hemiselülozlar bozunduğunda serbest hidroksil gruplarının sayısı artmaktadır. Bunun sonucunda odunu daha hidrofilik yapıya kavuşmaktadır. Buradan hareketle, 1630-1660 cm^{-1} daki bandın absorpsiyonu incelendiğinde, bu bantta meydana gelen değişimler su bandı ile alakalı olduğu ve odunun daha hidrofilik yapısından kaynaklandığı değerlendirilebilir.

- 1315-1321 cm^{-1} 'daki Absorpsiyon Piklerindeki Değişim

1315-1321 cm^{-1} aralığındaki bu bant selülozdaki CH_2 'deki oynamayı göstermektedir. Bu banttaki değişimler sonucunda selülozdaki amorf yapının azalması sonucu kristal zon oranının arttığı anlaşılmaktadır (Kapaca vd., 2011; Fufa vd., 2012). Doğal ve yapay dış ortam testi sonrasında kontrol ve üst yüzey uygulanmamış test örneklerinde bu bant aralığındaki pikin şiddetinde azalma ve pikin olduğu bantta kayma görülmüştür. Ancak kontrol örneklerine kıyasla, MCQ ile emprenye edilen doğu kayını ve sarıçam örneklerinde ve ısı işlem görmüş doğu ladini örneklerinde pikin şiddetindeki azalma daha az olmaktadır. Kontrol örneklerinde bu pikin şiddetindeki azalma, iklim ve böcek zararlısı gibi çevresel etmenlerden dolayı dış ortam testi uygulanan pilot bölgeye göre değişmektedir.

- 1230-1270 cm^{-1} 'daki Absorpsiyon Piklerindeki Değişim

1230-1270 cm^{-1} bant aralığındaki piklerdeki değişim lignin ve hemiselülozdaki CO gerilimi ile guayasil halkasındaki titreşimi göstermektedir. Bu bant aralığındaki pikin kaybolması delignifikasyon ve aromatik halkaların bozunmasının bir göstergesidir. Çünkü guayasil yapılarının bozundurulmasının, aromatik halkaların yapılarının tahribe uğramasıyla doğrudan ilgili olduğu bazı çalışmalarda belirtilmiştir (Temiz vd., 2006; Tuong ve Li, 2010; Pacios vd., 2010). Bu bant aralığındaki piklerdeki değişimin, selülozla

ilgili diğer pikler olan 1315-1321 cm^{-1} ve 1365-1376 cm^{-1} pikleri uyum sağladığı görülmektedir (Feist ve Hon, 1984; Pandey ve Pitman, 2001; Ohkoshi, 2002; Colom vd., 2003; Temiz vd., 2006; Williams, 2005; Kataoka vd., 2007; Evans vd., 2008; Kapaca vd., 2011; Zhou vd., 2011). Yapay dış ortam testine kıyasla, doğal dış ortam testine maruz kalan kontrol ve üst yüzey uygulanmamış örneklerin 1230-1270 cm^{-1} bant aralığındaki piklerin şiddetindeki azalmanın daha fazla olduğu belirlenmiştir. Bu bant aralığında üst yüzey uygulanmayan odun örneklerinde pik ortadan kaybolurken; yüzeyine UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanan örneklerde ise pikin şiddetinde azalma ve pikte kayma olmuştur.

Doğal ve yapay dış ortam testinde, MCQ ile emprenye ve ısıtma yöntemlerinin delignifikasyonu gösteren 1230-1270 cm^{-1} bant aralığındaki piklerde koruma sağlamadığı görülmüştür. Emprenyeli ve emprenyesiz yüzeyine UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış odun örneklerinde 1230-1270 cm^{-1} bant aralığındaki piklerde çok yüksek düzeyde koruma sağlanmıştır. Hıdırnebi yaylasında dış ortam koşullarına maruz bırakılan yüzeyine UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış odun örneklerinin 1230-1270 cm^{-1} bant aralığındaki piklerinin şiddetindeki azalma diğer bölgelere göre çok daha düşüktür. Yapay dış ortam testine tabi tutulan yüzeyine UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış odun örneklerinde ise bu piklerin şiddeti bir hayli düşmüştür. Buna bağlı olarak doğal dış ortam testine kıyasla, yakın temasta UV ışını ve su püskürtme sistemine maruz kalan yapay dış ortam testinde odun örneklerinin yüzeyinde delignifikasyon yüksek düzeyde bulunmuştur.

- 1145-1162 cm^{-1} 'daki Absorpsiyon Piklerindeki Değişim

Dış ortam testi sonrasında, 1145-1162 cm^{-1} aralığındaki absorpsiyon pikleri selülozdaki C-O-C simetrik olmayan oksijen gerilimini ve 1030-1060 cm^{-1} aralığındaki absorpsiyon pikleri ise selüloz ve hemiselülozda C-O gerilimini göstermektedir (Stark vd., 2004; Stark ve Matuana, 2007; Castro vd., 2012). Doğal ve yapay dış ortam testine maruz kalma sonrasında kontrol ve üst yüzey uygulanmamış örneklerde 1145-1162 cm^{-1} aralığındaki pikin şiddetinde artış görülmüştür. Bu durumun, selülozda oluşan modifikasyon ile amorf yapının bozunarak açığa çıkmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Uçar vd., 2005; Monfared ve Monseni, 2012). Ek şekil 2-3, 10-11, 19-20, 28-29, 37-38, 46-47, 55-56, 64-65, 73-74, 83-84, 92-93, 101-102 aralıklarında görüldüğü üzere, MCQ ile emprenye ve ısıtma işlemiyle muamele edilen örneklerin 1145-1162 cm^{-1} aralığındaki pikinde bir koruma sağlanamamıştır.

Doğal dış ortam testi sonrasında kontrol ve MCQ ile emprenye ve ısıl işleme muamele edilen örneklerin 1145-1162 cm^{-1} aralığında tek pik; yapay dış ortam testine maruz kalan örneklerin ise bu aralıkta iki pik oluşturduğu görülmüştür. Bunun nedeninin, yapay dış ortam testi sırasında UV ışını ve su püskürtme sisteminin örnek yüzeyine yakın olması nedeniyle selülozdaki amorf yapının daha hızlı ve fazla bozunarak açığa çıkmasından kaynaklı olduğu düşünülmüştür. Ayrıca yapay dış ortam testi sırasında ligninin bozunup yıkanarak uzaklaşması bir hayli yüksek düzeyde olduğundan, odundaki selüloz oranında da daha fazla artış olmuştur.

Ek şekil 4-9, 13-18, 22-27, 31-36, 40-45, 49-54, 58-63, 67-72, 76-81, 85-90, 94-99, 103-108'e bakıldığında; doğal ve yapay dış ortam testi sonrasında emprenyesiz ve emprenyeli yüzeyine UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanan örneklerde bir hayli belirgin olan 1145-1162 cm^{-1} aralığındaki absorpsiyon pikinin yoğunluğunda çok az düşüş olduğu görülmüştür. Yani UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanan örneklerin dış ortam maruz kalması sonrasında bu pikin azalması guayasil ünitesindeki bozunmayı göstermekte olup, bazı çalışmalarda da benzer sonuçlar görülmüştür (Forsthuber ve Gröll, 2010; Saha vd., 2011; Fufa vd., 2012; Evans vd., 2013; Forsthuber vd., 2013; Saha vd., 2013). MCQ ile emprenye ve ısıl işleme korumanın sonrasında, yüzeyine UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış odun örneklerinin 1145-1162 cm^{-1} aralığındaki absorpsiyon piklerindeki azalma bir hayli düşüktür. Özellikle MCQ ile emprenye işlemi sonrasında yüzeyine organik UV absorbe edici uygulanan odun örneklerinde 1145-1162 cm^{-1} aralığındaki piklerin şiddetinde yüksek düzeyde korunma olduğu belirlenmiştir. Ancak doğal dış ortam testine kıyasla, yapay dış ortam testine maruz kalan emprenyeli ve emprenyesiz yüzeyine UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış odun örneklerinin 1145-1162 cm^{-1} aralığındaki piklerin şiddetinde önemli oranda azalma görülmüştür.

- 900, 1025, 1030 ve 1050 cm^{-1} Absorpsiyon Piklerindeki Değişim

900, 1025, 1030 ve 1050 cm^{-1} civarındaki pikler; dış ortam testi nedeniyle selülozdaki C-O, O-H, C-H ve C-O-C tipi bağların modifikasyonu sonucu oluştuğu ve polisakkaritlerle ilişkisi literatürde belirtilmiştir (Stark vd., 2004; Stark ve Matuana, 2007; Zhang vd., 2009; Scholz vd., 2010; Castro vd., 2012). Bazı çalışmalarda dış ortam testi sonrasında bu bantlardaki piklerin şiddetinin artması, odun yüzeyinde lignin demetoksilasyonu ve depolimerizasyonu aracılığı ile bozunma oluştuğuna işaret olarak değerlendirilmiştir. Bu bantların artması ve 1510 cm^{-1} civarında lignin bandının azalması

ile dış ortam testine maruz kalmış odun yüzeyinde diğer aromatik bileşenler ve ligninin azalması ve selülozun artması açık bir şekilde görülebilmektedir. Bu da kinonlar gibi bazı okside olmuş bileşenlerin yüzeyden yıkanarak ayrılmasının, yüzeyi selüloz içeriği bakımından zengin hale getirdiğinin göstergesidir (Zhang vd., 2009). Çalışmadaki tüm spektrumlar incelendiğinde bu durum açık bir şekilde görülmektedir. Ayrıca 1030-1060 cm^{-1} bant aralığında görülen pikin selülozda C-O titreşimi olduğu düşünüldüğünde, dış ortam testi sonrasında bütün odun örneklerinde bu selüloz zenginliği görülmüştür.

- Absorpsiyon Piklerindeki Değişimin Genel Değerlendirmesi

Zhang ve ark. (2009) monoetanolamin ve bakır içerikli monoetanolamin ile emprenye ettikleri güney çamı odununu, 1200 saat UV ışını ve su püskürtme döngüsünden oluşan yapay dış ortam testine maruz bırakmıştır. 200 ve 1200 saat aralığında yapay dış ortam testine maruz kalan güney çamı odunundaki kimyasal değişim, FTIR spektroskopisi analizi ile belirlenmiştir. 200 saat yapay dış ortam testi sonrasında emprenye edilmemiş odun örneğinin 1740 cm^{-1} bandındaki pikinde artış olmakta; fakat maruz kalma süresi arttıkça 1200 saatlik süre sonunda bu pikte önemli ölçüde azalma; hatta ortadan kaybolma tespit edilmektedir. Karbonil gerilim titreşimini gösteren 1740 cm^{-1} bandındaki pikindeki artışın, ligninin oksidasyonu ile hidroksil gruplarınca zengin türlerde, karbonil ve karboksil grupları ve fenolik radikallerin artmasından kaynaklandığı değerlendirilmiştir. 200 saatin üzerindeki testlerde, bu pikte azalma ve ortadan kaybolmanın ise oksidasyon ile oluşan bu ürünlerin yıkanarak yüzeyden uzaklaşması sonucunda olduğu ifade edilmiştir. 1595, 1510, 1470 cm^{-1} deki bantlardaki pikler aromatik halkalar ile ilişkilidir. 1595 cm^{-1} bandındaki pik, aromatik C-O gerilim durumu ile güçlü ilişkisi olan bir aromatik halka gerilimi ile bağlantılı olmaktadır. Yapay dış ortam testi boyunca 1595 cm^{-1} bandındaki pik, 1600 cm^{-1} pikindeki karboksilat üretimi ile de gizlenmiştir. 1200 saat maruz kalma sonrasında 1595 cm^{-1} ve 1425 cm^{-1} pikindeki hafif azalma, odunun guayasil halkalarındaki bazı metoksil (O-CH₃) gruplarının kaybolması ile açıklanmıştır. Lignin ve bazı odun ekstraktifleri, başlıca aromatik halkalı odun bileşenleridir. Oysaki bakır içerikli monoetanolamin ile emprenye edilen güney çamının 1510 ve 1595 cm^{-1} piklerinde artış görülmüştür. Bu durumun, yapay dış ortam testi sonrasında monoetanolamin ile emprenye olan odunda karboksilat ve aromatik halkaların bozunmasının durdurulmasıyla ilişkili olduğu açıklanmıştır (Zhang vd., 2009).

C-O, O-H ve C-O-C eter tip bağların titreşiminden 1330, 1161, 1130 ve 1030 cm^{-1} piklerinde gözlenen selülozla ilgili absorpsiyon, yapay dış ortam testi sonucunda değişmiştir.

915 cm^{-1} pikinde absorpsiyon, selülozun halka gerilimi aşamasının dışında antisimetrisi ile bağlantılıdır. 1200 saat maruz kalma sonrasında 1161, 1130 ve 900 cm^{-1} selüloz piklerinin şiddetinde modifikasyon ile artış ve 1510 cm^{-1} lignin pikinde ise azalma belirlenmiştir. Ancak monoetanolamin ile empenye edilen odunların maruz kalma sonrasında selüloz piklerindeki yoğunluk artışının daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Bakır içerikli monoetanolamin birleşimindeki bakır konsantrasyonunun artmasının, odunun fotodegradasyonunda önemli bir rolünün olduğu anlaşılmıştır (Deka vd., 2007; Zhang vd., 2009).

Temiz ve ark. (2006), silikon ile muamele ettikleri, asetillendirme ve ısı işlem ile modifiye ettikleri sarıçam odununu 2 saat UV ve 18 dk su püskürtme içeren yapay dış ortam testine maruz bırakarak dayanımlarını belirlemiştir. Bu koruyucu işlemlerin etkinliğini belirlemek amacıyla; 0, 400 ve 800 saat dış ortam testi sonrasında, FTIR spektroskopisi analizi ile odun yüzeyindeki kimyasal değişim belirlenmiştir. Fotodegradasyonun koruma işlemi uygulanmış ve uygulanmamış örneklerdeki etkisi 1720-1740, 1592, 1508, 1261 cm^{-1} piklerinin absorpsiyon yoğunluğundaki değişime odaklanılarak değerlendirilmiştir. Yapay dış ortam testi sonrasında kontrol ve ısı işlem görmüş odun örneklerinin 1508 cm^{-1} pikinde önemli değişiklik olurken; silikon ile muamele edilmiş ve asetillendirme yapılmış örneklerde bu pikte azalma gözlemlenmiştir. Silikon ile muamele edilen sarıçam örneklerinde karbonil gruplarını gösteren 1710-1745 cm^{-1} pikinin absorpsiyonunun değişmediği, yani yüzeyde fotooksidasyonun meydana gelmediği anlaşılmıştır. Yapay dış ortam testi maruz kalması sonrasında, kontrol örneklerinin -C=O (bağlı aril keton), bağlı olmayan C=C ve su içeriği ile ilişkili olan 1630-1660 cm^{-1} pikinde önemli değişiklik olmakta; fakat koruma işlemi uygulanmış örneklerin bu pikteki absorpsiyonun değişimi bir hayli düşüktür. Yapay dış ortam test süresi boyunca lignin ve hemiselülozdaki C-O gerilimindeki titreşimi gösteren 1261 cm^{-1} pikinin absorpsiyon yoğunluğu kontrol, asetilasyon ve ısı işlem örnek gruplarında azalmışken; silikon ile empenye edilen örneklerde bir değişiklik görülmemiştir (Temiz vd., 2006).

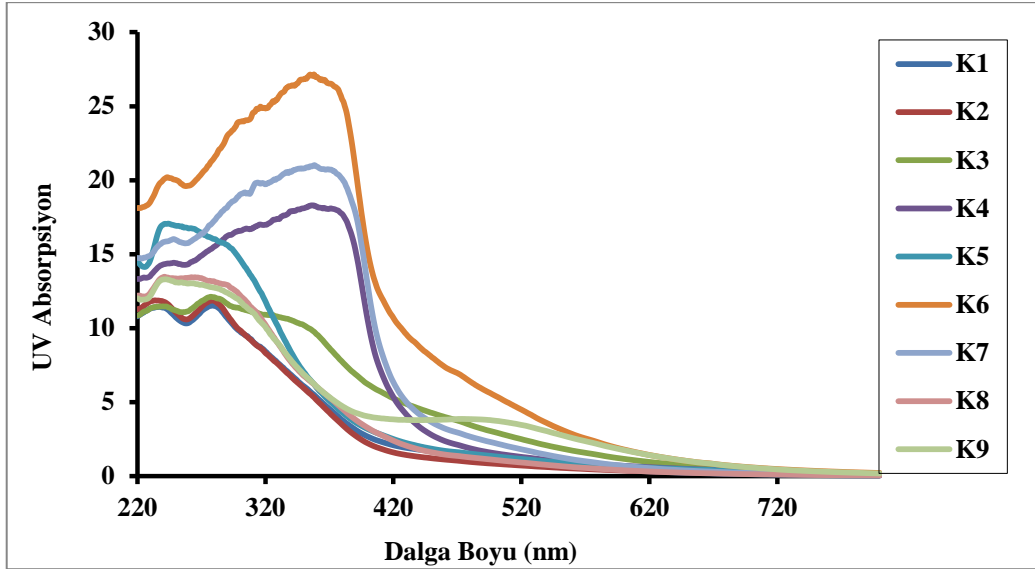
Son yıllarda dış ortam koşullarına karşı odun yüzeyinin dayanım performansını arttırmak için akrilik reçine esaslı, UV absorbe edici ve HALS içeren üst yüzey işlemleri uygulaması üzerine araştırmalar yapılmıştır. İğne yapraklı bazı türlere uygulanan bu üst yüzey tabakalarının dış ortam koşullarına maruz kaldıklarındaki kimyasal değişimi UV-VIS-NIR, FTIR ve ^{13}C CPMAS NMR spektroskopisi analizleri ile belirlenmiştir. FTIR

spektroskopi analizlerinde 1670-1770, 1605-1670, 1500-1530, 1350-1490, 1135-1150, 950-965 cm^{-1} bant aralığındaki piklerde dış ortam testi nedeniyle oluşan değişimler bir çok çalışmada gözlenmiştir (Forsthuber ve Gröll, 2010; Forsthuber vd.; 2013; Saha vd., 2013).

4.5. UV-VIS-NIR Spektrofotometre Analizi

Dış ortam testi nedeniyle odun yüzeyinde, lignin ve selülozun oksidasyonu nedeni ile karbonil piklerinin artması gibi bazı kimyasal reaksiyonlar oluşmaktadır. FTIR spektroskopi analizlerinde belirlenen, 1720 ve 1735 cm^{-1} 'de karbonil artışı ile absorpsiyonun artması ya da 1265 ve 1510 cm^{-1} 'de lignin kaybı nedeniyle absorpsiyonun azalması gibi değişiklikler UV-VIS-NIR spektrofotometre analizi ile doğrulanmıştır (Feist ve Hon, 1984; Williams, 2005).

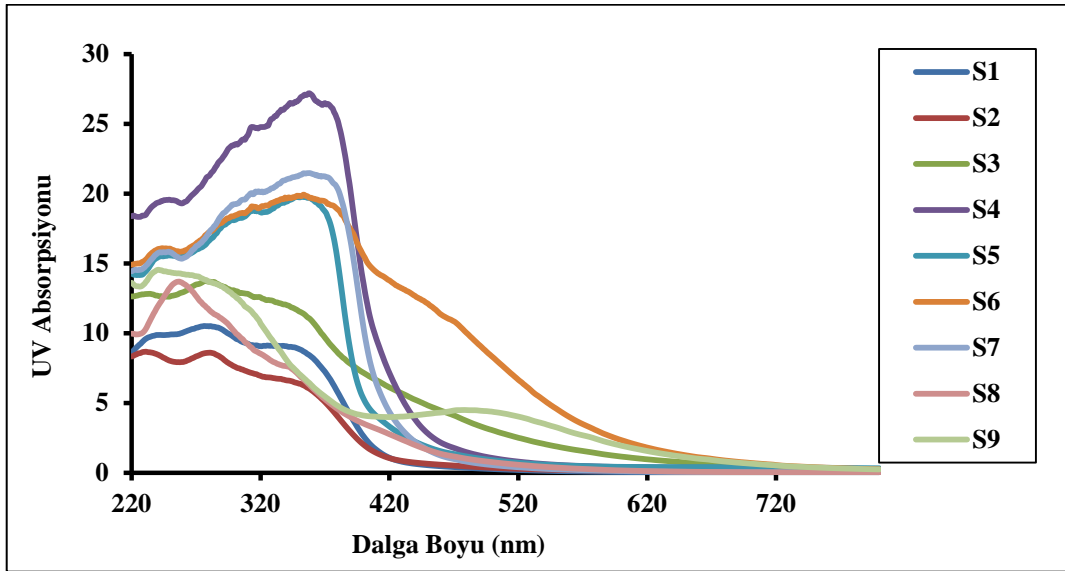
Doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini odun örneklerinden hazırlanan farklı varyasyonların dış ortam testi öncesinde UV absorpsiyon özellikleri belirlenerek Şekil 58-60'da verilmiştir.



Şekil 58. Dış ortam testi öncesinde doğu kayını kontrol ve test örneklerinin UV absorpsiyon kabiliyeti

Şekil 58'de görüldüğü üzere 320-420 nm dalga boyları aralığında en yüksek UV absorpsiyonu, MCQ ile empenye sonrasında yüzeyinde organik UV absorbe edici içeren

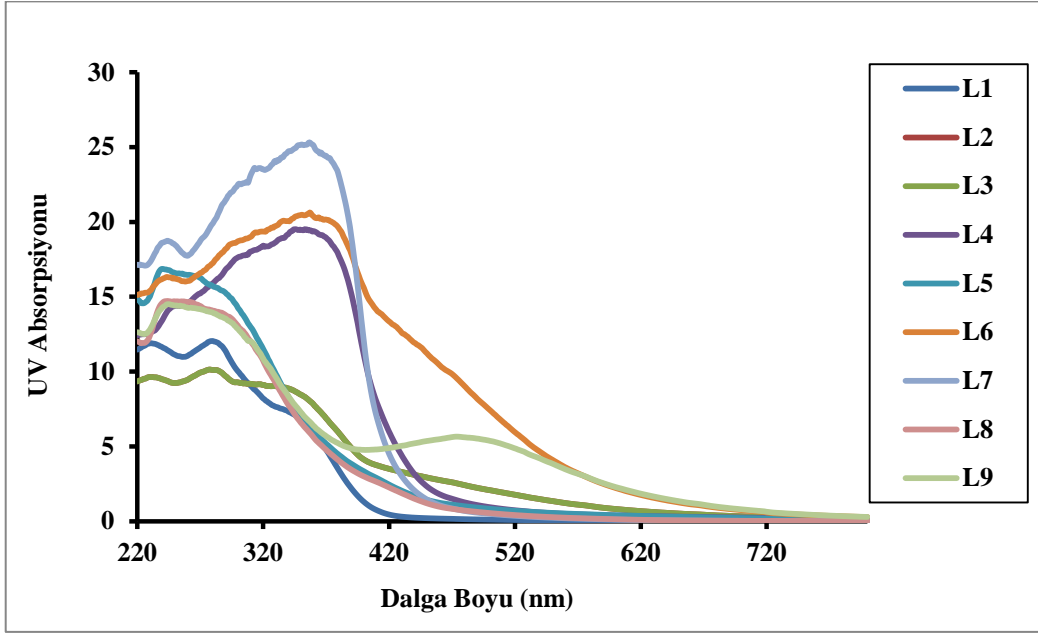
akrilik reçine (K4), ısıt işlem sonrasında yüzeyinde organik (K5) ya da inorganik UV absorbe edici (K6) içeren akrilik reçine uygulanmış doğu kayını örneklerinde bulunmuştur. Ancak yaklaşık olarak 250-320 nm dalga boyu aralığında MCQ ile emprenye sonrasında yüzeyine organik UV absorbe edici uygulanmış (K5) doğu kayını örneklerinde UV absorpsiyonu bir hayli yüksektir. 220-350 nm dalga boyu aralığında koruma işlemi olmaksızın yüzeyinde sadece organik ya da inorganik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış doğu kayını örneklerinin UV absorpsiyonu, kontrol grubundan bir miktar daha yüksek bulunmuştur. Ancak, üst yüzey işlemi uygulamaksızın MCQ ile emprenye edilmiş ve ısıt işlem görmüş doğu kayını örneklerinin UV absorpsiyonu kontrol grubu ile bir hayli yakın bulunmuştur.



Şekil 59. Dış ortam testi öncesinde sarıçam kontrol ve test örneklerinin UV absorpsiyon kabiliyeti

Sarıçam test ve kontrol örneklerinin dış ortam koşulları testi öncesi UV absorpsiyon özellikleri Şekil 59'da verilmiştir. 220-420 nm dalga boyu aralığında, en yüksek UV absorpsiyonu MCQ ile emprenye sonrasında yüzeyine organik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış (S4) örneklerde belirlenmiştir. Aynı zamanda MCQ ile emprenye sonrasında yüzeyinde inorganik UV absorbe edici içeren (S5) ve ısıt işlem sonrasında yüzeyinde inorganik (S6) ya da organik UV absorbe edici (S7) içeren akrilik reçine uygulanmış sarıçam örneklerinde UV absorpsiyonu bir hayli yüksek bulunmuştur. Kontrol (S1) ve üst yüzey uygulanmaksızın sadece MCQ ile emprenye edilmiş (S2)

sarıçam örneklerinde ise en düşük UV absorpsiyon bulunmuştur. Herhangi bir koruma işlemi olmaksızın sadece yüzeyine organik (S8) ya da inorganik UV (S9) absorbe edici akrilik reçine uygulanmış sarıçam örneklerinin UV absorpsiyonu ise kontrol grubundan daha yüksektir.

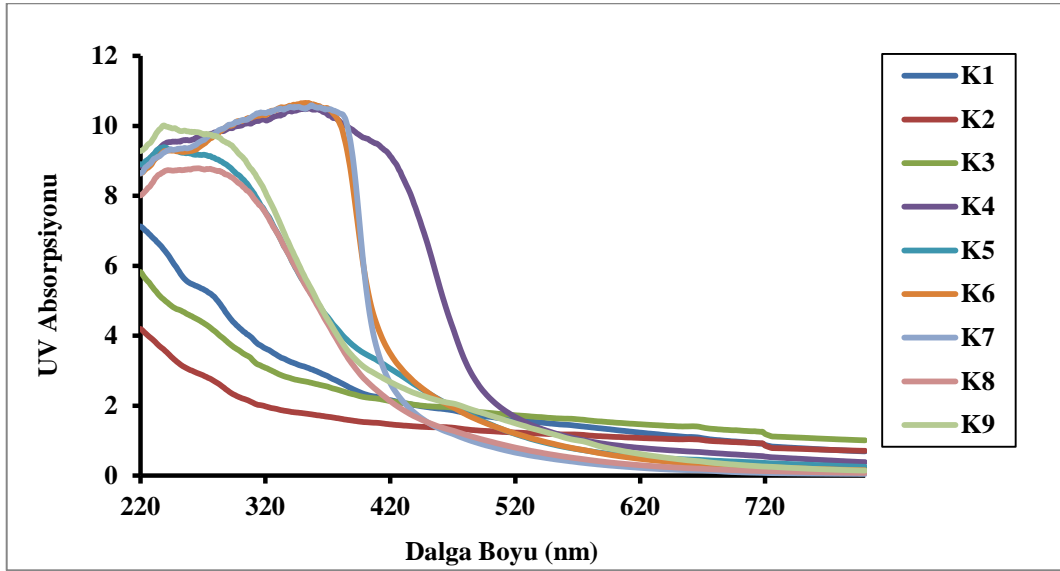


Şekil 60. Dış ortam testi öncesinde doğu ladini kontrol ve test örneklerinin UV absorpsiyon kabiliyeti

Doğu ladini test ve kontrol örneklerinin dış ortam testi öncesi UV absorpsiyonu Şekil 60'da verilmiştir. 220-450 nm dalga boyu aralığında, ısıl işlem sonrasında yüzeyine inorganik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış doğu ladini (L7) örneklerinin UV absorpsiyonu en yüksektir. MCQ ile emprenye (L4) ve ısıl işlem (L6) sonrasında yüzeyinde organik UV absorbe edici içeren akrilik reçine içeren doğu ladini örneklerinin de UV absorpsiyonu, diğer örneklerle kıyasla bir hayli yüksek bulunmuştur. Üst yüzey işlem uygulamaksızın sadece ısıl işlem görmüş sarıçam örneklerinin UV absorpsiyonu, kontrol grubundan da düşüktür. 220-320 nm dalga boyu aralığında, herhangi bir koruma olmaksızın sadece yüzeyine organik (L8) ya da inorganik (L9) UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış doğu ladini örneklerinin UV absorpsiyonu kontrol grubundan (L1) daha yüksektir.

- Uzungöl Yaylası Deney Alanı

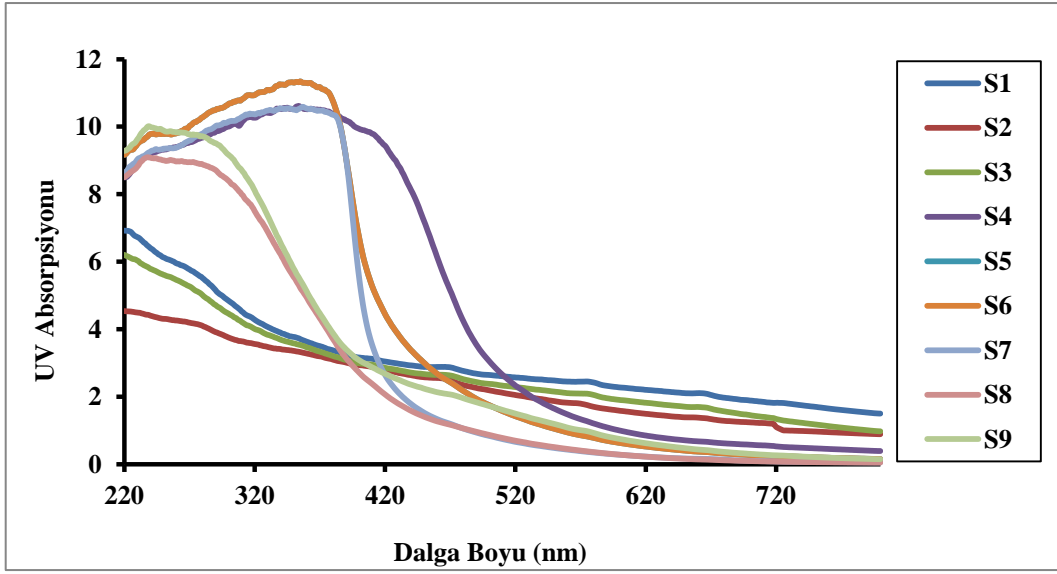
15 ay süre ile Uzungöl yaylasında dış ortam testine maruz kalan kayın kontrol ve test örneklerinin UV absorpsiyon miktarındaki düşme Şekil 61'de görülmektedir. Dış ortam testi sonrasında 220-420 nm dalga boyu aralığında en yüksek UV absorpsiyonu, yüzeyine emprenye sonrasında ya da emprenye olmaksızın UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanan kayın örneklerinde (K4, K5, K6, K7, K8 ve K9) belirlenmiştir. Hatta MCQ ile emprenye sonrasında yüzeyine organik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış kayın örneklerinin 220-520 nm dalga boyu aralığında UV absorpsiyonu çok yüksektir. Ancak 340 nm'den büyük dalga boyu aralığında, koruma olmaksızın yüzeyine organik ya da inorganik UV absorbe edici uygulanmış kayın (K8 ve K9) örneklerinin UV absorpsiyonu düşmektedir. Üst yüzey işlemi uygulanmamış kontrol ve test kayın örneklerinde (K1, K2 ve K3) ise UV absorpsiyonu çok düşük bulunmuştur. MCQ ile emprenye edilen ve ısıl işlem görmüş (K2, K3) kayın test örneklerinin UV absorpsiyonu kontrol örneğinden (K1) bile düşük bulunmuştur. Uzungöl yaylasındaki doğal dış ortam testi sonrasında en düşük UV absorpsiyonu ise, sadece ısıl görmüş kayın test örneğinde (K3) elde edilmiştir.



Şekil 61. Uzungöl yaylasında uygulanan dış ortam testi sonrasında doğu kayını kontrol ve test örneklerinin UV absorpsiyon kabiliyeti

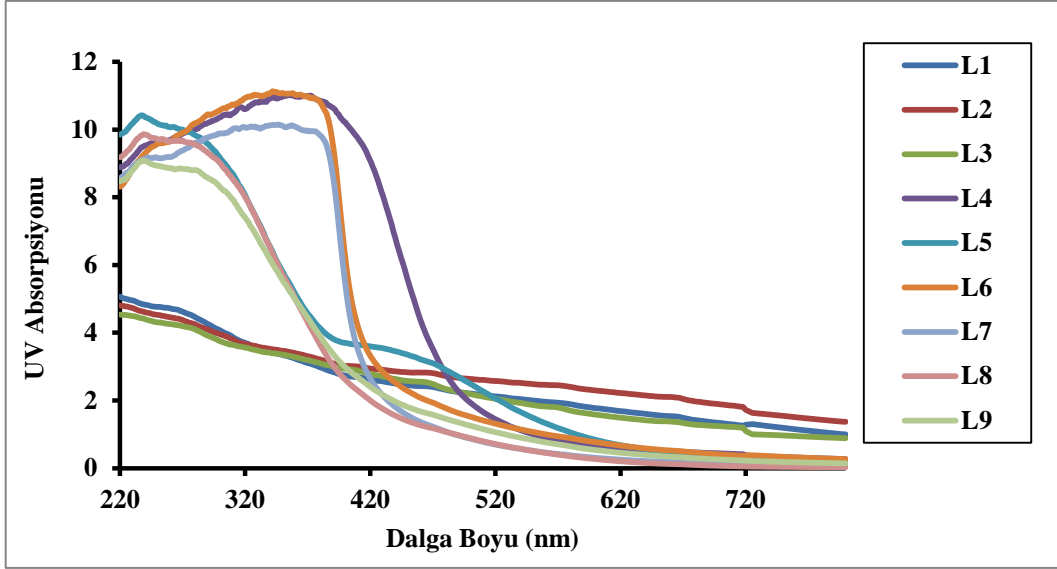
15 ay süre ile Uzungöl yaylasında dış ortam testine maruz kalan sarıçam kontrol ve test örneklerinin UV absorpsiyon miktarındaki düşme Şekil 62'de görülmektedir. Dış

ortam testi sonrasında, 220-420 nm dalga boyu aralığında en yüksek UV absorpsiyonu, yüzeyine empenye sonrasında ya da empenye olmaksızın UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanan sarıçam örneklerinde (S4, S5, S6, S7, S8 ve S9) belirlenmiştir. Ancak 340 nm'den büyük dalga boyu aralığında, koruma olmaksızın yüzeyine organik ya da inorganik UV absorbe edici uygulanmış sarıçam (S8 ve S9) örneklerinin UV absorpsiyonu düşmektedir. Üst yüzey işlemi uygulanmamış kontrol ve test sarıçam örneklerinde (S1, S2 ve S3) ise UV absorpsiyonu çok düşük bulunmuştur.



Şekil 62. Uzungöl yaylasında uygulanan dış ortam testi sonrasında sarıçam kontrol ve test örneklerinin UV absorpsiyon kabiliyeti

15 ay süre ile Uzungöl yaylasında dış ortam koşullarına maruz kalan doğu ladini test ve kontrol örneklerinin UV absorpsiyonu Şekil 63'de gösterilmiştir. Üst yüzey uygulanmayan doğu ladini kontrol ve test örneklerinde (L1, L2 ve L3) en düşük UV absorpsiyon belirlenmiştir. Yüksek UV absorpsiyonu, empenyeli ya da empenye olmaksızın yüzeyine UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış doğu ladini örneklerinde bulunmuştur. Fakat dalga boyu 320'den büyük olunca, MCQ ile empenye sonrasında inorganik UV absorbe edici içeren akrilik reçine (L5) ve koruma olmaksızın yüzeyine sadece organik ve inorganik UV absorbe edici içeren akrilik reçine (L8 ve L9) uygulanmış doğu ladini örneklerinin UV absorpsiyonu düşmektedir.



Şekil 63. Uzungöl yaylasında uygulanan dış ortam testi sonrasında doğu ladini kontrol ve test örneklerinin UV absorpsiyon kabiliyeti

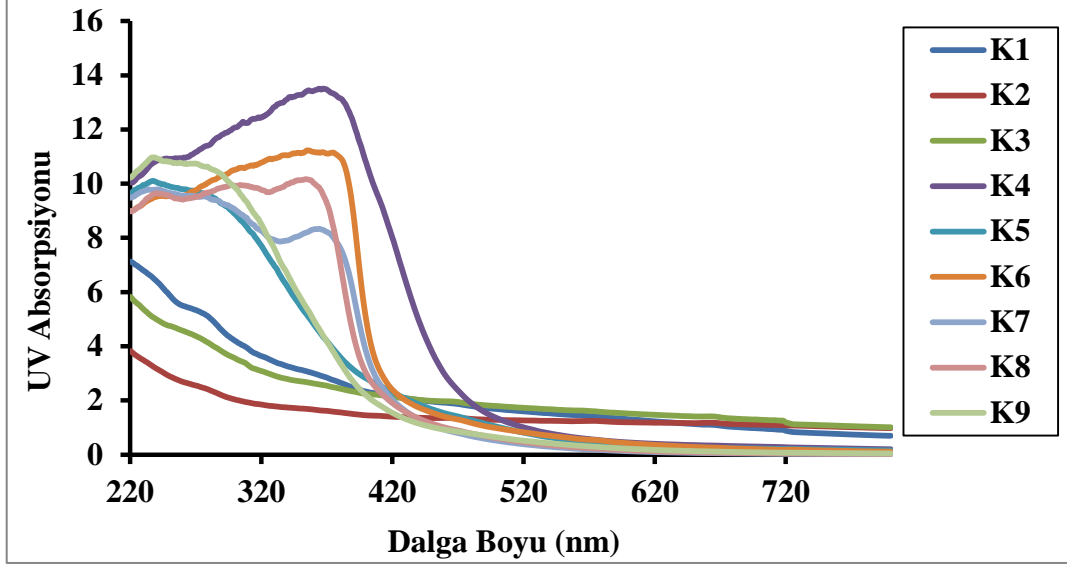
Uzungöl yaylasında dış ortam testine maruz kalan kontrol örneklerinde doğal UV absorpsiyonu en yüksek doğu kayını, en düşük ise doğu ladin odununa aittir. Ayrıca ısı işlem ile koruma hariç, doğu kayını odununun test örneklerinin UV absorpsiyonu, sarıçam ve doğu ladini örneklerinden bir hayli yüksek bulunmuştur.

Uzungöl yaylasında yapılan dış ortam testi öncesi ve sonrasında için doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini örneklerinin UV-VIS-NIR spektraları Ek şekil 109-135 arasındaki grafiklerde verilmiştir. Bu spektralarda, dış ortam testine maruz kalma ile her örneğin UV spektrasındaki değişim görülmektedir.

- Sürmene Sahil Kesimi Deney Alanı

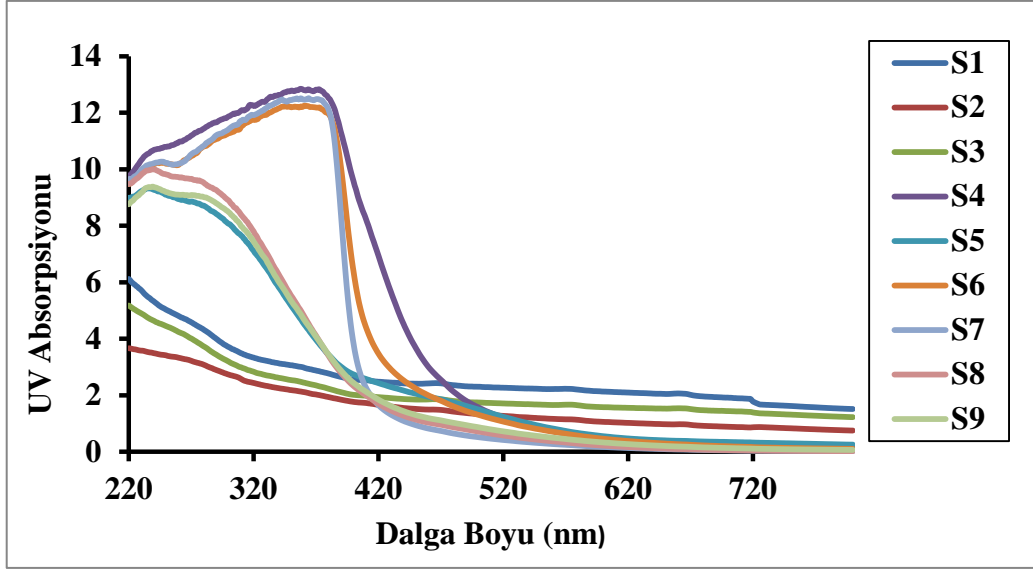
Sürmene sahil kesiminde 15 ay süre dış ortam koşullarına maruz kalan doğu kayını test ve kontrol örneklerinin UV absorpsiyonu Şekil 64'de verilmiştir. Dış ortam testi sonrasında en düşük UV absorpsiyonu MCQ ile emprenye edilmiş (K2) doğu kayını örneğinde; en yüksek UV absorpsiyonu ise MCQ ile emprenye sonrasında yüzeyine organik UV absorbe edici içeren akrilik reçine (K4) uygulanmış doğu kayını örneklerinde belirlenmiştir. Yüzeyine UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış örneklerin (K4, K5, K6, K7, K8 ve K9) UV absorpsiyonu, üst yüzey uygulanmamış doğu kayını örneklerinden (K1, K2 ve K3) bir hayli yüksektir. 340 nm'den büyük dalga boyunda, emprenye olmaksızın yüzeyine sadece organik ve inorganik UV absorbe edici içeren

akrilik reçine uygulanmış doğu kayını örneklerinin (K8 ve K9) UV absorpsiyonu düşmektedir.



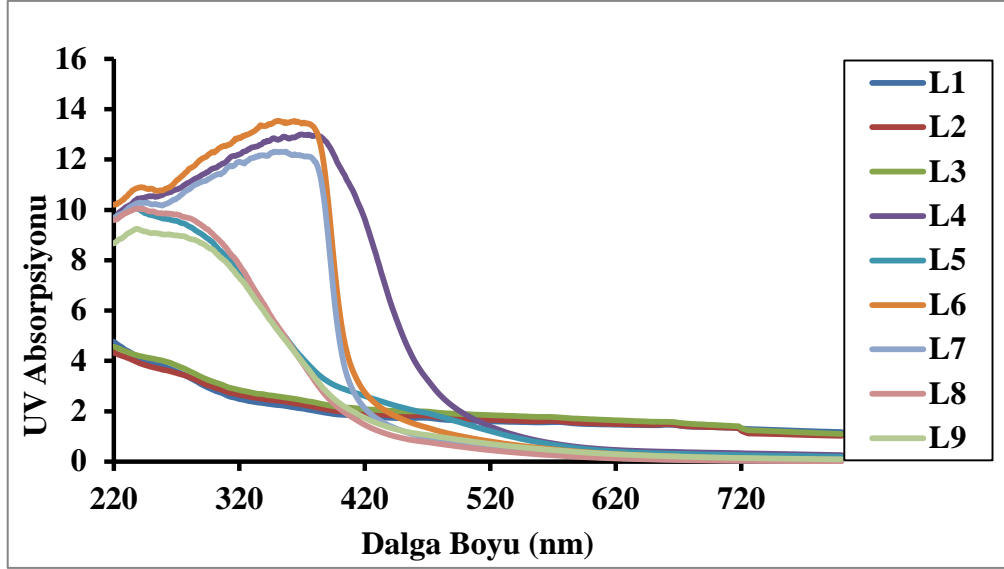
Şekil 64. Sürmene sahil kesiminde uygulanan dış ortam testi sonrasında doğu kayını kontrol ve test örneklerinin UV absorpsiyon kabiliyeti

Şekil 65' de görüldüğü üzere, Sürmene sahil kesiminde dış ortam koşullarına maruz kalan sarıçam örneklerinden en düşük UV absorpsiyonu MCQ ile empenye edilen örneklerde (S2) bulunmuştur. MCQ ile empenye sonrasında yüzeyine organik UV absorbe edici içeren akrilik reçine (S4) ve ısıtılma işlem sonrasında yüzeyine organik ve inorganik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış (S6 ve S7) sarıçam örneklerinin UV absorpsiyonu bir hayli yüksek bulunmuştur. MCQ sonrasında yüzeyine inorganik UV absorbe edici içeren akrilik reçine (S5) ve empenye olmaksızın yüzeyine organik ya da inorganik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış (S8 ve S9) sarıçam örneklerinin ise 340'den büyük dalga boylarında UV absorpsiyonunun düştüğü belirlenmiştir.



Şekil 65. Sürmene sahil kesiminde uygulanan dış ortam testi sonrasında sarıçam kontrol ve test örneklerinin UV absorpsiyon kabiliyeti

Şekil 66' da görüldüğü üzere, Sürmene sahil kesiminde dış ortam koşullarına maruz kalan doğu ladini örneklerinde en düşük UV absorpsiyonu üst yüzey işlemi uygulanmayan örneklerde (L1, L2 ve L3) belirlenmiştir. MCQ ile emprenye sonrasında yüzeyine organik UV absorbe edici içeren akrilik reçine (L4) ve ısı işlem sonrasında yüzeyine organik ve inorganik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış (L6 ve L7) doğu ladini örneklerinin UV absorpsiyonu bir hayli yüksek bulunmuştur. MCQ sonrasında yüzeyine inorganik UV absorbe edici içeren akrilik reçine (L5) ve emprenye olmaksızın yüzeyine organik ya da inorganik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış (L8 ve L9) sarıçam örneklerinin ise 320'den büyük dalga boylarında UV absorpsiyonunun düştüğü belirlenmiştir.



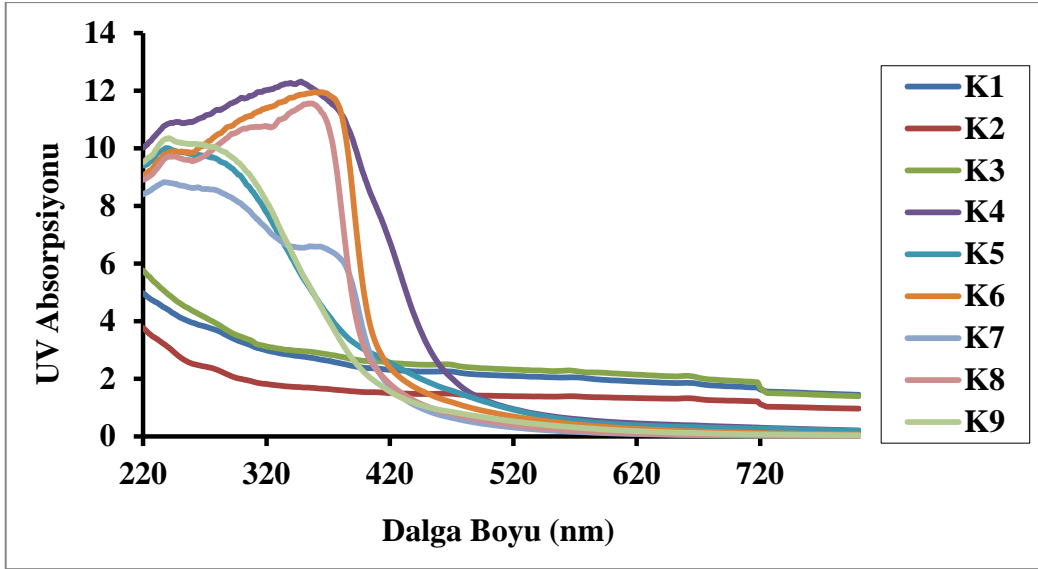
Şekil 66. Sürmene sahil kesiminde uygulanan dış ortam testi sonrasında doğu ladini kontrol ve test örneklerinin UV absorpsiyon kabiliyeti

Sürmene sahil kesiminde dış ortam testine maruz kalan kontrol örneklerinde doğal UV absorpsiyonu en yüksek doğu kayını, en düşük ise doğu ladin odununa aittir. Ayrıca, doğu kayını ve sarıçam odununda ısıl işlem ve MCQ ile emprenye işleminin UV absorpsiyonu kontrol grubundan bile bir hayli düşük bulunmuştur.

Sürmene sahil kesiminde düzenlenen dış ortam testi öncesi ve sonrasında için doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini örneklerinin UV-VIS-NIR spektraları Ek şekil 136-162 arasındaki grafiklerde verilmiştir. Bu spektralarda, dış ortam testi sonrasında her örneğin UV spektrasındaki değişim gösterilmektedir.

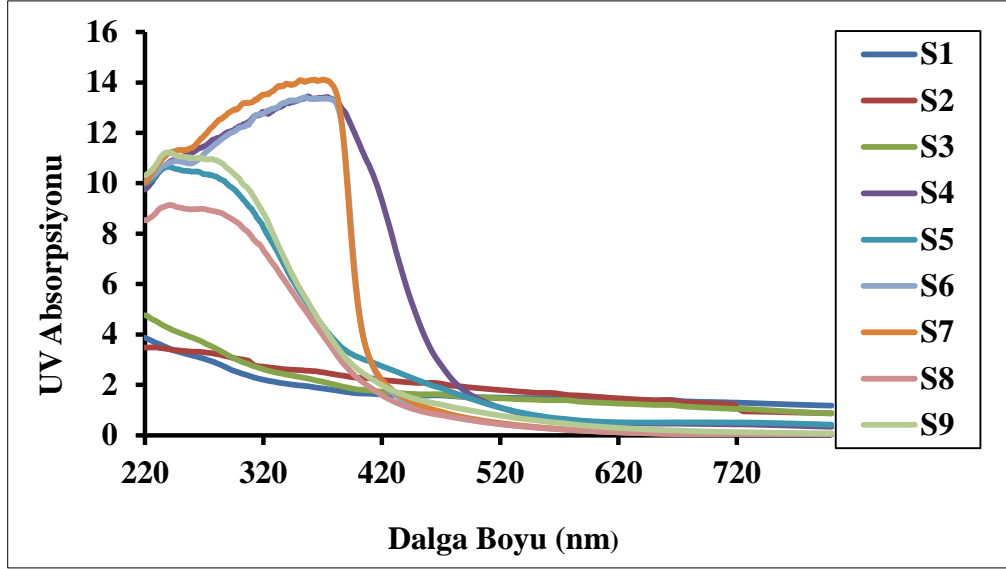
- Hıdırnebi Yaylası Deney Alanı

Hıdırnebi yaylasında 15 ay süre dış ortam koşullarına maruz kalan doğu kayını test ve kontrol örneklerinin UV absorpsiyonu Şekil 67’de verilmiştir. Dış ortam koşulları maruz kalma sonrasında en düşük UV absorpsiyonu MCQ ile emprenye edilmiş (K2) doğu kayını örneğinde, en yüksek UV absorpsiyonu ise MCQ ile emprenye sonrasında yüzeyine organik UV absorbe edici içeren akrilik reçine (K4) uygulanmış doğu kayını örneklerinde belirlenmiştir. Yüzeyine UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış örneklerin (K4, K5, K6, K7, K8 ve K9) UV absorpsiyonu, üst yüzey uygulanmamış doğu kayını örneklerinden (K1, K2 ve K3) bir hayli yüksektir. 340 nm’den büyük dalga boyunda, yüzeyine organik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış doğu kayını örneklerinin (K6, K8 ve K9) UV absorpsiyonu düşmektedir.



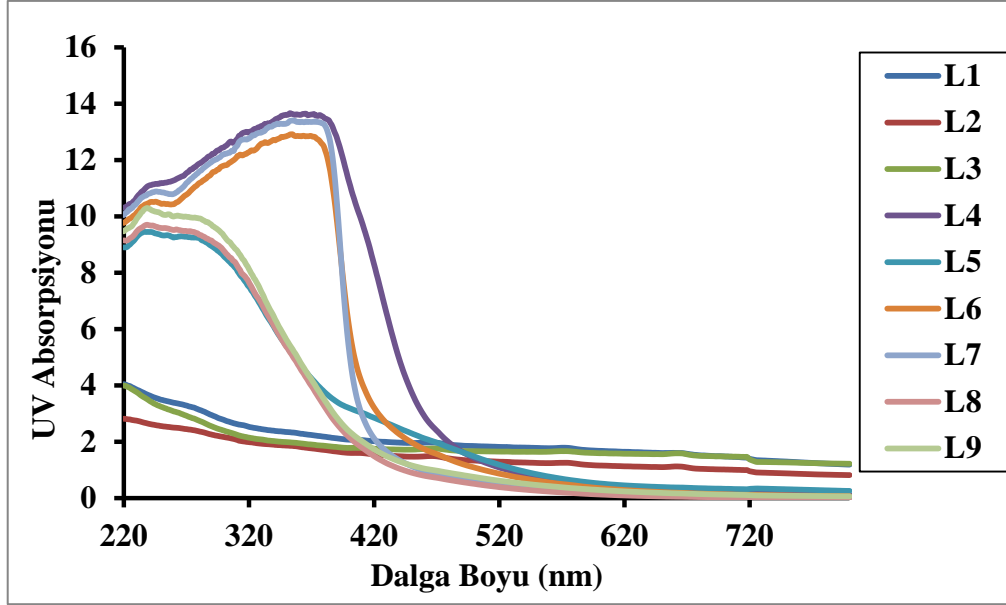
Şekil 67. Hıdırnebi yaylasında uygulanan dış ortam testi sonrasında doğu kayını kontrol ve test örneklerinin UV absorpsiyon kabiliyeti

Şekil 68' de görüldüğü üzere, Hıdırnebi yaylasında dış ortam koşullarına maruz kalan sarıçam örneklerinden en düşük UV absorpsiyonu üst yüzey işlemi uygulanmamış örneklerde (S1, S2 ve S3) bulunmuştur. MCQ ile emprenye sonrasında yüzeyine organik UV absorbe edici içeren akrilik reçine (S4) ve ısı işlem sonrasında yüzeyine organik ve inorganik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış (S6 ve S7) sarıçam örneklerinin UV absorpsiyonu bir hayli yüksek bulunmuştur. MCQ sonrasında yüzeyine inorganik UV absorbe edici içeren akrilik reçine (S5) ve emprenye olmaksızın yüzeyine organik ya da inorganik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış (S8 ve S9) sarıçam örneklerinin ise 340'den büyük dalga boylarında UV absorpsiyonunun düştüğü belirlenmiştir.



Şekil 68. Hıdırnebi yaylasında uygulanan dış ortam testi sonrasında sarıçam kontrol ve test örneklerinin UV absorpsiyon kabiliyeti

Şekil 69' da görüldüğü gibi, Hıdırnebi yaylasında dış ortam koşullarına maruz kalan doğu ladini örneklerinde en düşük UV absorpsiyonu üst yüzey işlemi uygulanmayan örneklerde (L1, L2 ve L3) belirlenmiştir. MCQ ile emprenye sonrasında yüzeyine organik UV absorbe edici içeren akrilik reçine (L4) ve ısıl işlem sonrasında yüzeyine organik ve inorganik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış (L6 ve L7) doğu ladini örneklerinin UV absorpsiyonu bir hayli yüksek bulunmuştur. MCQ sonrasında yüzeyine inorganik UV absorbe edici içeren akrilik reçine (L5) ve emprenye olmaksızın yüzeyine organik ya da inorganik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış (L8 ve L9) sarıçam örneklerinin ise 320'den büyük dalga boylarında UV absorpsiyonunun düştüğü belirlenmiştir.



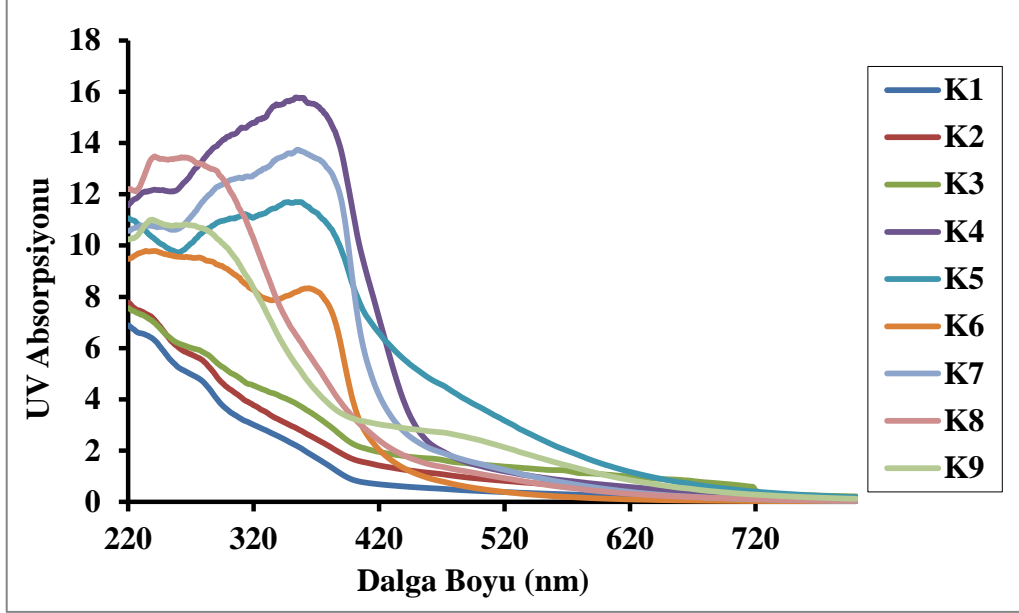
Şekil 69. Hıdırnebi yaylasında uygulanan dış ortam testi sonrasında doğu ladini kontrol ve test örneklerinin UV absorpsiyon kabiliyeti

Hıdırnebi yaylasında dış ortam testine maruz kalan kontrol örneklerinde doğal UV absorpsiyonu en yüksek doğu kayını, en düşük ise doğu ladin odununa aittir. Hıdırnebi yaylası deney alanındaki dış ortam testi öncesi ve sonrasında için doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini örneklerinin UV-VIS-NIR spektraları Ek şekil 163-189 arasındaki grafiklerde verilmiştir. Bu spektralarda, dış ortam testi sonrasında her örneğin UV spektrasındaki değişim gösterilmektedir.

- Yapay Dış Ortam Testi

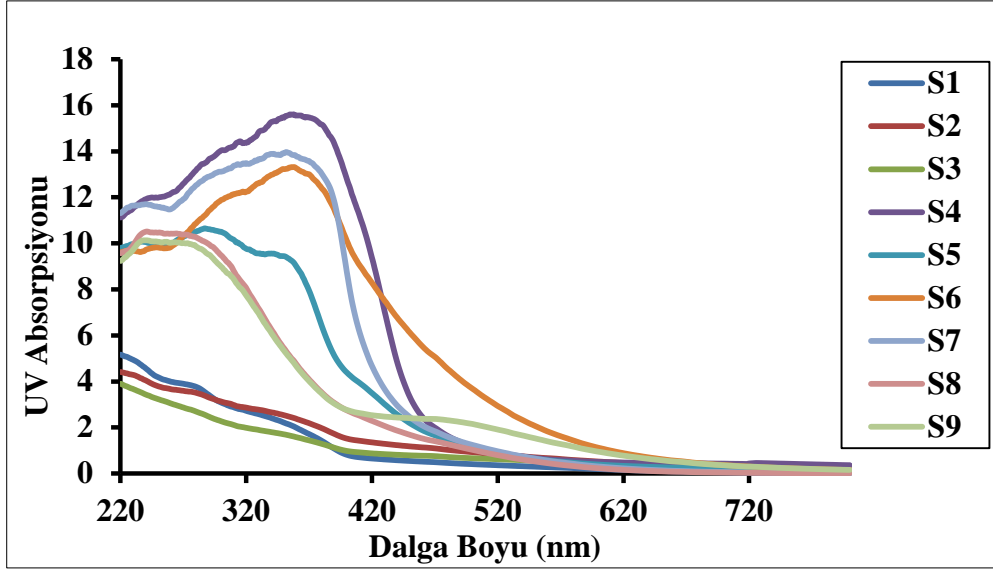
360 saat yapay dış ortam testine tabi tutulan doğu kayını test ve kontrol örneklerinin UV absorpsiyonu Şekil 70'de verilmiştir. Dış ortam koşulları maruz kalması sonrasında en düşük UV absorpsiyonu MCQ ile empenye edilmiş (K2) doğu kayını örneğinde, en yüksek UV absorpsiyonu ise MCQ ile empenye sonrasında yüzeyine organik UV absorbe edici içeren akrilik reçine (K4) uygulanmış doğu kayını örneklerinde belirlenmiştir. Yüzeyine UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış örneklerin (K4, K5, K6, K7, K8 ve K9) UV absorpsiyonu, üst yüzey uygulanmamış doğu kayını örneklerinden (K1, K2 ve K3) bir hayli yüksektir. 340 nm'den büyük dalga boyunda, yüzeyine organik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış doğu kayını örneklerinin (K8 ve K9) UV absorpsiyonu düşmektedir. Akrilik esaslı üst yüzey işlemi uygulanmış doğu kayını

örneklerinden en düşük UV absorpsiyonuna, ısıl işlem sonrasında yüzeyine organik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış örnekler sahiptir.



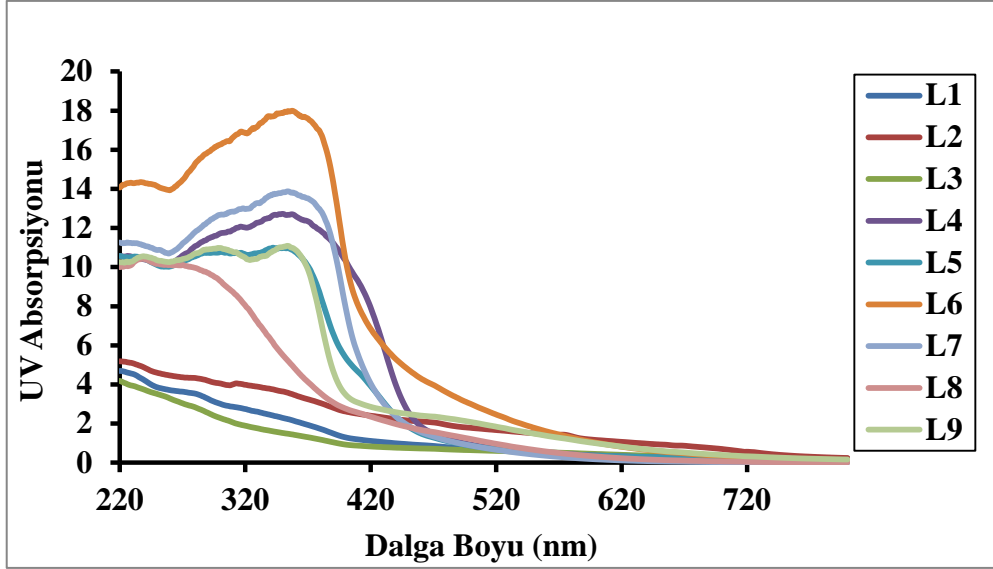
Şekil 70. Yapay dış ortam testine tabi tutulmuş doğu kayını kontrol ve test örneklerinin UV absorpsiyon kabiliyeti

Şekil 71’de görüldüğü üzere, yapay dış ortam testine tabi tutulan sarıçam örneklerinden en düşük UV absorpsiyonu üst yüzey uygulanmamış örneklerde (S1, S2 ve S3) bulunmuştur. MCQ ile emprenye sonrasında yüzeyine organik (S4) ya da inorganik (S5) UV absorbe edici içeren akrilik reçine ve ısıl işlem sonrasında yüzeyine organik ve inorganik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış (S6 ve S7) sarıçam örneklerinin UV absorpsiyonu bir hayli yüksek bulunmuştur. Emprenye olmaksızın yüzeyine organik ya da inorganik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış (S8 ve S9) sarıçam örneklerinin ise 340’dan büyük dalga boylarında UV absorpsiyonunun düştüğü belirlenmiştir.



Şekil 71. Yapay dış ortam testine tabi tutulmuş sarıçam kontrol ve test örneklerinin UV absorpsiyon kabiliyeti

Şekil 72' de görüldüğü üzere, yapay dış ortam testine tabi tutulan doğu ladini örneklerinden en düşük UV absorpsiyonu üst yüzey işlemi uygulanmayan örneklerde (L1, L2 ve L3) belirlenmiştir. 220-320 nm dalga boyu aralığında, üst yüzey uygulanmamış örnek gruplarına kıyasla emprenye olmaksızın sadece yüzeyine organik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış örnek grubunun (L8) UV absorpsiyonu bir hayli yüksektir. 220-420 nm dalga boyu aralığında ise, diğer örnek gruplarına kıyasla emprenyeli ya da emprenyesiz yüzeyine UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış doğu ladin örneklerinin (L4, L6, L7, L8 ve L9) UV absorpsiyonu daha yüksek bulunmuştur.



Şekil 72. Yapay dış ortam testine tabi tutulmuş doğu ladini kontrol ve test örneklerinin UV absorpsiyon kabiliyeti

Yapay dış ortam testine tabi tutulan kontrol örneklerinde doğal UV absorpsiyonu en yüksek doğu kayını, en düşük ise doğu ladin odununa aittir. Sarıçam ve doğu ladini odunlarında, ısıl işlem görmüş ve üst yüzey uygulanmamış örnek gruplarının UV absorpsiyonu, kontrol grubunununkinden bile düşük belirlenmiştir. Yapay dış ortam testi öncesi ve sonrasında doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini örneklerinin UV-VIS-NIR spektraları Ek şekil 190-216 arasındaki grafiklerde verilmiştir. Bu spektralarda, yapay dış ortam testi sonrasında her örneğin UV spektrasındaki değişim gösterilmektedir.

- Genel Değerlendirme

FTIR spektroskopi yöntemi, dış ortam testi boyunca odun yüzeyinde ve kaplama film kalınlığında oluşan kaybı ölçmek için uygun bir yöntemdir. Kızıl ötesi sonuçlar, odun yüzeyindeki kimyasal değişimi ve film kalınlığındaki kaybı ve yapısındaki değişimi göstermektedir. Ancak UV-VIS-NIR spektrofotometre analizinde, bozunma ile görülen UV bölgenin daha uzun dalga boylarında absorpsiyon uzantısı artmakta ve polimerler tarafından absorbe edilen etkili ışın dozajı için hesaplanan değere büyük katkısı açık olarak belirlenebilmektedir (Croll ve Skaja, 2002). Ek şekil 109-216 arasındaki UV-VIS-NIR spektra grafiklerinde görüldüğü üzere, doğal ve yapay dış ortam testi sonrasında test ve kontrol odun örneklerinin UV absorpsiyonu belirgin olarak düşmektedir. Üst yüzey işlemi uygulanmamış test ve kontrol örneklerinin 220-420 nm dalga boyu aralığında UV absorpsiyon özellikleri bir hayli yakın bulunmuştur. Yüzeyine UV absorbe edici içeren

akrilik reçine uygulanmış test örneklerinin ise UV absorpsiyonu daha yüksek bulunmuştur. Fakat, emprenye işlemi uygulanmaksızın UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanan örneklerin 220-320 nm, emprenye işleminin ardından yüzeyine UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanan örneklerin ise 220-420 nm dalga boyu aralığında UV absorpsiyonu yüksek iken; bunun daha büyük dalga boylarında düştüğü belirlenmiştir.

Odun yüzeyine uygulanan UV absorbe edici içeren farklı üst yüzey bileşenlerinin dış ortam koşullarındaki dayanım performansı üzerine çok sayıda çalışma yapılmıştır. İdeal olarak bazı yeni UV absorbe edicilerin 400 nm'den büyük dalga boyunda bütün UV ışınını absorbe etmesi istenmekte, fakat sadece odun bileşenlerini sarı renk değişiminden sakınarak görülür herhangi bir absorpsiyon atığı olmaksızın korunmaktadır. Ayrıca UV absorbe edici içeren üst yüzey işlemleri, uzun süre koyucu etkinliği için çok fotostabil, yani kararlı yapıda olmaktadır. Farklı tipte üst yüzey bileşenleri içerisinde yüksek uyumluluktaki UV absorbe ediciler, buharlaşma ve yıkanma ile etki kaybını önledikleri için çok önemlidirler (Ávár ve Bechtold, 1999; Hayoz vd., 2003; Seubert vd., 2005; Olsson vb., 2012).

Akrilik reçine esaslı üst yüzey maddeleri içerisine farklı ilaveler yapılarak elde edilen kaplayıcılar arasında hidroksifenil-s-triazin (HPT) esaslı UV absorbe ediciler içeren, su ya da çözücü esaslı üst yüzey maddesi ile kaplanan odun yüzeyinin dış ortam şartlarına karşı yüksek dayanım başarımı bulunmaktadır (Chang ve Chou, 2000; Schaller vd., 2008; Saha 2011a). Fitalik anhidritli 2-hidroksi-4 (2,3-epoksipropoksi)-benzofenon işlevinde epoksi reaksiyonundan oluşturulan bir polimerik polyester tip UV absorbe edici olan (HEPBP-Pa), odun için çok etkili bir foto koruyucu madde olmaktadır (Evans ve Chowdhury, 2010). Suda dağılan yüksek çapraz bağlı poliüretan içerisine UV absorbe edici ilave edilmesi ile hazırlanan karışımın uygulandığı odun yüzeyi, 4800 saat yapay dış ortam testinde yüksek dayanım başarımı göstermiştir (Decker vd., 2004). Ayrıca, odun yüzeyine uygulanan UV absorbe edici içeren üst yüzey kaplamasının, UV absorpsiyon etkisi kaplamanın kalınlığına göre değişmektedir. Bu nedenle dış ortam koşullarına maruz kalan üst yüzey kaplamasının kalınlığındaki kayıp nedeni ile UV absorpsiyon etkisi azalmaktadır (Decker vd., 2004; Fenando ve Croll, 2006).

Dış ortam koşullarında organik ve inorganik UV absorbe ediciler arasındaki etkinlik farklılığı üzerine çok sayıda çalışma yapılmıştır. Auclair ve ark. (2011), çinko oksit (ZnO) ve bakır oksit (CuO) esaslı inorganik UV absorbe ediciler ile hidroksifenil-s-triazin (HPT) esaslı UV absorbe ediciyi karşılaştırmıştır. ZnO nanopartikül esaslı inorganik UV absorbe

edisinin UV absorpsiyon etkisi CuO nanopartikül esaslı olana göre daha iyi olup; organik UV absorbe edici (HPT) ile arasında bir sinerji bulunmuştur (Auclair vd., 2011). Ayrıca nanopartiküllerin boyutu, konsantrasyonu ve oluşumu (sudaki dağılımı) inorganik UV absorbe edicilerin etkinliğini bir hayli etkilemektedir. Özellikle nanopartiküllerin boyutu en yüksek etkinliğe ulaşmak için bir hayli önemli bulunmuştur (Allen vd., 2002; Blanchard ve Blanchet, 2011).

Maltig ve ark. (2005), iki farklı tip (benzotriazol ve fenilakrilat türevleri) UV absorbe edici içeren yüzey koruyucu kaplamaların fotostabilizasyon etkisinin yüksek olduğunu bulmuştur (Maltig vd., 2005). Yapılan bir başka çalışmaya göre; titanyum dioksit (TiO₂) inorganik UV absorbe edici ile hidroksifenil-s-triazol esaslı organik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış odun yüzeylerinin UV absorbe edebilme kabiliyetlerine bağlı olarak fotostabilizasyonları birbirlerine bir hayli yakındır. Ancak 2-(2-hidroksifenil)-benzotriazol organik UV absorbe ediciye kıyasla, hidroksifenil-s-triazol esaslı organik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış odun yüzeyinin UV absorpsiyonu çok daha iyi bulunmuştur (Forsthuber ve Gröll, 2010; Forsthuber vd., 2012).

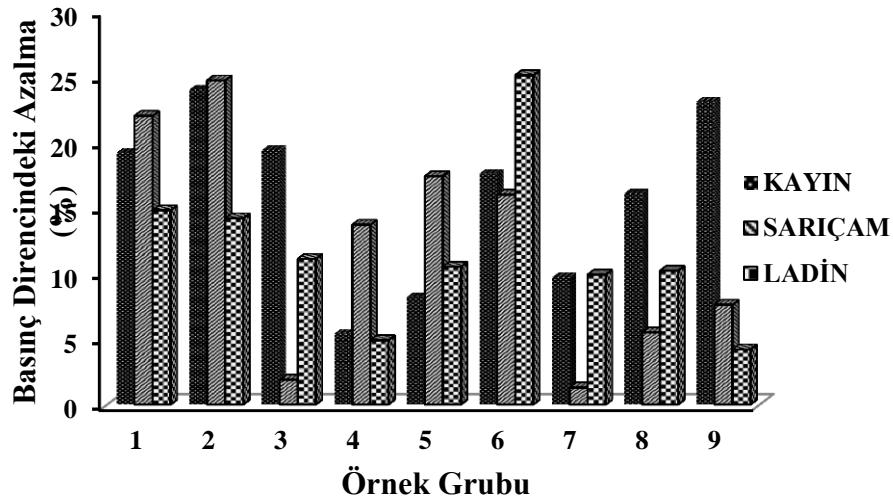
Aloi ve ark. (2007)'de yapmış oldukları çalışmanın UV-VIS-NIR spektra sonuçlarında, sade üst yüzey uygulamasına kıyasla organik ve inorganik UV absorbe edicilerin UV dalga boyu aralığında çok daha güçlü absorbans sağladığı belirlenmiştir. Özellikle inorganik UV absorbe edicinin, yüzeydeki penetrasyonu bir hayli arttırdığı görülmüştür (Aloi vd., 2007).

Scholz ve ark. (2010) yapmış oldukları çalışmada, UV absorbansının lignin içeriği ile önemli derecede ilişkilidir. Odunun hücre tabakalarında veya yüzeyine uygulanan üst yüzey kaplamasında yüksek lignifikasyonun bulunması UV absorbans değerinin artmasını sağlamaktadır. Odundaki yüksek guayasil ve sringil ligninin olması nedeni ile 278 nm de absorbans yüksektir. Ayrıca, odundaki birleşik çifte bağ gibi kromoforik grupların varlığı ve tanen, flavonoidler gibi fenolik bileşiklerin miktarı da 320 nm deki absorbans miktarını etkilemektedir (Scholz vd., 2010).

4.6. Liflere Paralel Basınç Direnci

15 ay süre ile Uzungöl yaylasında dış ortam koşulları testine maruz kalan doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini odun örneklerinde oluşan liflere paralel basınç direncindeki azalma yüzdesi Şekil 73'de gösterilmiştir. Kontrol örneklerinden, doğu ladini odununda en

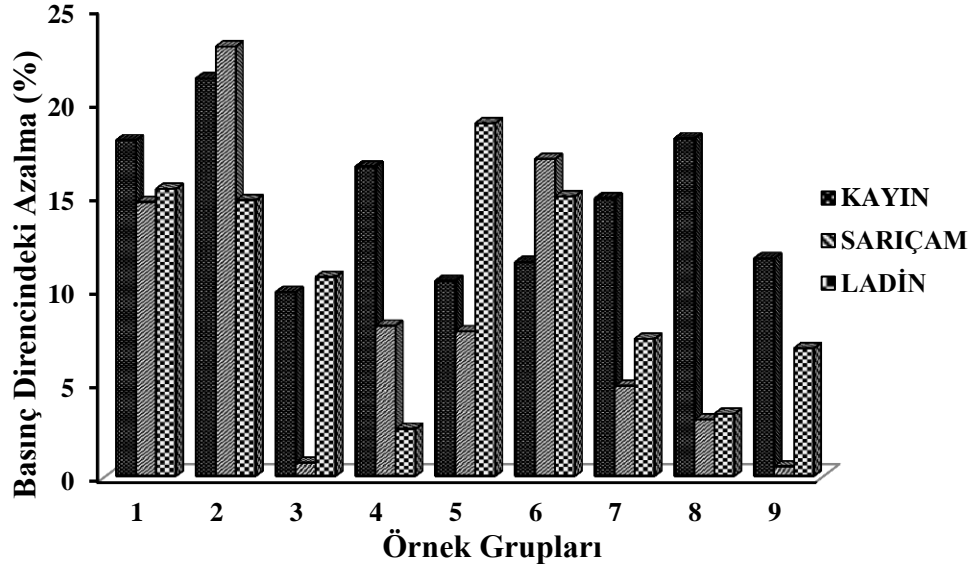
az direnç kaybı görülmektedir. Sarıçam odununda, sadece ısı işlem görmüş (% 1.9) ve MCQ ile emprenye sonrasında yüzeyine inorganik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış (% 1.3) örneklerde en düşük direnç kaybı belirlenmiştir. MCQ ile emprenye edilmiş, Isıl işlem görmüş (% 24) ve koruma işlemi uygulanmadan yüzeyine organik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış (% 23.1) doğu kayını odunlarında liflere paralel basınç direncindeki azalma bir hayli yüksek olup, kontrol örnekleri ile hemen hemen aynı miktardadır. Doğru kayınında basınç direncindeki azalmayı en iyi önleyen koruma işlemi, MCQ ile emprenye sonrasında odun yüzeyine UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulamasıdır. Ladin odununda, ısı işlem sonrasında yüzeye organik UV absorbe edici uygulanması (% 25.1) direnç kaybını en az önleyen koruma işlemi olup, bu test grubunda liflere paralel basınç direncindeki azalma kontrol grubundan bile yüksek olmuştur. Doğru ladini odunu için direnç kaybını önleyen en iyi koruma işleminin, ısı işlem veya MCQ ile emprenye sonrasında yüzeye inorganik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulaması olduğu bulunmuştur.



Şekil 73. Uzungöl yaylasında dış ortam koşullarına maruz kalan odun örneklerinin liflere paralel basınç direncindeki azalma yüzdeleri

Şekil 74'de görüldüğü üzere, 15 ay Sürmene sahil kesiminde dış ortam koşullarına maruz kalan MCQ ile emprenye edilmiş doğu kayını ve sarıçam örneklerinin liflere paralel basınç direncindeki azalma oranı kontrol grubununkinden yüksek iken; doğu ladini örneklerinde ise kontrol grubuyla aynı oranda olduğu bulunmuştur. Ancak, MCQ ile

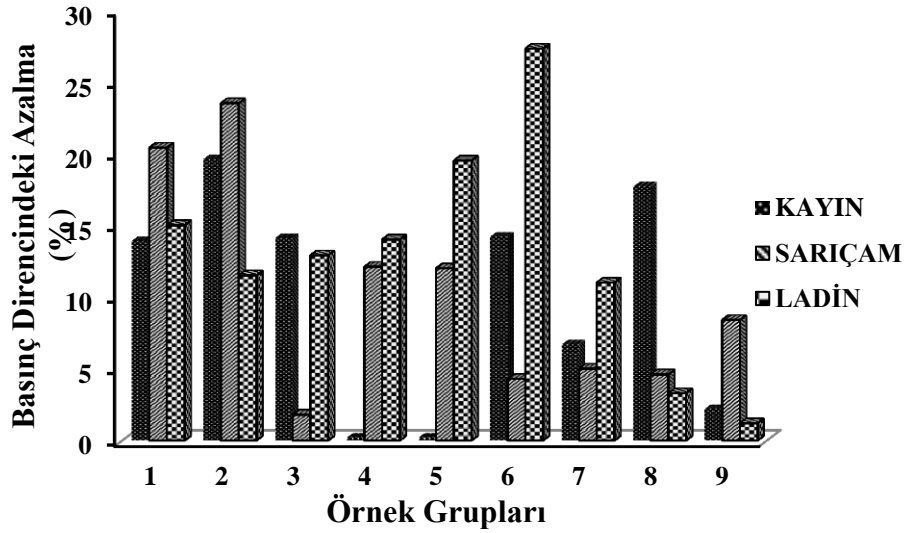
emprenye sonrasında yüzeyine inorganik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış doğu ladini örneklerinin direnç kaybı kontrol grubundan yüksektir. Isıl işlem görmüş ve koruma işlemi olmaksızın yüzeyine inorganik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış sarıçam örneklerinde basınç direncindeki azalmanın en düşük olduğu belirlenmiştir. Doğru kayını odunu örneklerinde sadece MCQ ile uygulanan koruma işlemi hariç, diğer koruma işlemleriyle direnç kaybı oranında iyileşme olmuştur. MCQ ile emprenye sonrasında yüzeyine organik UV absorbe edici içeren akrilik reçine ve koruma işlemi olmadan yüzeyine UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış doğu ladini örneklerinin direnç kaybı oranı bir hayli düşük bulunmuştur.



Şekil 74. Sürmene sahil kesiminde dış ortam koşullarına maruz kalan odun örneklerinin liflere paralel basınç direncindeki azalma yüzdeleri

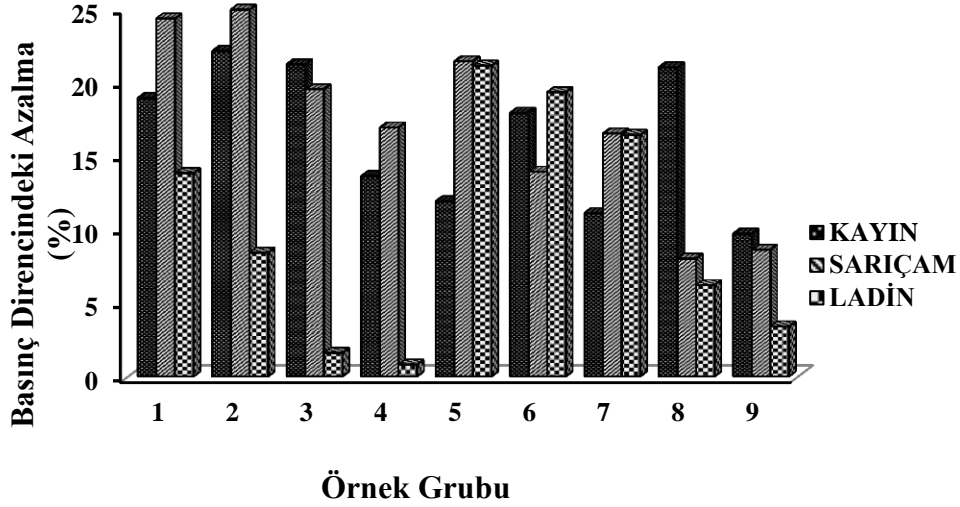
Hıdırnebi yaylasında 15 ay süre ile dış ortam koşulları testine maruz kalan doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini odunlarının liflere paralel basınç direncindeki azalma yüzdeleri Şekil 75'te görülmektedir. Kontrol grubunda en düşük direnç kaybı doğu kayını (% 13.9), en yüksek direnç kaybı ise sarıçam örneklerinde (% 20.4) oluşmuştur. MCQ ile emprenye sonrasında yüzeylerine organik ya da inorganik UV absorbe edici uygulanmış doğu kayını örneklerinde (% 0.2) direnç kaybı yok sayılabilecek kadar düşüktür. Sarıçam odununda ise, ısıl işlem yöntemi direnç kaybını karşı en yüksek korumayı sağlamıştır. MCQ ile emprenye edilen (% 23.5) sarıçam örneklerinin ise, liflere paralel direnç kaybı

kontrol grubundan (%20.4) bile yüksektir. Isıl işlem sonrası yüzeyine organik UV absorbe edici uygulanan doğu ladini örneklerinin direnç kaybı kontrol grubundan bile bir hayli yüksektir. Ancak koruma işlemi olmaksızın yüzeyine sadece organik (% 1.2) ve inorganik (% 3.3) UV absorbe uygulanan doğu ladini örneklerinde ise direnç kaybına karşı bir hayli iyi bir koruma sağlanmıştır.



Şekil 75. Hıdırnebi yaylasında dış ortam koşullarına maruz kalan odun örneklerinin liflere paralel basınç direncindeki azalma yüzdeleri

Laboratuvar ortamında 360 saat yapay dış ortam testine maruz bırakılan doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini örneklerinin liflere paralel basınç direncindeki azalma yüzdeleri Şekil 76'da verilmiştir. MCQ ile emprenye edilen doğu kayını (% 22.1) ve sarıçam (% 24.9) örneklerinin direnç kaybı kontrol gruplarından yüksek bulunmuştur. MCQ ile emprenye sonrasında yüzeyine inorganik UV absorbe edici içeren akrilik reçine (% 21.1) ve ısıl işlem sonrasında yüzeyine her iki tip UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış (%19.3) doğu ladini örneklerinin liflere paralel basınç direncindeki azalma yüzdesi kontrol grubundan bile yüksektir. Üst yüzey olmaksızın ısıl işlem uygulanmış (% 1.6) ve MCQ ile emprenye edildikten sonra yüzeyine organik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış (% 0.8) doğu ladini örneklerinde ise en düşük direnç kaybı belirlenmiştir. Sarıçam odununda ise, koruma işlemi olmaksızın yüzeyine sadece UV absorbe edici içeren akrilik reçine (% 8 organik; % 8.6 inorganik) uygulanması direnç kaybına karşı en iyi korumayı sağlamaktadır.



Şekil 76. Yapay dış ortam koşullarına maruz kalan odun örneklerinin liflere paralel basınç direncindeki azalma yüzdeleri

Doğal ve yapay dış ortam testi sonrasında kontrol gruplarında liflere paralel basınç direnci değerlerinde bir hayli belirgin azalma olmuştur. Doğal koşullarda üç pilot bölgede uygulanan test sonrasında doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini kontrol gruplarının liflere paralel basınç direncinde yaklaşık olarak aynı oranda azalma belirlenmiştir. Yapay dış ortam testi sonrasında doğu kayını ve ladini kontrol örneklerinin liflere paralel basınç direnci kaybı doğal dış ortam testine maruz kalan kontrol örnekleri ile yaklaşık olarak aynıdır. Ancak doğal dış ortam testine kıyasla, yapay dış ortam testine maruz kalmış sarıçam kontrol örneklerinin liflere paralel basınç direncinde bir hayli yüksek oranda kayıp bulunmuştur. Doğru kayını ve ladini odunlarına kıyasla, sarıçam odunu anatomik yapısı nedeniyle ortam bağı nemine bağlı olarak daha fazla çalışmakta ve çatlamaktadır (Sivrikaya, 2008). Yapay dış ortam testinde ise, doğal ortamdaki yağmur etkisi su püskürtme yöntemi ile benzetilmektedir. Püskürtme yöntemi ile odun yüzeyine doğrudan su püskürtme yapılmakta ve su ile odun yüzeyi arasında hiçbir yavaşlatıcı etmen olmamaktadır. Bu nedenle, doğal ortama kıyasla, yapay dış ortam testinde doğu kayını ve ladinine göre içerisine daha fazla su alma kabiliyetine sahip sarıçam odunu yüzeyinde bir hayli fazla çatlama olmuştur.

Genel olarak doğal ve yapay dış ortam testine maruz kalan odun türlerinde liflere paralel basınç direncindeki azalmaya karşı en iyi koruma sağlayan yöntem ısıl işlemdir. Isıl işlem uygulaması sonucu amorf selülozun bozunması ve/veya kristalleşmesi sebebiyle

yüksek derecede düzenli kristalimsi selüloz miktarı artmaktadır. Kristalimsi selüloz anizotropik yapı sergilediği için katı ve rijit yapısı boyuna yönde basınç direncinin artmasını sağlamaktadır. Lignin polimer ağının çapraz bağlanmasındaki artış da boyuna yöndeki basınç direncinin artmasını sağlamaktadır (Yıldız, 2002; Kocaefe vd., 2008). Basınç direnci artan sert yapıya sahip ısıtılmış odun, dış ortam koşullarına maruz kaldığında yüzeyi çatlamaya karşı daha dirençli olmaktadır. Dış ortam koşullarına maruz kalan ısıtılmış odun yüzeyinde çatlak oluşumunun azalmasına bağlı olarak liflere paralel basınç direncindeki azalma oranı da düşmektedir (Yıldız vd., 2010; Korkut vd., 2012; Korkut vd., 2013; Yıldız vd., 2013).

MCQ ile emprenye işleminin, dış ortam testi sonrasında odunun liflere paralel basınç direncindeki azalma oranına koruyucu bir etkisi olmamıştır. Barnes ve ark. (2008) yapmış oldukları çalışmada, MCQ ile emprenye işleminin odun örneklerinin direnç ve sertlik değerlerinde bir etkisi olmadığını ortaya koymuşlardır. Emprenye maddelerinin odunda bir miktar direnç kaybına neden olması, emprenye maddelerinin kimyasal yapısı ve odunla olan fiksasyon reaksiyonları ile ilgili olmaktadır (Temiz vd, 2004; Yıldız vd., 2012). Literatürdeki çalışma sonuçlarına bağlı olarak, MCQ ile emprenye işleminin, dış ortam testi nedeniyle oluşan direnç kaybına koruyucu bir etkisi olmadığı değerlendirilmiştir. Ancak; MCQ ile emprenye sonrasında odun yüzeyine UV absorbe edici (özellikle organik) içeren akrilik reçine uygulanması liflere paralel basınç direnci kaybına karşı koruma sağladığı belirlenmiştir. Doğal ve yapay dış ortam testi sonrasında liflere paralel basınç direncindeki kaybı azaltmak için; doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini odunlarına bir koruma yapılmaksızın yüzeylerine inorganik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmasının bir hayli etkili olduğu görülmüştür. Odun yüzeyine UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulamasının, dış ortam testi sonrasında oluşan çatlak oluşumunu önleyerek liflere paralel basınç direnci kaybını azalttığı düşünülmüştür (Feist ve Hon, 1984; Feist, 1990; Feist, 1992; Feist ve Williams, 1999; Williams, 2005).

4.7. Dış Ortam Test Sonuçlarının Ölçülebilir Değişkenler Çerçevesinde Değerlendirilmesi

Doğal ve yapay dış ortam testine maruz kalan doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini örneklerine uygulanan koruyucu yöntemlerin farklı dayanım dereceleri belirlenmiştir. Koruyucu yöntemlerinin ağaç türüne göre dayanım derecelerinin genel değerlendirmesi;

ölçülebilir değişkenler olan yüzey renk değişimi, yüzey pürüzlülüğü ve liflere paralel basınç direnci değerindeki değişim olarak Tablo 59, 60 ve 61’de verilmiştir.

Deneme varyasyonlarının kodlanması aşağıdaki verilmiştir:

- 1: Kontrol (Hiçbir koruyucu işlem uygulanmamış),
- 2: MCQ ile emprenye işlemi,
- 3: Isıl işlem,
- 4: MCQ ile emprenye işlemi + Akrilik – UV1 (organik UV absorbe edici),
- 5: MCQ ile emprenye işlemi + Akrilik – UV2 (inorganik UV absorbe edici),
- 6: Isıl işlem + Akrilik – UV1 (organik UV absorbe edici),
- 7: Isıl işlem + Akrilik – UV2 (inorganik UV absorbe edici),
- 8: Akrilik – UV1 (organik UV absorbe edici),
- 9: Akrilik – UV2 (inorganik UV absorbe edici).

Tablo 59. Dış ortam testi sonrasında doğu kayını kontrol ve test örneklerinin ölçülebilir değişkenler ile genel değerlendirmesi

Deneme Varyasyonu	Yüzey Renk Değişimi	Yüzey Pürüzlülük Değişimi	Liflere Paralel Basınç Direnci Değerindeki Azalma
1	+++	+++++	+++
2	++	+++	++++
3	+++	+++++	+++
4	++	+	++
5	+	+	++
6	+++	++	+++
7	++	++	++
8	+++	+++	+++
9	++	+++	++

*Değerlendirme: ++++: Çok yüksek, +++: Yüksek, ++: Orta derece, +: Zayıf

Tablo 60. Dış ortam testi sonrasında sarıçam kontrol ve test örneklerinin ölçülebilir değişkenler ile genel değerlendirmesi

Deneme Varyasyonu	Yüzey Renk Değişimi	Yüzey Pürüzlülük Değişimi	Liflere Paralel Basınç Direnci Değerindeki Azalma
1	++++	++++	+++
2	++++	+++	++++
3	+++	++++	+
4	++	+	+++
5	++	+	++
6	+++	++	+++
7	++	++	+
8	+++	++	++
9	++	+++	++

Değerlendirme: +++++: Çok yüksek, +++: Yüksek, ++: Orta derece, +: Zayıf

Tablo 61. Dış ortam testi sonrasında doğu ladini kontrol ve test örneklerinin ölçülebilir değişkenler ile genel değerlendirmesi

Deneme Varyasyonu	Yüzey Renk Değişimi	Yüzey Pürüzlülük Değişimi	Liflere Paralel Basınç Direnci Değerindeki Azalma
1	++++	++++	+++
2	++++	+++	+++
3	+++	+++	++
4	+++	+++	++
5	++	++	++
6	++	++	+++
7	++	+++	++
8	+++	++	++
9	++	++++	+

Değerlendirme: +++++: Çok yüksek, +++: Yüksek, ++: Orta derece, +: Zayıf

4.8. Doğal ve Yapay Dış Ortam Testi Sonrasında Odun Örneklerinin Görsel Değerlendirilmesi

Doğal ve yapay dış ortam testine maruz kalan doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini örneklerinin görsel olarak değerlendirmesi çok farklıdır. Doğal dış ortam testine maruz kalan örneklere kıyasla, yapay dış ortam testi sırasında hava kirliliği, kar, fırtına vb. gibi

sıradışı koşullar olmadığından örnek yüzeyleri görsel değerlendirmede bir hayli iyi puan almıştır (Tablo 50).

Doğal dış ortam testi için seçilen üç pilot bölgenin de yükseltisi, iklimi şartları, hava kirliliği vb. gibi etmenlerin farklı olması nedeniyle, örneklerin görsel değerlendirme puanlarının da bir hayli farklı olduğu Tablo 50’de görülmektedir.

Şekil 77-80’de görüldüğü üzere, diğer pilot bölgelere ve yapay dış ortam testine kıyasla Uzungöl yaylasında dış ortam koşullarına maruz kalan örneklerin yüzeyinde daha fazla kararma ve erozyon oluşmuştur. Sürmene sahil kesimi ve Uzungöl yaylasında daha fazla olmak kaydıyla üst yüzey uygulanmamış doğu kayını örneklerinin yüzeyinde arı gibi biyolojik zararlıların oluşturduğu zarar tespit edilmiştir.

Doğal dış ortam testi uygulanan üç pilot bölgede de doğu kayını odununa kıyasla, doğu ladini ve sarıçam kontrol örneklerinin yüzeylerinde daha fazla çatlama olduğu belirlenmiştir. Yoğunluğu fazla olan kayın odununun doğal dayanımı bir hayli düşük olmasına rağmen; bu çalışmada dış ortam koşullarında diğer türlere kıyasla daha dayanıklı bulunmuştur (Yıldız, 2005a). Doğal dış ortam testinde üst yüzey uygulanmamış odun örnekleri arasında doğu kayını ve sarıçam örneklerinde MCQ ile emprenye işlemi, doğu ladin örneklerinde ise ısı işlem uygulaması çatlama karşı az da olsa koruma sağlamıştır. Çünkü doğu ladini odununun geçit aspirasyonu nedeniyle MCQ ile emprenyesinde düşük tutunma elde edilmiştir (Yıldız, 2007; Yıldız ve Yıldız, 2008; Xue vd., 2012) (Tablo 11).

Odunun makaslama direncinin artması ile dış ortam koşullarında oluşan yüzey çatlaklarına karşı direnci artmaktadır. Isıl işlem uygulaması sonucunda lignin polimer ağı içerisindeki artan çapraz bağlanma, özellikle lignin orta lamelin ana bileşeni olması ve bunun da makaslama üzerinde büyük etkiye sahip olması nedeniyle makaslama direnci üzerinde pozitif etkiye sahiptir. Makro yapı düzeyinde ısı işlem makaslama direncini etkilemekte ve buna bağlı olarak çatlama karşı olumlu etki yapmaktadır. Doğu ladin odunu daha fazla asetil içeriği nedeniyle ısı işlemin sebep olduğu direnç kaybından diğer türlere göre daha az etkilenmektedir. Bu nedenle, dış ortam koşullarında doğu kayını ve sarıçam odununa kıyasla, renk değişimi ve yüzeyde oluşan çatlaklara karşı daha iyi koruma sağlamaktadır (Yıldız, 2002; Karlsson vd., 2011; Korkut vd., 2012; Yıldız vd., 2013; Volmer vd., 2013).

15 ay süre ile üç farklı pilot bölgede doğal dış ortam testinde, UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulamasının odun örneklerinin yüzeyinde koruma sağladığı görülmektedir. Hava kirliliği gibi etmenler nedeniyle yüzeyde oluşan renk koyuluğu, uygulanan üst yüzey

maddesinin hafif nemli bir bezle silinmesi biraz temizlenebilmektedir (Xie vd., 2008; Nejad ve Cooper, 2008; Nejad, 2011; Özgenç ve Yıldız, 2012).

Üç pilot bölgede de, MCQ ile emprenye sonrasında organik ve inorganik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulamalarının her ikisi de yüzeyde bir hayli iyi koruma sağlamıştır. Isıl işlem sonrasında ise odun yüzeyine inorganik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulaması iyi koruma sağlamıştır. Oduna bir işlem uygulanmadan yüzeyine uygulanan akrilik reçine uygulamasında ise, organik UV absorbe ediciye kıyasla inorganik UV absorbe edici içerenin daha iyi koruduğu görülmüştür.

Üç farklı pilot bölgede 15 ay süre ile doğal dış ortam testine maruz bırakılan doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini örneklerinde akrilik reçine esaslı üst yüzey uygulamasının iyi koruma sağladığı görülmüştür. Özellikle MCQ ile emprenye edildikten sonra yüzeyine organik ya da inorganik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulaması ve ısıl işlem sonrasında yüzeyine inorganik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulaması en iyi koruma oluşturan yöntemlerdir. 15 ay doğal dış ortam testi sonrasında emprenye olmaksızın ve ısıl işlem sonrasında yüzeyine organik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış odun örneklerinin köşelerinde üst yüzey maddesinin kabarması ve lekeler gibi bazı deformasyonlar oluşmuştur. Literatürde çok sayıda çalışmada; yüzeyine organik ya da inorganik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış odun örneklerinin dış ortam koşullarına karşı yüksek dayanımının olduğu bulunmuştur. Su itici etkisi olan şeffaf akrilik reçineden odun yüzeyine uygulanan üst yüzey işleminin, dış ortam koşullarındaki fotodegradasyona karşı etkili koruması olmamaktadır. Fakat organik ya da inorganik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanan odun yüzeylerinin dış ortam koşullarında yüksek dayanım başarımı bir çok çalışmada belirlenmiştir (Kiguchi vd., 2001; Hayoz vd., 2003; Mahltig vd., 2005; Custódio ve Eusébio, 2006; Aloui vd., 2007; Evans vd., 2008; Schaller vd., 2008; Deka ve Petrič, 2008; Saha vd., 2011a ve 2011b; Özgenç vd., 2012; Saha vd., 2013; Forsthuber vd., 2013).

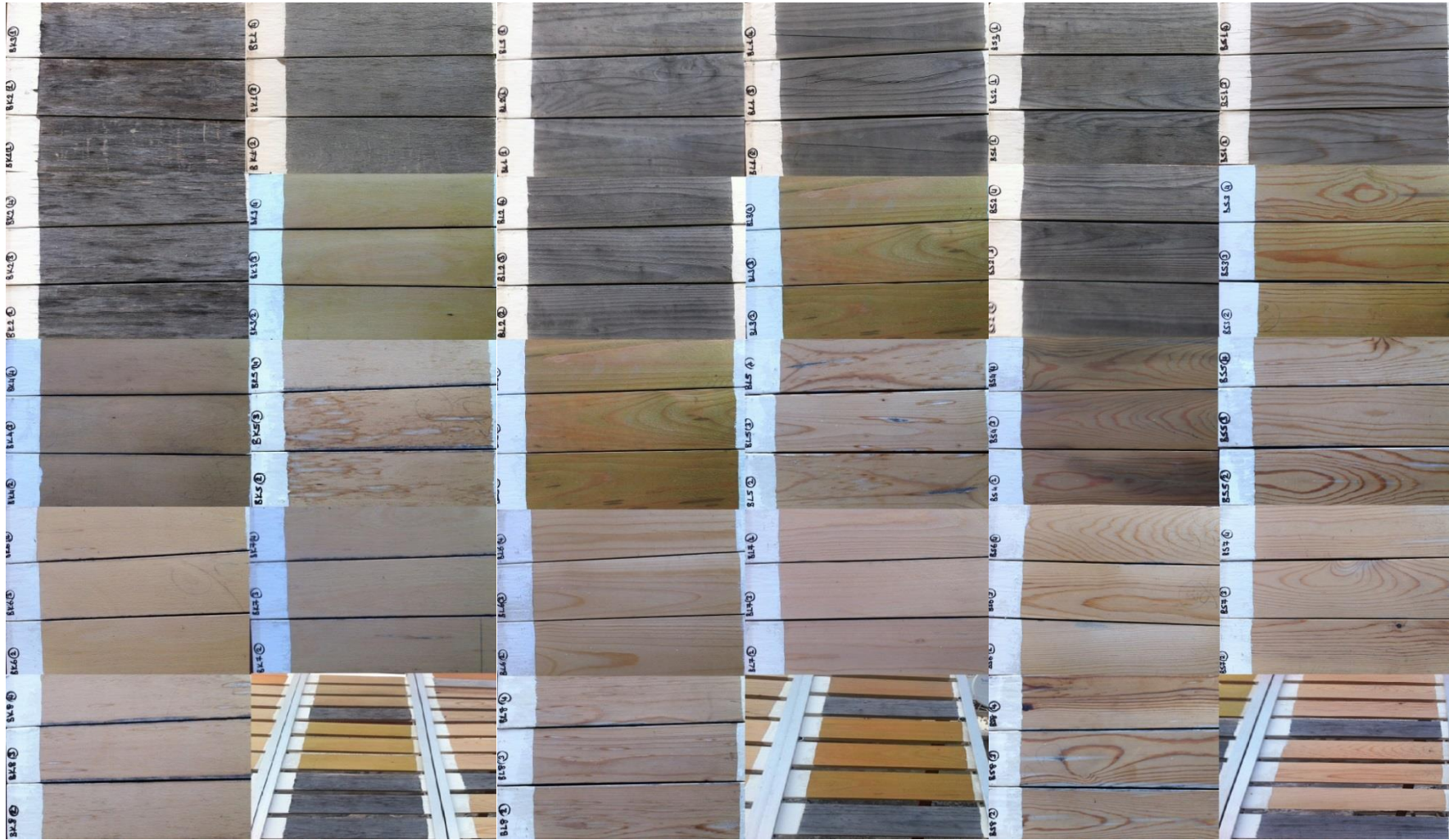


(1) Kayın

(2) Ladin

(3) Sarıçam

Şekil 77. Uzungöl yaylasında dış ortam testi öncesi ve sonrasında doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini kontrol ve test odun örneklerinin görünümü

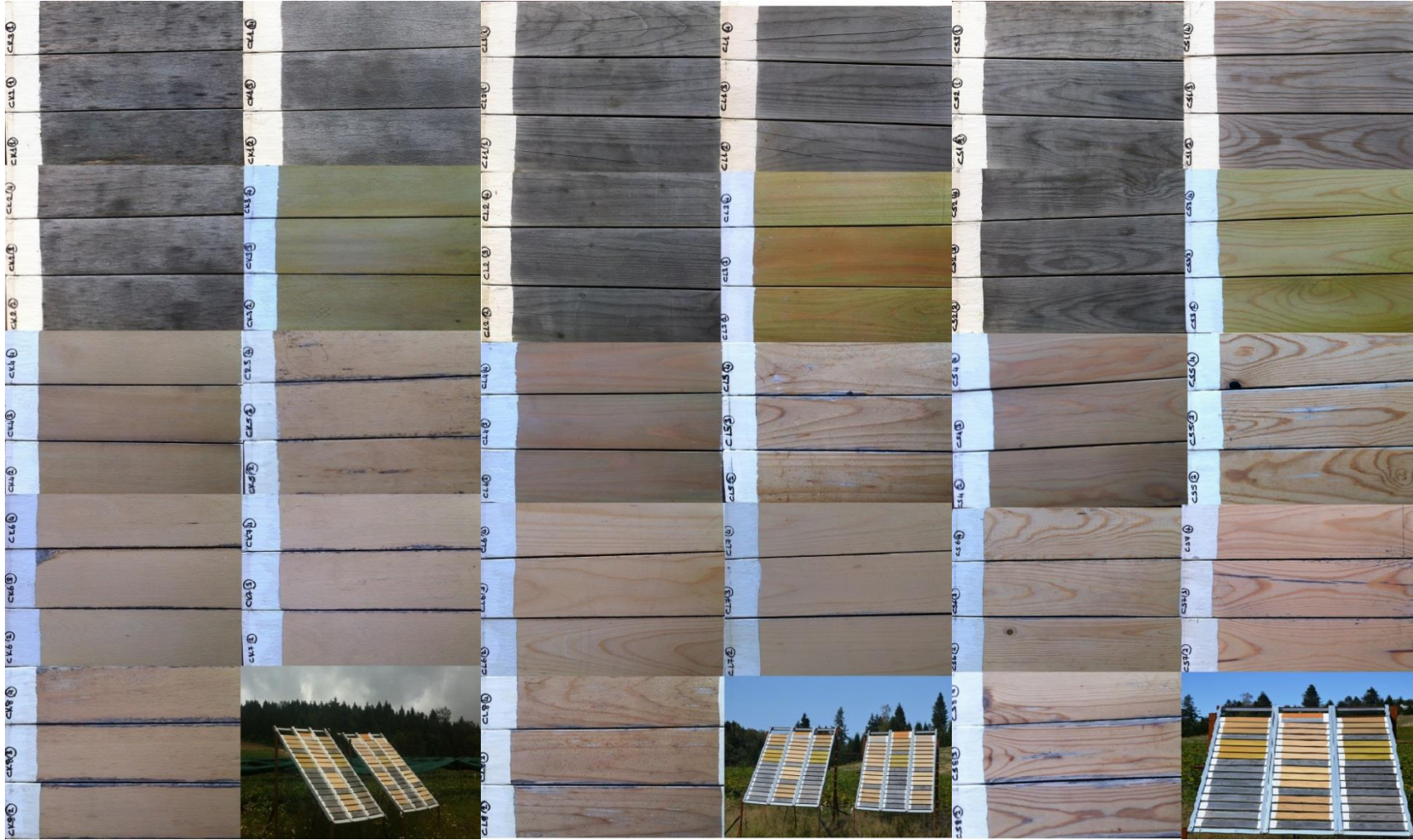


(1) Kayın

(2) Ladin

(3) Sarıçam

Şekil 78. Sürmene sahil kesiminde dış ortam testi öncesi ve sonrasında doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini kontrol ve test odun örneklerinin görünümü



(1) Kayın

(2) Ladin

(3) Sarıçam

Şekil 79. Hıdırnebi yaylasında dış ortam testi öncesi ve sonrasında doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini kontrol ve test odun örneklerinin görünümü

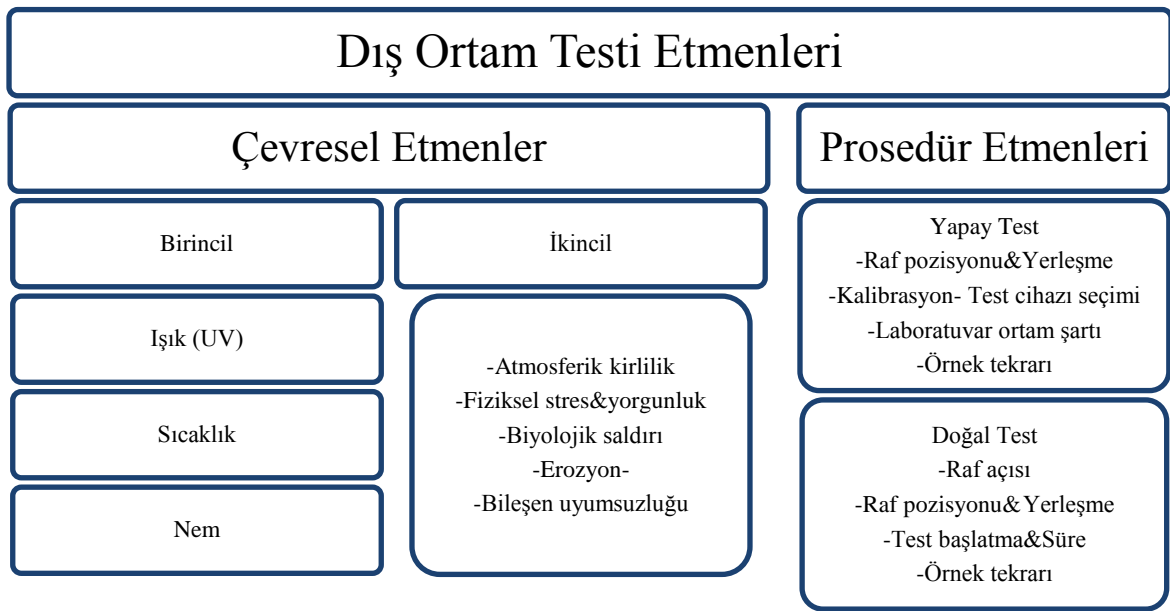


(1) Önce

(2) Sonra

Şekil 80. Yapay dış ortam testi öncesi ve sonrasında doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini kontrol ve test odun örneklerinin görünümü

Sürmene bölgesinin iklim koşulları laboratuvar ortamında benzetilerek yapay olarak uygulandığında; odun örneklerinde doğal ortama kıyasla çok az erozyon oluşmuştur (Şekil 78 ve 80). Tablo 50’de görüldüğü üzere, görsel değerlendirme puanı en yüksek olan test sonuçları laboratuvar ortamında uygulanan yapay dış ortam testinden alınmıştır. Çünkü yapay dış ortam testinde UV ışını, yağmur ve nem etmenleri benzetilerek oluşturulurken hava kirliliği, rüzgâr, kar vb. gibi etmenler bulunmamaktadır (Fesit ve hon, 1984; Feist, 1990; Jacques, 2000; Williams, 2005; Teacă vd., 2013). Doğal ve yapay dış ortam testlerini etkileyen etmenler Şekil 81’de şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 81. Dış ortam testinde karşılaşılan çeşitlilik kaynakları ve etmenleri

Yapay dış ortam testi sonrasında odun örneklerinden en yüksek görsel değerlendirme puanını yüzeyine UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış örnekleri almıştır. Özellikle MCQ ile emprenye ve ısıl işlem sonrasında yüzeyine UV absorbe edici akrilik reçine uygulanan odun örnekleri en yüksek görsel değerlendirme puanını almıştır. Sarıçam kontrol örneklerinde çatlama gibi erozyon etkileri oluşurken; en iyi görünen kontrol örneği doğu kayını odunudur. Kontrol örneklerine kıyasla, üst yüzey içermeyen koruma yöntemleri arasında doğu kayını ve sarıçamda MCQ ile emprenye işlemi; doğu ladininde ise ısıl işlem uygulanmış örneklerden iyi görsel sonuçlar alınmıştır (Deka ve Petrič, 2008; Saha vd., 2011; Özgenç vd., 2012; Saha vd., 2013).

5. SONUÇLAR

“Doğu Karadeniz Bölgesi Yayla Evlerinde Kullanılan Ahşap Malzemenin Dış Hava Koşullarına Karşı Dayanımının Arttırılması” isimli tez çalışmasında, Uzungöl yaylası, Sürmene sahil kesimi ve Hıdırnebi yaylasında doğal dış ortam testi gerçekleştirilmiştir. Sürmene sahil kesimi iklim koşulları, laboratuvar şartlarında yapay dış ortam test cihazında benzetilmeye çalışılmıştır. Mikronize bakır sistemi ile emprenye, ısıl işlem ve UV absorbe edici içeren akrilik reçine ile üst yüzey işlemi ve bu yöntemlerin etkileşimleri kullanılarak korunan doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini odunlarının doğal ve yapay dış ortam testindeki dayanım başarımları belirlenmiştir. Doğal ve yapay dış ortam testine maruz kalan koruma yönteminin uygulanmadığı ve 8 farklı koruma yönteminin uygulandığı doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini örneklerine ait başarımlar aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

- Renk Değişimi
 1. Koruma işlemi uygulanmamış doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini örneklerinin dış ortam testi nedeniyle oluşan renk değişimi değerleri belirlenmiştir. Doğal ve yapay dış ortam testine maruz kalan koruma uygulanmamış kontrol örneklerinde en düşük renk değişimi doğu kayını odununda olmuştur. Sarıçam ve doğu ladini kontrol örneklerinin renk değişim değerleri yakın olup, sarıçamın renk değişimi biraz daha düşük bulunmuştur.
 2. Doğal ve yapay dış ortam testi sonrasında en düşük renk değişikliği (ΔE); MCQ ile emprenye sonrasında yüzeyine UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış doğu kayını ve sarıçam odunu ile ısıl işlem sonrasında yüzeyine UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış doğu ladini odunu örneklerinde belirlenmiştir.
 3. Doğal dış ortam testi sonrasında pilot bölgelere göre kontrol ve test örneklerinde; fiziksel, kimyasal analiz ve mekanik testlerine göre belirgin bozunma farklılıkları belirlenmiştir. Odun örneklerinin yüzeyinde oluşan en fazla bozunma Uzungöl yaylasındaki örneklerde belirlenirken; en az bozunma Hıdırnebi yaylasındaki örneklerde tespit edilmiştir. 15 ay süre ile Uzungöl yaylasında ve Sürmene sahil kesiminde dış ortam koşullarına bırakılan test ve kontrol örneklerinin yüzeyinde yüksek oranda hava kirliliğinden kaynaklı renk değişimi oluşmuştur. Hıdırnebi

yaylasında ise hava kirliliği minimum düzeyde olup nem oranı bir hayli düşük olduğundan odun örneklerinin bozunması diğer bölgelere göre daha düşük bulunmuştur.

- Yüzey Pürüzlülük Değişimi

1. Dış ortam testine maruz kalan doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini kontrol örneklerinin yüzey pürüzlülüğündeki artış miktarı pilot bölgelere ve laboratuvar şartlarına bağlı olarak değişmektedir.
2. Özgül ağırlığı yüksek olan doğu kayını odununun dış ortam koşullarında çatlamaya ve pürüzlülük artışına karşı daha dayanıklı olduğu görülmüştür. Ancak, doğal dış ortam testinin uygulandığı pilot bölgelerdeki iklim şartları, çevre kirliliği, biyolojik zararlılar vb. etmenlerin farklılık göstermesi nedeniyle odun türlerindeki yüzey pürüzlülük artışı da bölgelere göre değişmektedir. Çevresel etmenlerin olmadığı sadece UV ışını, yağmur ve nem ortamının oluşturulduğu yapay dış ortam testine maruz kalan kontrol odunu örneklerinde en düşük yüzey pürüzlülük artışı doğu kayını odununda oluşmuştur. Özgül ağırlık ile ters orantılı olarak değişen yüzey pürüzlülük artışı en yüksek ise sarıçam kontrol örneklerinde belirlenmiştir.

- Liflere Paralel Basınç Direnci Değerindeki Azalma

1. Dış ortam testi sonrasında odun yüzeyindeki kimyasal değişim, çatlak oluşumu, lif kalkıklığı gibi nedenlerden kaynaklı olarak koruma işlemi uygulanmamış kontrol örneklerinin liflere paralel basınç direncindeki değişim bölgenin iklim ve çevre şartlarına göre değişiklik göstermiştir. Laboratuvar ortamında gerçekleştirilen yapay dış ortam testinde sonrasında liflere paralel basınç direncindeki azalma sarıçam odununda en yüksek, doğu ladini odununda en düşük bulunmuştur.
2. Doğal dış ortam testi pilot bölgelerinden Uzungöl yaylası ve Sürmene sahil kesimindeki iklim şartları, çok yüksek rakımlı Hıdırnebi yaylasına göre daha yağmurlu ve nem içeriklidir. Yapılan dış ortam testleri sonrasında Uzungöl yaylası ve Sürmene sahil kesiminde sarıçam kontrol örneklerine kıyasla, doğu kayını ve doğu ladini odunu yüzeylerindeki çatlak oluşumunun ve liflere paralel basınç direncindeki azalmanın bir hayli düşük olduğu belirlenmiştir. Yüksek rakımlı ve daha kurak iklim şartlarına sahip Hıdırnebi yaylasında ise, doğu ladini odunu örneklerinde çatlak oluşumunun artmasına bağlı olarak liflere paralel

basınç direncindeki azalma da en yüksek bulunmuştur. Bu bulgunun nedeninin; doğu kayını odununun yüksek yoğunlukta olmasından ve doğu ladini odununda geçit aspirasyonu olması nedeniyle bu türün yağmur ve nemden daha az etkilenmesinden kaynaklanabileceği değerlendirilmiştir. Hıdırnebi yaylasında kurak iklim şartları nedeniyle sarıçam odununa kıyasla, özgül ağırlığı daha düşük olan doğu ladini odununda çatlak oluşumu ve liflere paralel basınç direncindeki azalma daha yüksek bulunmuştur.

3. İklim şartları nedeni ile nem oranı yüksek olan Uzungöl yaylası ve Sürmene sahil kesiminde dış ortam koşullarına maruz bırakılan kontrol örneklerinde doğu kayını odununun liflere paralel basınç direncindeki azalma en yüksek; doğu ladini odunununki ise en düşük bulunmuştur. Nem oranı daha düşük olan Hıdırnebi bölgesinde ise doğu kayını odununun liflere paralel basınç direnci en düşük; sarıçam odununun ise en yüksek olarak belirlenmiştir.
 4. Doğal dış ortam testi sonrasında emprenyeli örneklerle kıyasla, emprenyesiz yüzeyine UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış test örneklerinin yüzey renk değişimi, pürüzlülük artışı ve kimyasal bozunması bir hayli yüksek iken; liflere paralel basınç direnci kaybı bir hayli düşük bulunmuştur.
 5. Organik ve inorganik UV absorbe edici maddelerin akrilik reçine içerisinde dış ortam koşullarındaki dayanım başarımlarında belirgin farklılıklar olduğu anlaşılmıştır. Emprenyeli ya da emprenyesiz odun yüzeyine mikronize TiO₂ esaslı inorganik UV absorbe ediciye kıyasla, 2-hidroksifenil-s-triazin esaslı organik UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış test örneklerinin renk değişimi, pürüzlülük artışı ve kimyasal bozunması daha yüksek bulunmuştur. Örnek yüzeyine uygulanan organik UV absorbe edici içeren akrilik reçine kaplamasında doğal dış ortam koşulları etkisiyle köşelerden kopmalar olurken, inorganik UV absorbe edici içeren akrilik reçine kaplamasının çok daha sağlam olduğu görülmüştür. Yüzey koruma etkisi daha az olan organik UV absorbe edici içeren akrilik reçine ile kaplanan odun örneklerinin liflere paralel basınç direncindeki azalma da daha yüksek bulunmuştur.
- Kimyasal Değişim
 1. Dış ortam testi öncesinde ve sonrasında, UV-VIS-NIR spektrofotometre analizleri ile kimyasal yapısı incelenen odun türlerindeki lignin oranı farklılığına

bağlı olarak; 280-320 nm dalga boyu aralığında en yüksek UV absorbe edebilme yeteneği doğu kayını ve doğu ladini odunlarında tespit edilmiştir.

2. UV-VIS-NIR spektrofotometre analizine göre 220-420 nm dalga boyu aralığında en yüksek UV absorpsiyonu, MCQ ile emprenye sonrasında yüzeyine organik UV absorbe edici, ısıtıl işlem sonrasında yüzeyine organik UV absorbe edici ve ısıtıl işlem sonrasında yüzeyine inorganik UV absorbe edici uygulanmış odun örneklerinde bulunmuştur. 220-320 nm dalga boylarında ise, emprenyeli ve emprenyesiz yüzeyine UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmış odun örneklerinin UV absorpsiyonunun birbirine yakın olup, bir hayli yüksek olduğu görülmüştür.
3. FTIR spektroskopisi analizlerinde, odun türü farklılığından kaynaklı olarak 1720-1740 cm^{-1} 'daki karbonil ve karboksil piklerinin genişliği, doğu ladini ve sarıçam kontrol örneklerinde doğu kayını kontrol örneklerinkinden daha fazla bulunmuştur. Fakat dış ortam testi sonrasında, bu absorpsiyon pikinin bozunmasının ve yıkanarak ortadan kaybolmasının üç türde de aynı olduğu sonucuna varılmıştır.
4. Doğal ve yapay dış ortam testi sonrasında en düşük renk değişimi, emprenye işleminin ardından yüzeyine UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanan test örneklerinden elde edilmiştir. Bu test örneklerinin, FTIR spektroskopisi ve UV-VIS-NIR spektrofotometre analizleri yardımı ile kimyasal bozunmaya karşı bir hayli iyi korunduğu bulunmuştur. Dış ortam koşullarına karşı odun yüzeyini, emprenye işleminin ardından yüzeyine UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanan koruma yöntemi; pürüzlülük artışı, çatlama ve mekanik direnç kaybına karşı bir hayli iyi korumuştur. Renk değişimi, pürüzlülük artışı, kimyasal değişim ve liflere paralel basınç direncinde azalmaya karşı en iyi koruma yöntemleri; doğu kayını ve sarıçam test örnekleri için MCQ ile emprenye sonrasında, doğu ladini test örnekleri için ise ısıtıl işlem sonrasında yüzeye UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulamasının olduğu belirlenmiştir.
5. Sürmene sahil kesiminin iklim koşulları, laboratuvar koşullarında benzetilerek kontrol ve test odun örnekleri yapay dış ortam testine tabi tutulduğunda; korelasyon analizi ile renk değişiminde % 40.6, pürüzlülük artışında % 44.9 ve liflere paralel basınç direncindeki azalma oranında % 64.5 benzerlik belirlenmiştir. FTIR spektroskopisi ve UV-VIS-NIR spektrofotometre ile yapılan

kimyasal analizlerde ise Sürmene sahil kesimi ve yapay dış ortam testi koşullarına maruz bırakılan örneklerde belirgin farklılıklar görülmüştür. Bunun nedeninin, doğal dış ortam koşullarında UV ışını, yağmur ve nem gibi etmenlerin yanı sıra hava kirliliği, biyolojik zararlılar ve kar vb. gibi etmenlerin de bulunmasından kaynaklandığı düşünülmüştür.

- Genel Değerlendirme
1. Doğal ve yapay dış ortam testi sonrasında sadece emprenye uygulanmış test örneklerinde; doğu kayını ve sarıçam odunlarında MCQ ile emprenyenin, doğu ladini odununda ise ısıtma işleminin odun yüzeyini bir miktar korumuş olduğu sonucuna varılmıştır.
 2. Doğu kayını ve sarıçam odun türüne kıyasla, doğu ladini odununda geçit aspirasyonundan kaynaklı olarak MCQ ile emprenye sonrasında çok düşük tutunma elde edilmiştir. Bu nedenle MCQ ile emprenyeli doğu ladin odunlarının dış ortam koşullarına karşı dayanım başarımları (pürüzlülük artışı, çatlama, lif kalkıklığı, mekanik direnç kaybı vs.), doğu kayını ve sarıçam odun türünden bir hayli düşük bulunmuştur.
 3. Dış ortam koşullarına karşı koruma sağlamak için uygulanan ısıtma işlem yönteminde, en yüksek dayanım başarımları (pürüzlülük artışı, çatlama, lif kalkıklığı, mekanik direnç kaybı vb.), doğu ladini odunundan elde edilmiştir.

6. ÖNERİLER

“Doğu Karadeniz Bölgesi Yayla Evlerinde Kullanılan Ahşap Malzemenin Dış Hava Koşullarına Karşı Dayanımının Arttırılması” isimli bu tez çalışmasında; doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini odun türlerine uygulanan farklı koruma yöntemlerinin doğal ve yapay dış ortam testine karşı dayanımları gereken testlerle belirlenmiştir.

Doğu Karadeniz Bölgesi’ndeki yaylalarda geleneksel ev mimarisinde yapı malzemesi olarak genellikle ahşap ve taş kullanılmakta olup, bölge özgün yayla evi mimari tarzına sahiptir. Rize ve yöresinde yaygın olan bu tür yapılaşma Trabzon ve Giresun yöresinde ise daha çok ahşap kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ahşap kolay bulunan ve kolay işlenebilen bir yapı malzemesi olduğu için öncelikle tercih edilmiştir. Ormanlarda çok zengin flora bulunması nedeniyle yapı malzemesi olarak çam, ladin, kayın gibi ahşabın dayanıksız türlerinin kullanımı yaygındır. Kıyı kesiminde kestane, iç kesimlerde ise çam odunu yakın çevrede elde edilebilmesi nedeniyle en çok tercih edilen yapı malzemesidir. Bunların haricinde ceviz, meşe, karaağaç gibi daha az bulunan sert ağaç türlerine yer verilmiştir.

Son yıllarda ahşap malzemenin dış ortam koşullarındaki dayanımının düşük olması nedeni ile yayla gibi yerleşim yerlerinde yapı tipi olarak genellikle betonarme tercih edilmekte ve bu yapılar yeni gündeme gelen mera kanununa uygun olmayan bir nitelik arz etmektedir. Günümüzde sıcak görünüşü, yenilenebilir olması, tadilat işlemlerinin kolay olması, kısa zamanda monte edilmesi ve betonarmeye göre çok daha hafif olması nedeniyle ahşap yapıların köy ve yaylalarda konaklama ve barınma mekânı olarak kullanılması konusunda çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Doğu Karadeniz Bölgesi’nde ahşap yapılarla ilgili en önemli eksiklik ise, iklime uygun olarak ahşap malzemeye uygulanması gereken koruma işlemi ve herhangi bir üretim sisteminin olmamasıdır.

Bu tez çalışmasında, Doğu Karadeniz Bölgesi’nde yaygın olarak kullanılan doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini odun türlerinde elde edilen ahşap malzemenin dış ortam koşullarındaki dayanım başarımını arttırmak için çevre dostu çeşitli koruma yöntemleri araştırılmıştır. Yaylalarda yapılan evlerdeki ahşap malzemenin dış ortam koşullarındaki dayanımını arttırmak için çevre dostu koruma yöntemlerinin yaygınlaştırılmasının ülkemizde özendirilmesi ve bu konuda yasal düzenleme yapılması gerekmektedir. Doğu Karadeniz Bölge’sinde yetişen ve bina içi ve dışı uygulamalarda yaygın olarak kullanılan

diğer ağaç türlerinin, yeni koruma ve üst yüzey yöntemleri ile olan etkileşimleri, dayanım başarımları araştırılmalıdır. Günümüzde yaygın olarak araştırılan farklı UV absorbe edici ve engelleyici amin ışık stabilizörü (HALS) gibi maddeleri içeren reçine esaslı üst yüzey işlemlerinin Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki dayanım başarımları incelenmelidir.

Uzungöl yaylası, Sürmene sahil kesimi ve Hıdırnebi yaylası olmak üzere farklı yükseltilerdeki üç pilot bölgede yapılan çalışmada bir hayli farklı dayanım başarımları elde edilmiştir. Hıdırnebi yaylasında kontrol ve test örneklerinin dayanım başarımları bir hayli yüksek bulunurken, Uzungöl yaylasında nem ve hava kirliliği nedeniyle çok düşük bulunmuştur. Bu sonuca bağlı olarak, dış ortam koşullarına karşı ahşap malzemeye uygulanan koruma ve üst yüzey yöntemleri belirlenirken bölge ikliminin yanı sıra hava kirliliği tespitinin de yapılması tavsiye edilmektedir.

Yüksek nem içerikli dış ortam koşullarında dayanım başarımını arttırmak için emprenye yöntemi olarak; doğu ladini türünde ısıtma işlemi, doğu kayını ve sarıçam türlerinde ise MCQ ile emprenye yöntemi önerilmektedir. Ayrıca emprenye işleminin ardından ahşap malzemenin yüzeyine UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanmalıdır. Hıdırnebi yaylası gibi nem oranı düşük yörelerde emprenye işlemi uygulanmadan ahşap malzemenin yüzeyine UV absorbe edici içeren akrilik reçine uygulanması yeterli olabilmektedir.

Ahşap malzemeye uygulanan üst yüzey kaplama kalınlığının artırılmasının, dış ortam koşullarındaki hava kirliliği ve yüksek nem oranına karşı koruma etkisi araştırılmalıdır. Emprenye işlemi yapılmaksızın UV absorbe edici ve/veya HALS içerikli reçine esaslı üst yüzey uygulanan ahşap malzemenin, Doğu Karadeniz Bölgesi'nde farklı yükseltilerdeki dayanım başarımlarının araştırılması önerilmektedir.

Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yaygın olarak ahşap yapılarda kullanılan ağaç türlerinin, yörede turizm bakımından gelişmiş yaylalar için laboratuvar koşullarındaki benzetim şartları belirlenmelidir. Böylece bazı ağaç türlerinin belirlenen turistik yaylalardaki dayanım başarımları, yapay test cihazı kullanılmak suretiyle kısa sürede belirlenecektir.

Çalışmada, toprak üstü dayanım başarımı belirlenen koruma ve üst yüzey yöntemlerinin çürüklüğe karşı dayanımı araştırılmalıdır. Doğu Karadeniz Bölgesi'nde ahşap ev yapımında kullanılan doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini türlerinin, yükseltiye göre değişen iklim koşullarındaki çürüklük riski belirlenmelidir. Ayrıca bölgede turistik yaylalardaki çürüklük riskini ortaya koyan bir harita çıkartılmalıdır.

Trabzon Valiliği İl Özel İdaresi 2010-2014 yılları arası stratejik planında “köy ve yayla evleri” projesi adı altında ahşap evlerin yaygınlaştırılması hedefi yer almaktadır. Yaylalara beton satışının Trabzon Valiliği tarafından durdurulması bu konudaki adımların atılmasının somut göstergesidir. Gelecekte yaylalarda imar ve ruhsat izinlerinin yalnızca ahşap evlere verileceği bildirilmektedir. Trabzon Valiliği tarafından hazırlanan ahşap ev projelerine, ahşap yapıların dış ortam koşullarına karşı korunması konusunda da yapılan tez çalışmasının önemli katkısı olacağı düşünülmektedir.

7. KAYNAKLAR

- Ávár, L. ve Bechtold, K., 1999. Studies on the Interaction of Photoreactive Light Stabilizers and UV-Absorbers, Progress in Organic Coatings, 35, 11-17.
- Anderson, E., L., Pawlak, Z., Owen., N., L. ve Feist, W., C., 1991. Infrared Studies of Wook Weathering Part I: Softwoods, Society for Applied Spectroscopy, 45,4, 648-652.
- Anderson, E., L., Pawlak, Z., Owen., N., L.ve Feist, W., C., 1991. Infrared Studies of Wook Weathering Part II: Hardwoods, Society for Applied Spectroscopy, 45,4, 641-647.
- Adamopoulos, S., Xie, Y. ve Militz, H., 2011. Distribution of Blue Stain in Untreated and DMDHEU treated Scots Pine Sapwood Panels After Six Years of Outdoor Weathering, European Journal Wood Products, 69, 333-336.
- Allen, N., S., Edge, M., Ortega, Liauw, N.,S., Stratton, J. ve McIntrye, R.B., 2002. Behavior of Nanoparticle (ultrafine) Titanium Dioxide Pigments and Stabilisers on the Photooxidative Stability of Water Based Acrylic and Isocyanate Based Acrylic Coatings, Polymer Degradation and Stability, 78, 467-478.
- Aloui, F., Ahajji, A., Irmouli, Y., George, B., Charrier ve Merlin, A., 2007. Inorganic UV Absorbers for the Photostabilisation of Wood-Clearcoating Systems: Comparison with Organic UV Absorbers, Applied Surface Science, 253, 3737-3745.
- Arnold, M., Feist, W.,C. Ve Williams, R., S., 1992. Effect of Weathering of New Wood on the Subsequent Performance of Semitransparent Stains, Forest Products Journal, 42, 3, 10-14.
- ASTM D 662-93, 1993a. Standard method for evaluating degree of erosion of exterior paints, American Society for Testing and Materials, , Philadelphia, USA.
- ASTM G 53-96, 1996. Standard Practice for Operating Light-and Water-Exposure Apparatus (Fluorescent UV-Condensation Type) for Exposure of Nonmetallic Materials, American Society for Testing and Materials, , Philadelphia, USA.
- AWPA C1, 2001. All Timber Products-Preservative Treatment by Pressure Processes, American Wood Protection Association Standard, USA.
- Atasoy, M., Reis, S. ve Sancar, C., 2009. Sürdürülebilir Turizm Gelişmesi ve Yayla Turizmi: Ayder Yaylası, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara.

- Ateş, S., Kırcı, H. ve Tutus, A., 2008. Influence of Cooking Variables of Crimean Pine Kraft Pulp on the Resulting Paper Sheets, Wood Research, 53, 1, 81-90.
- Atılğan, A., Göktaş, O. ve Peker, H., 2011. Pinar Bitki Ekstraktından Elde Edilen Doğal Ahşap Boyanın Ahşap Malzemeye Üstyüzey Olarak Uygulanması, Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, 12, 2, 139-147.
- Auclair, N., Riedl, B., Blanchard, V. ve Blanchet, P., 2011. Improvement of Photoprotection of Wood Coatings by Using Inorganic Nanoparticles as Ultraviolet Absorbers, Forest Products Journal, 61, 1, 20-27.
- Ayadi, N., Lejeune, F., Charrier, F., Charrier, B. ve Merlin, A., 2003. Color Stability of Heat-Treated Wood During Artificial Weathering, Holz als Roh- und Werkstoff, 61, 221-226.
- Aycan, Ö. M., Atambay, M. ve Daldal, Ü. N., 2007. Ev Tozu Akarlarının Görülme Durumunun Sosyal Değişkenler Açısından İncelenmesi, Türkiye Parazitoloji Dergisi, 31 (3): 219-224.
- Aydın, I. ve Colakoğlu, G. 2003. Yüzey Pürüzlülüğü ve Ölçüm Yöntemleri, Kafkas Üniversitesi, Artvin Orman Fakültesi Dergisi, 4, 1-2, 92-102.
- Aydın, I. ve Colakoğlu, G., 2005. Effects of Surface Inactivation, high Temperature Drying and Preservative Treatment on Surface Roughness and Colour of Alder and Beech Wood, Applied Surface Science, 252, 430-440.
- Barnes, H., M., Lindsey, G., B., Hill, J., Pompeo, M. ve Hodge, R., 2008. Bending Properties of Sourhern Pine Treated with Micronized Preservative Systems, 39. IRG Annual Meeting, May, Istanbul, Turkey, IRG/WP 08-40414.
- Blanchard, V. ve Blanchet, P., 2011. Color Stability for Wood Products During Use: Effects of Inorganic Nanoparticles, BioResources, 6, 2, 1219-1229.
- Biblis, E., 2000. Effect of Weathering on Surface Quality and Structural Properties of Six Species of Untreated Commercial Plywood Siding After 6 Years of Exposure in Alabama, Forest Products Journal, 50,5, 47-50.
- Brenci, L.-M., Cismaru, I. ve Boieriu, C., 2008. The Roughness of Wood Surfaces Interpreted Through Two Measuring Methods, ProLigno, 4, 3, 67-74.
- Bulcke, J., V., D. ve Acker, J., V., 2008. Experimental and Theoretical Behavior of Exterior Wood Coatings Subjected to Artificial Weathering, Journal of Technology Resources, 5, 2, 221-231.
- Burdurlu, E. ve Özgenç, O., 2009a. Effect of Different Layer Structures on Some Resistance Characteristics of High-Pressure Laminates, Forest Products Journal, 59, 4, 69-75.

- Burdurlu, E. ve Özgenç, O., 2009b. Effect of Different Layer Structures on Some Resistance Characteristics of High-Pressure Laminates, 63. Forest Products Society International Convention, Boise, Idaho, 59, 4, 69-75.
- Caba, K., D., L., Guerrero, P., Rio, D., M. ve Monfragon, I., 2007. Weathering Behavior of Wood-Faced Construction Materials, Construction and Building Materials, 21, 1288-1294.
- Castro, K., Pirinci, E., Proietti, N., Manso, M., Capitani, D., Vicini, S., Madariaga, J., M. ve Carvalho, M., L., D., 2011. Assessment of the Weathering Effects on Cellulose Based Materials Through A Multianalytical Approach, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B, 269, 1401-1410.
- Chou, P.-L., Chang, H.-T., Yeh, T.-F. ve Chang, S.-T., 2008. Characterization the Conservation Effect of Clear Coatings on Photodegradation of Wood, Bioresources Technology, 99, 1073-1079.
- Chang, S.-T. ve Chou, P.-L., 2000. Photodiscoloration Inhibition of Wood Coated with UV-Curable Acrylic Clear Coatings and Its Elucation, Polymer Degradation and Stabilization, 69, 355-360.
- Cahang, S.-T. ve Chang, H.-T., 2001. Comparison of the Photostability of Esterified Wood, Polymer Degradation and Stability, 71, 261-266.
- Chédeville-Ganne, C., Volkmer, T., Letsch, B. ve Lehmann, M., 2012. Measures for the Maintenance of Untreated Wood Facades, Architectural Case Studies, 43, 3, 504-508.
- Colom, X., Carrillo, F., Nogués, F. ve Garriga, P., 2003. Structural Analysis of Photodegraded Wood by Means of FTIR Spectroscopy, Polymer Degradation and Stability, 80, 543-549.
- Cooper, A., P. ve Ung, Y., T., 2009. Component Leaching from CCA, ACQ and Micronized Copper Quat (MCQ) System as Affected By Leaching Protocol, 40. IRG Annual Meeting, May, Beijing, China, IRG/WP 09-50261.
- Creemers, J., Meijer, M., D. ve Sell, J., 2002. Influence of Climatic Factors on the Weathering of Coated Wood, Holz als Roh- und Werkstoff, 60, 411-420.
- Cristea, M., V., Rield, B. ve Blanchett, P., 2010. Enhancing the Performance of Exterior Waterborne Coatings for Wood by Inorganic Nanosized UV Absorbers, Progress in Organic Coatings, 69, 432-441.
- Croll, S., G. ve Skaja, A., D., 2002. Spectroscopic Adsorption and Effective Dosage in Accelerated Weathering of a Polyester-Urethane Coating, Journal of Materials Science, 37, 4889-4900.

- Custódio, J., E., P. ve Eusébio, M., I., 2006. Waterborne Acrylic Varnishes Durability on Wood Surfaces for Exterior Exposure, Progress in Organic Coatings, 56, 59-67.
- Dawson, B., S., W., Singh, A., P., Kroese, H., W., Schwitzer, M., A., Gallagher, S. ve Riddiough, S., J., Wu, S., 2008. Enhancing Exterior Performance of Clear Coating Through Photostabilization of Wooden Surfaces. Part 1: Treatment and Characterization, Journal Coating Technology Resources, 5,2, 193-206.
- Dawson, B., S., W., Singh, A., P., Kroese, H., W., Schwitzer, M., A., Gallagher, S., Riddiough, S., J. ve Wu, S., 2008. Enhancing Exterior Performance of Clear Coating Through Photostabilization of Wooden Surfaces. Part 2: Coating and Weathering Performance, Journal Coating Resources, 5, 2, 207-219.
- Decker, C., Masson, F. ve Schwalm, R., 2004. Weathering Resistance of Water-Based UV-Cured Polyurethane-Acrylate Coatings, Polymer Degradation and Stability, 83, 309-320.
- Deka, M. ve Petrič, M., 2008. Photo-Degradation of Water Borne Acrylic Coated Modified and Non-Modified Wood During Artificial Light Exposure, BioResources, 3, 2, 346-362.
- Deka, M., Humar, M., Rep, G., Kričej, B., Šentjerc, M. ve Petrič, M., 2008. Effects of UV Light Irradiation on Colour Stability of Thermally Modified, Copper Ethanolamine Treated and Non-Modified Wood: EPR and DRIFT Spectroscopic Studies, Wood Science Technology, 42, 5-20.
- Demirkır, C., Çolakoğlu, G., Çolak, S. ve Aydın, İ., 2010. Ahşap İskeletli Yapıların Deprem Performansı, III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, Artvin Çoruh Üniversitesi.
- DIN 4768, 1990. Determination of values surface roughness parameters R_a , R_b , R_{max} using electrical contact (stylus) institute für Norming, DIN Standard.
- Donath, S., Militz, H. ve Mai, C., 2007. Weathering of Silane Treated Wood, Holz Roh Werkst, 65, 35-42.
- Dubey, M., K., Pang, S. ve Walker, J., 2010. Color and Dimensional Stability of Oil Heat-Treated Radiata Pinewood after Accelerated UV Weathering, Forest Products Journal, 60,5, 453-459.
- Dündar, T., 2005. Sarıçamda Değişik Silvikültürel Müdahalelerin Odunun Teknolojik Özellikleri Üzerine Etkisi, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Evans, P., D., Abbott, D. ve Thein, S., 1987. A Technigue for the Rapid Assesment of Wood Surface Degradation During Weathering, 18.IRG Annual Meeting, May, Ontario, Canada, IRG/WP-2281.
- Evans, P., D., Thay, P., D. ve Schmalzl, K., J., 1997. Natural Weathering of Wood in a Sunny Climate Effects on Surface Chemistry and Paint Adhesion, 28.IRG Annual Meeting, May, Whistler, Canada.
- Evans, P., D., Wallis, A.,F., A. ve Owen, N., L., 2000. Weathering of Chemically Modified Wood Surfaces, Wood Science and Technology, 34, 151-165.
- Evans, P., D., Owen, N., L., Schmid, S. ve Webster, R.,D., 2002. Weathering and Photostability of Benzoylated Wood, Polymer Degradation and Stability, 76, 291-303.
- Evans, P.,D., Urban, K. ve Chowdhury, M., J., A., 2008. Surface Checking of Wood is Inncreased by Photodegradation Caused by Ultraviolet and Visible Light, Wood Science Technology, 42, 251-265.
- Evans, P., D., 2009. Review of the Weathering and Photostability of Modified Wood, Wood Material Science and Engineering, 1-2, 2-13.
- Evans, D., P. ve Chowdhury, M., J., A., 2010. Photoprotection of Wood Using Polyester-Type UV-Absorbers Derived from the Reaction of 2-hydroxy-4(2,3-epoxypropoxy)-benzophenone with Dicarboxylic Acid Anhydrides, Journal of Wood Chemistry and Techonolgy, 30, 186-204.
- Evans, P.,D., Limaye, A., Averdunk, H., Turner, M., Senden, T. ve Knackstedt, J., 2012. Use of X-Ray Micro-Computed Tomography to Visualize Copper in Preservative Treated Wood, 43.IRG Annual Meeting, May, Kuala Lumpur, Malaysia.
- Feist W., C. ve Hon D., N.-S., 1984. In: Rowell R. M., ed. The chemistry of solid wood, Chapter 11: Chemistry of weathering and protection. Advances in chemistry series 207, Washington, DC: American Chemical- Society.
- Feist, W., C., 1984. Painting and Finishing Wood for Use Outdoor, In: New Ideas Materials Procedures, Proceedings of Seventh Annual Educational Conference, February, Baltimore, MD. Washington, DC, American Society of Home Inspectors, A1-A27.
- Feist, W., C., 1988. In: Rowell R. M., James B.R. Archaeological wood: properties, chemistry, and preservation, Chapter 11: Outdoor wood weathering and protection, Washington, DC: Proceedings of 196th meeting of the American Chemical Society.
- Feist, W., C., 1988. Role of Pigment Concentration in the Weathering of Semitransparent Stains, Forest Products Journal, 38, 2, 41-44.

- Feist, W., C., 1990. Weathering Performance of Painting Wood Pretreated with Water-Repellent Preservatives, Forest Products Journal, 40, 7-8, 21-26.
- Feist, W., C., 1992. Natural Weathering of Wood and Its Control by Water-Repellent Preservatives, American Painting Contractor, 69, 4, 18-25.
- Freeman, M., H. ve McIntyre, C., R., 2008. A Comprehensive Review of Copper-Based Wood Preservatives, Forest Products Journal, 58, 11, 6-27.
- Forsthuber, B. ve Gröll, G., 2010. The Effects of HALS in the Prevention of Photo-Degradation of Acrylic Clear Topcoats and Wooden Surfaces, Polymer Degradation and Stability, 95, 746-755.
- Forsthuber, B., Schaller, C. ve Gröll, G., 2012. Evaluation of the Photo Stabilising of Clear Coatings Comprising Organic UV Absorbers and Mineral UV Screeners on Wood Surfaces, Wood Science Technology, DOI 10.1007/s00226-012-0487-6.
- Forsthuber, B., Müller, U., Teischinger, A. ve Gröll, G., 2013. Chemical and Mechanical Changes During Photodegradation of an Acrylic Clear Wood Coat and Its Prevention Using UV Absorber and Micronized TiO₂, Polymer Degradation and Stability, 98, 1329-1338.
- Fufa, S., M., Jelle, B., P., Hovde, P., J. ve Rørvik, P., M., 2012. Coated Wooden Claddings and the Influence of Nanoparticles on the Weathering Performance, Progress in Organic Coatings, 75, 72-78.
- Gezer, E., D., 2003. Kullanım Süresi Tamamlanmış Emprenyeli Ağaç Malzemelerin Yeniden Değerlendirilmesi Olanaklarının Araştırılması, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- George, B., Suttie, E., Merlin, A., Deglise, X., 2005. Photodegradation and Photostabilisation of Wood-The State of the Art, Polymer Degradation and Stability, 88, 268-274.
- Goktas, O., Baysal, E., Özen, E., Mammadov, R. ve Duru, E., M., 2008a. Decay Resistance and Color Stability of Wood Treated With *Juglans regia* Extract, Wood Research, 53, 3, 27-36.
- Goktas, O., Duru, M., Yeniocak, M. ve Özen, E., 2008b. Determination of the Color Stability of an Environmentally Friendly Wood Stain Derived from Laurel (*Laurus nobilis* L.) Leaf Extracts under UV Exposure, Forest Products Journal, 58, 1-2.
- Goktas, O., Özen, E. ve Mammadov, R., 2009b. Determination of the Color Stability of An Environmentally-Friendly Wood Stain Derived From Oleander (*Nerium oleander* L.) Leave Extracts Under UV Exposure, Wood Research, 54, 2, 63-72.

- Ghosh, S., Holger, Militz, H. ve Carsten M., 2009. Natural Weathering of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Boards Modified with Functionalised Commercial Silicone Emulsion, BioResources, 4, 2, 659-673.
- Gralier, S., Castellan, A. ve Kamdem, D., P., 2000. Photoprotection of Copper-Amine-Treated Pine, Wood and Fiber Science, 32, 2, 196-202.
- Hansmann, C., Deka, M., Wimmer, R. ve Gindl, W., 2006. Artificial Weathering of Wood Surfaces Modified by Melamine Formaldehyde Resins, Holz als Roh- und Werkstoff, 64, 198-203.
- Hayoz, P., Peter, W. ve Rogez, D., 2003. A New Innovative Stabilization Method for the protection of Natural Wood, Progress in Organic Coatings, 48, 297-309.
- Hill, C., A., S., 2011. Wood Modification: An Update, BioResources, 6, 2, 918-919
- Hon, D., N., S. ve Feist, W., C., 1992. Hydroperoxidation in Photoirradiated Wood Surfaces, Wood and Fiber Science, 24, 4, 448-455.
- Hon, D., N., S., 2001. Weathering and Photochemistry of Wood, In: Wood and Cellulosic Chemistry, Bölüm: 11, 512-546.
- Hon, D., N., S., 2001. Color and Discoloration, In: Wood and Cellulosic Chemistry, Bölüm: 9, 512-546.
- Huang, X., Kocaefe, D., Kocaefe, Y., Boluk, Y. ve Krause, C., 2013. Structural Analysis of Heat-Treated Birch (*Betula papyrifera*) Surface During Artificial Weathering, Applied Surface Science, 264, 117-127.
- Humar, M., Pavlič, M., Žlindra, D., Tomažič, M. ve Petrič, M., 2011. Performance of Waterborne Acrylic Surface Coatings on Wood Impregnated with Cu-ethanolamine Preservatives, Bull. Material Science, 34, 1, 113-119.
- Imamura, Y., 1992, Morphological Changes in Acetylated Wood Exposed to Weathering, Wood Research, 79, 54-61.
- ISO 7724, 1984. Paints and Varnishes – Colorimetry, International Organization for Standardization.
- Jacques, L., F., E., 2000. Accelerated and Outdoor/Natural Exposure Testing of Coatings, Progress Polymer Science, 25, 1337-1362.
- Jebrana, M., Sébe, G., Cullis, I. ve Evans, P., D., 2009. Photostabilisation of Wood Using Aromatic Vinyl Esters, Polymer Degradation and Stability, 94, 2, 151-157.

- Jin, L., Archer, K. ve Preston, A., 1991. Surface Characteristics of Wood Treated with Various AAC, ACQ and CCA Formulations after Weathering, 22. IRG Annual Meeting, May, Kyoto, Japan, IRG/WP/2369.
- Karlsson, O., Sidorova, E. ve Moren, T., 2011. Influence of Heat Transferring Media on Durability of Thermally Modified Wood, BioResources, 6, 1, 356-372.
- Kataoka, Y., Kiguchi, M., Williams, R., S. ve Evans, P., D., 2007. Violet Light Causes Photodegradation of Wood Beyond the Zone Affected by Ultraviolet Radiation, Holzforschung, 61, 23-27.
- Kapaca, E., Cirule, D., Grinins, J., Bikovens, O. ve Andersons, B., 2011. Chemical changes of untreated and hydrothermally modified hardwood after artificial weathering, Proceedings of the 7th meeting of the Nordic-Baltic Network in Wood Material Science & Engineering (WSE), 37-42.
- Kılıç, A. ve Hafizoğlu, H., 2007. Dış ortam Koşullarının Ağaç Malzemenin Kimyasal Yapısında Meydana Getirdiği Değişimler ve Alınacak Önlemler, Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, A, 2, 175-183.
- Kataoka, Y. ve Kiguchi, M., 2001. Depth Profiling of Photo-Induced Degradation in Wood by FT-IR Microspectroscopy, Journal Wood Science, 47, 325-327.
- Kiguchi, M. ve Evans, P., D., 1998. Photostabilisation of Wood Surfaces using a Grafted Benzophenone UV Absorber, Polymer Degradation and Stability, 61, 33-45.
- Kiguchi, M., Evans, P., D., Ekstedt, J., Williams, R., S. ve Kataoka, Y., 2001. Improvement of the Durability of Clear Coatings by Grafting of UV-Absorbers on to Wood, Surface Coatings International Part B: Coatings Transactions, 84, B4, 263-270.
- Kocafe, D., Poncsak, S. ve Boluk, Y., 2008. Effect of Thermal Treatment on the Chemical Composition and Mechanical Properties of Birch and Aspen, BioResources, 3, 2, 517-537.
- Kofoed, M. ve Ruddick, J., N., R., 2010. A Comparison of the Corrosion of Alkaline Copper and Micronized Copper Treated Wood, 41. IRG Annual Meeting, May, Biarritz, France, IRG/WP 10-40515.
- Korkut, S. ve Kocafe, D., 2009. Isıl İşlemin Özellikleri Üzerine Etkisi, Düzce Üniversitesi, Ormancılık Dergisi, 5, 2, 11-34.
- Korkut, S., Korkut, D., S., Kocafe, D., Elustondo, D., Bajraktari, A. ve Çakıcıer, N., 2012. Effect of Thermal Modification on the Properties of Narrow-Leaved Ash and Chestnut, Industrial Crops and Products, 35, 287-294.
- Korkut, D., S., Hiziroglu, S. ve Aytin, A., 2013. Effect of Heat Treatment on Surface Characteristics of Wild Cherry Wood, BioResources, 8, 2, 1582-1590.

- Kurtoğlu, A., 2000. Ağaç Malzeme Yüzey İşlemleri, İstanbul Üniversitesi, ISBN 975-404-590-9 (I. Cilt).
- Krishino, M. ve Nakano, T., 2004. Artificial Weathering of Tropical Woods. Part 2: Color Change, Holzforschung, 58, 558-565.
- Lesar, B., Pavlič, M., Petrič, M., Škapin, A., S. ve Humar, M., 2011. Wax Treatment of Wood Slows Photodegradation, Polymer Degradation and Stability, 96, 1271-1278.
- Liu, R., Ruddick, J., N., R. ve Jin, L., 1994. The Influence of Copper (II) Chemicals on the Weathering of Treated Wood, Part I. ACQ Treatment of Wood on Weathering, 25. IRG Annual Meeting, May, Bali, Indonesia, IRG/WP 94-30040.
- Mahendran, A., R., Wuzella, G., Aust, N., Kandelbauer, A. ve Müller U., 2012. Photocrosslinkable Modified Vegetable Oil Based Resin for Wood Surface Coating Application, Progress in Organic Coatings, 74, 697-704.
- Mahlting, B., Böttcher, H., Rauch, K., Dieckman, U., Nitsche, R. ve Fritz, T., 2005. Optimized UV Protecting Coatings by Combination of Organic and Inorganic UV Absorbers, Thin Solid Film, 485, 108-114.
- McIntyre, C., R., Freeman, M., H., Shupe, T., F., Wu, Q. ve Kamdem, D., P., 2009. The Form of Copper: Does It Really Matter?, 40. IRG Annual Meeting, May, Beijing, China, IRG/WP 09-30513.
- McIntyre, C., R., 2010. Comparison of Micronized Copper Particle Sizes, 41. IRG Annual Meeting, May, Biarritz, France, IRG/WP 10-30538.
- Moore, A., K. ve Owen, N., L., 2001. Infrared Spectroscopy Studies of Solid Wood, Applied Spectroscopy Reviews, 36, 1, 65-86.
- Müller, U., Rätzsch, M., Schwanninger, M., Steiner, M. ve Zöbl, H., 2003. Yellowing and IR-Changes of Spruce Wood as a Result of UV-Irradiation, Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology, 69, 97-105.
- Nejad, M. ve Cooper, P., 2011. Exterior Wood Coatings. Part 2: Modeling Correlation between Coating Properties and their Weathering Performance, Journal Coating Resources, 8, 4, 459-467.
- Nejad, M., 2011. Coating Performance on Preservative Treated Wood, University of Toronto, Department of Forestry, Canada.
- Nuopponen, M., Wikberg, H., Vuorinen, T., Maunu, S., L., Jämsä, S. ve Viitaniemi, P., 2004. Heat-Treated Softwood Exposed to Weathering, Journal of Applied Polymer Science, 91, 2128-2138.

- Nzokou, P., Kamdem, D., P. ve Temiz, A., 2011. Effect of Accelerated Weathering on Discoloration and Roughness of Finished Ash Wood Surfaces in Comparison with Red Oak and Hard Maple, Progress in Organic Coatings, 71, 350-354.
- Nzokou, P., 2004. The Influence of Wood Extractives on Durability Properties of Hardwood and Softwood Species Exposed to Artificial Weathering, Doctorate Thesis, Michigan State University, Department of Forestry, USA.
- Ohkoshi, M., 2002. FTIR-PAS Study of Light-Induced Changes in the Surface of Acetylated or Polyethylene Glycol-Impregnated Wood, Journal Wood Science, 48, 394-401.
- Oltean, L., Teischinger, A. ve Hansmann, C., 2008. Wood Surface Discoloration due to Simulated Indoor Sunlight Exposure, Holz Roh Werkst, 66, 51-56.
- Örs, Y. ve Keskin, H., 2001. Ağaç Malzeme Bilgisi, Atlas Yayınları, Ankara.
- Özçiftçi, A. ve Özbay, G., 2010. Impacts of Bleaching Chemicals and Outdoor Exposure on Changes in the Color of Some Varnished Woods, BioResources, 5, 2, 586-597
- Özdamar, K., 2004. Paket Programlar ile İstatiksel Veri Analizi, Kaan Yayın Evi, Eskişehir, Türkiye.
- Özgenç, Ö., 2006. Yüksek Basınçla Preslenmiş Kağıt Esaslı Reçine Kaplaması (HPL Laminat) Üretiminde Farklı Özellikte Astar ve Üst Katman Kullanımının Malzeme Kalitesine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Özgenç, Ö., Forsthuber, B., Teischinger, A. ve Hansmann, C., 2010a. Comparison of Colour Change in Wood Clear-Coating Systems Including Inorganic and Organic UV Absorbers for Exterior Use, 41. IRG Annual Meeting, May, Biarritz, France, IRG/WP 10-40499.
- Özgenç, Ö., Teischinger, A. ve Yıldız, Ü., C., 2010b. Artificial Weathering Experiment of Wood Treated with Different Preservatives, 1. International Symposium on Environment and Forestry, Trabzon, Turkey.
- Özgenç, Ö. ve Yıldız, Ü., C., 2012. Induline SW 900 Su Bazlı Empenye Maddesi Uygulanan Odunun Hızlandırılmış Dış Ortam Testine Olan Dayanımı, KSÜ Mühendislik Bilim Dergisi, Özel Sayı, 2012.
- Özgenç, Ö. ve Yıldız, Ü., C., 2012. Comparison of Exterior Performance of Two Coating Systems Based Polyurethane Applied *Pinus sylvestris* L. and *Picea orientalis* L. Wood, 43. IRG Annual Meeting, May, Kuala Lumpur, Malasia, IRG/WP 12-40588.

- Özgenç, O., Hiziroglu, S. ve Yıldız, U., C., 2012. Weathering Properties of Wood Species Treated with Different Coating Applications, BioResources, 7, 4, 4875-4888.
- Özgenç, O., Okan, O., T., Yıldız, U., C. ve Deniz, I., 2013. Wood Surface Protection against Artificial Weathering with Vegetable Seed Oils, BioResources, 8,4, 6242-6262.
- Özgenç, O., Yıldız, Ü., C., Yıldız ve S., 2013. Odun Yüzeylerinin Bazı Yeni Nesil Emprenye Maddeleri ve Üst Yüzey İşlemleri ile Dış ortam Etkilerine Karşı Korunması, 14, 2, 203-205.
- Pandey, K., K. ve Pitman A., J., 2001. Weathering of Modified Rubberwood (*Hevea brasiliensis*), Journal of Applied Polymer Science, 85, 622-631.
- Pandey, K., K. ve Pitman, A., J., 2003. FTIR Studies of the Changes in Wood Chemistry Following Decay by Brown-Rot and White-Rot Fungi, International Biodeterioration & Biodegradation, 52, 151-160.
- Pandey, K.,K., 2005. A Note on the Influence of Extractives on the Photo-Discoloration and Photo-Degradation of Wood, Polymer Degradation and Stability, 87, 375-379.
- Pandey, K., K. ve Chandrashekar, N., 2006. Photostability of Wood Surfaces Esterified by Benzoyl Chloride, Journal of Applied Polymer Science, 99, 2367-2374.
- Pandey, K., K. ve Vuorinen, T., 2008. Comparative Study of Photodegradation of Wood by a UV Laser and a Xenon Light Source, Polymer Degradation and Stability, 93, 2138-2146.
- Preston, A., Jin, L., Nicholas, D., Zahora, A., Walcheski, P., Archer, K. ve Schultz, T., 2008. Field Stake Tests with Copper-Based Preservatives, 39. IRG Annual Meeting, May, İstanbul, Turkey, IRG/WP 08-30459.
- Richter, K., Feist, W.C. ve Knaebe, M. T., 1995. The Effects of Surface Roughness on The Performance of Finishes, Part I. Roughness Characterization and Stain Performance, Forest Products Journal, 45, 7-8, 91-97.
- Rosu, D., Carmen-Alice, T., Bodirlau, R. ve Rosu, L., 2010. FTIR and Color Change of the Modified Wood as a Result of Artificial Light Irradiation, Journal of Photochemistry and Photostability B: Biology, 99, 144-149.
- Rüther, P., 2011. Wood Weathering from a Service Life Perspective, Doctorate Thesis, Norwegian University of Science and Technology, Faculty for Engineering Science and Technology, Department for Civil and Transport Engineering, Norway.

- Saadat-Monfared, A. ve Mohseni, M. 2012. Polyurethane Nanocomposite Films Containing Nano-Cerium Oxide as UV absorber; Part 2: Structural and Mechanical Studies upon UV Exposure, *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 441, 752-757.
- Saha, S., Kocaefe, D., Boluk, Y. ve Pichette, A., 2011. Enhancing Exterior Durability of Jack Pine by Photo-Stabilization of Acrylic Polyurethane Coating Using Bark Extract, Part A: Effect of UV on Color Change and ATR-FT-IR analysis, *Progress in Organic Coatings*, 70, 376-382.
- Saha, S., Kocaefe, D., Krause, C. ve Larouche, T., 2011. Part B: Effect of Titania and Zinc Oxide Particles on Acrylic Polyurethane Coating Performance, *Progress in Organic Coatings*, 70, 170-177.
- Saha, S., Kocaefe, D., Boluk, Y. ve Pichette, A., 2013. Surface Degradation of CeO₂ Stabilized Acrylic Polyurethane Coated Thermally Treated Jack Pine During Accelerated Weathering, *Applied Surface Science*, 276, 86-94.
- Sahin, H., T. ve Mantanis, G., I., 2011. Colour Changes in Wood Surfaces Modified by a Nanoparticulate Based Treatment, *Wood Research*, 56, 4, 525-532.
- Sahin, H., T., Arslan, M., B., Korkut, S. ve Sahin, C., 2011. Colour Changes of Heat-Treated Woods of Red-Bud Maple, European Hophornbeam and Oak, *Color Research and Application*, 36, 6, 2011.
- Schaller, C., Rogez, D. ve Braig, A., 2008. Hydroxyphenyl-s-triazines: Advanced Multipurpose UV-Absorbers for Coatings, *Journal Coating Resources*, 5, 25-31.
- Schmalzl, K., J. ve Evans, P., D., Wood Surface Protection with Some Titanium, Zirconium, and Manganese Compounds, *Polymer Degradation and Stability*, 82, 409-419.
- Schanabel, T., Zimmer, B. ve Petutschnigg, A., J., 2009. On the Modelling of Colour Changes of Wood Surfaces, *European Journal Wood Products*, 67, 141-149.
- Scholz, G., Windeisen, E., Liebner, F., Bäucker, E. ve Bues, C.-T., 2010. Wood Anatomical Features and Chemical Composition of *Prosopis kuntzei* from the paraguayan chaco, *IAWA Journal*, 31, 1, 39-52.
- Sell, J. ve Feist, W., C., 1986. U.S. and European finishes for Weather-Exposed Wood-Comparison, *Forest Products Journal*, 36, 4, 37-41.
- Seubert, C., M., Nichols, M., E., Cooper, V., A. ve Gerlock, J., L., 2003. The Long-Term Weathering Behavior of UV Curable Clear Coats I. Bulk Chemical and Physical Analysis, *Polymer Degradation and Stability*, 81, 103-115.

- Seubert, C., M. ve Nichols, M.,E., 2005. Long-Term Weathering Behavior of UV-Curable Clearcoats: Depth Profiling of Photooxidation, UVA, and HALS Distribution, JCT Research, 2, 7, 529-537.
- Shmulsky, R. ve Jones, P., D., 2010. Forest Products and Wood Science An Introduction, A John Wiley & Sons, Inc., Publication, Sixth Edition.
- Shupe, T., F., Ragon, K., Wu, Q., Freeman, M., H. ve McIntrye, C., R., 2010. Copper Preservatives Systems: A Rapid Investigation into Effects of Co-Biocides and Used Treatinf Solutions, 41. IRG Annual Meeting, May, Biarritz , France, IRG/WP 10-30541.
- Sivrikaya, H., 2008. Odunda Doğal Dayanımı Etkileyen Faktörler, Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 10, 13, 66-70. 10-40484.
- Skaja A., Fernando, D. ve Croll, S., 2006. Mechanical Properties Changes and Degradation During Accelareted Weathering of Polyester-Urethane Coatings, JCT Research, 3, 1, 41-51.
- Srivinas, K. ve Pandey, K., K., 2012. Photodegradation of Thermally Modified Wood, Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology, 117, 140-145.
- Stefanovic, S., 2006. Environmental Impact of Wood Preservative Leachates, Doctorate Thesis, University of Toronto, Department of Foresty, Canada.
- Stamm, A., J. ve Seborg, R., M., 1939. Resin-Treated Plywood, Industrial and Engineering Chemistry, 31, 7, 897-902
- Stark, N., M., Matuana, L., M. ve Clemons, C., M., 2004. Effect of Processing Method on Surface and Weathering Characteristics of Wood-Flour/HDPE Composites, Journal of Applied Polymer Science, 93, 1021-1030.
- Stark, N., M. ve Matuana, L., M., 2007. Characterization of Weathered Wood-Plastic Composite Surfaces Using FTIR Spectroscopy, Contact Angle and XPS, Polmer Degradation and Stability, 92, 1883-1890.
- Stirling, R., Drummond, J., Zhang, J. ve Ziobro, R.,J., 2008. Micro-Distribution of Micronized Copper in Southern Pine, 39. IRG Annual Meeting, May, Istanbul, Turkey, IRG/WP 08-30479.
- Sudiyani, Y., Imamura, Y., Doi, S. ve Yamauchi, S., 2003. Infrared Spectroscopic Investigation of Weathering Effects on the Surface of Tropical Wood, Journal Wood Science, 49, 86-92.

- Sun, Q., Yu, H., Liu, Y., Li, J., Lu, Y. ve Hunt, J., F., 2010. Improvement of Water Resistance and Dimensional Stability of Wood Through Titanium Dioxide Coating, Holzforschung, 64, 757-761.
- Şahin, H., 1996. Doğu Ladini Odununun İç Morfolojik Özellikleri ve Bazı Organik Çözücülerin Geçit Aspirasyonu Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Teacă, C.-A., Roşu, D., Bodîrlău, R. ve Roşu, L., 2013. Structural Changes in Wood under Artificial UV Light Irradiation Determined by FTIR Spectroscopy and Color Measurements- A Brief Review, BioResources, 8, 1, 1478-1507.
- Temiz, A., Eikenes, M., Yıldız, Ü., C., Evans, F., G. ve Jacobsen, B., 2003. Accelerated Weathering Test for The Evaluation of Wood Preservative Efficacy, 34. IRG Annual Meeting, May, Brisbane , Australia, IRG/WP 03-20262.
- Temiz, A., Yıldız, Ü., Gezer, E., D., Yıldız, S. ve Dizman, E., 2004. Bakır İçeren Emprenye Maddelerinin Odunla olan Etkileşimi, Kafkas Üniversitesi, Artvin Orman Fakültesi Dergisi, 3, 4, 204-211.
- Temiz, A., Yıldız, Ü., Gezer, E., D., Yıldız, S. ve Dizman, E., 2004. CCA'nın Kızılağaç Odununun Mekanik Özellikleri Üzerine Etkisi, Kafkas Üniversitesi, Artvin Orman Fakültesi Dergisi, 1, 2, 18-23.
- Temiz, A., Yıldız, Ü., C., Kırcı, H., Gezer, E., D. ve Yıldız, S., 2004. Odunun Fotodegradasyonu, Kafkas Üniversitesi, Artvin Orman Fakültesi Dergisi, 3, 4, 145-156.
- Temiz, A., 2005. Dış Hava Koşullarının Emprenyeli Ağaç Malzemeye Etkileri, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Temiz, A., Yıldız, U., C., Aydın, I., Eikenes, M., Alfredsen, G. ve Çolakoğlu, G., 2005. Surface Roughness and Color Characteristics of Wood Treated with Preservatives After Accelerated Weathering Test, Applied Surface Science, 250, 35-42.
- Temiz, A., Terziev, N., Jacobsen, B. ve Eikenes, M., 2006. Weathering, Water Absorption, and Durability of Silicon, Acetylated, and Heat-Treated Wood, Journal of Applied Polymer Science, 102, 4506-4513.
- Temiz, A., Terziev, N., Eikenes, M. ve Hafren, J., 2007. Effect of Accelerated Weathering on Surface Chemistry of Modified Wood, Applied Surface Science, 253, 5355-5362.
- Tolvaj, L., Persze, L. ve Albert, L., 2011. Thermal Degradation of Wood during Photodegradation, Journal of Photochemistry and Photobiology, 105, 90-93.

- Tolvaj, L., Molnar, Z. ve Nemeth, R., 2013. Photodegradation of Wood at Elevated Temperature: Infrared Spectroscopic Study, Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology, 121, 32-36.
- Toker, H., Baysal, E. ve Kesik, H., I., 2009. Surface Characteristics o Wood Pre-impregnated with Borates Before Vranish Coating, Forest Products Journal, 59, 7/8.
- Tomak, E., D., Viitanen, H., Yıldız, U., C. ve Hughes, M., 2011. The Combined Effects of Boron and Oil Heat Treatment on the Properties of Beech and Scots Pine Wood. Part 2: Water Absorption, Compressiom Strength, Color Changes, and Decay Resistance, Journal Material Science, 46, 608-615.
- Tomak, E., D., 2011. Masif Odundan Bor İşleminin Yıkanmasını Önlemede Yağlı Isıl İşlemin ve Emülsiyon Teknikleri ile Emprenye İşlemin Etkisi, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Trinh, H., M., Militz, H. ve Carsten, M., 2012. Modification of Beech Veneers with N-methylol Melamine Compounds fort he Production of Plywood: Natural Weathering, European Journal Wood Products, 70, 279-286.
- Tuong, V., M. ve Li, J., 2010. Effect of Heat Treatment on the Change in Color and Dimensional Stability of Acacia Hybrid Wood, BioResources, 5, 2, 1257-1267.
- Tshabalala, M., Libert, R. ve Schaller, C., M., 2011. Photostability and Moisture Uptake Properties of Wood Veneers Coated with a Combination of Thin Sol-Gel Films and Light Stabilizers, Holzforschung, 65, 215-220.
- T.S.E, 1977. Odunun Liflere Paralel Doğrultuda Basınç Dayanımı Tayini, TS 2595, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- T.S. EN 927-3, 2007. Boyalar ve Vernikler- Dış Mekan Ahşap Malzemeleri için Kaplama Maddeleri ve Kaplama Sistemleri-Bölüm 3: Doğal Hava Şartlarına Maruz Bırakma Deneyi, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Uçar, D., Meimer, D., Faix, O. ve Wegener, G., 2005. Analytical pyrolysis and FTIR spectroscopy of fossil Sequoiadendron giganteum (Lindl.) wood and MWLs isolated hereof, Holz Roh Werkst, 63, 57-63.
- Umamura, K., Yamauchi, H., Ito, T., Shibata, M. ve Kawai, S., 2008. Durability of Isocyanate Resin Adhesives for Wood V: Changes of Color and Chemical Structure in Photodegradation, Journal of Wood Science, 54, 289-293.
- Ung, T., Nejad, M. ve Cooper, P., 2010. Distribution and Availability of Preservative Components in ACQ Treated Wood-Effects of Coatings and Weathering, 41.IRG Annual Meeting, May, Biarritz , France, IRG/WP 10-30537.

- Usta, I, 2005. A review of the configuration of bordered pits to stimulate the fluid flow, Maderas (Ciencia y tecnología), 7(2): 121-132.
- Williams, R., S. ve Feist, W., C., 1999. Water Repellents and Water-Repellent Preservatives for Wood, Gen., Tech., Rep., FPL-GTR-109, Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, 12 p.
- Williams, R., S., 1999. Finishing of Wood, In Wood Handbook: Wood as an Engineering Material, Madison, Wisconsin, USA, Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory.
- Williams, R., S., 2005. Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites, Chapter 7: Weathering of wood, Forest Products Laboratory, USDA, Forest Service.
- Williams, R., S., Knaebe, P., Sotos, P., G. ve Feist, W., C., 2001. Erosion Rates of Wood During Natural Weathering. Part I. Effects of Grain Angle and Surface Texture, Wood and Fiber Science, 33, 1, 31-42.
- Williams, R., S., Knaebe, P., Sotos, P., G. ve Feist, W., C., 2001. Erosion Rates of Wood During Natural Weathering. Part II. Earlywood and Latewood Erosion Rates, Wood and Fiber Science, 33, 1, 43-49.
- Wood, K., 2002. Effect of Fluoropolymer Architecture on the Exterior Weathering of Coatings, XXVI FATIPEC Congress, Dresden, Germany.
- Wu, Q., Yao, F., Ragon, K., Curole, J., Voitier, M. ve Shupe, T., 2010. Extruded Wood Plastic Composites Based on ACQ and MCQ Treated Wood Materials, 41. IRG Annual Meeting, May, Biarritz, France, IRG/WP 10-40495.
- Xue, W., Kennepohl, P. ve Ruddick, J., N., R., 2012. Mobilized Copper (II) Concentrations in Earlywood and Latewood of Micronized Copper Treated Red Pine, 43. IRG Annual Meeting, May, Kuala Lumpur, Malaysia, IRG/WP 12-30596.
- Xie, Y., Krause, A., Militz ve H., Mai, C., 2006. Coating Performance of Finishes on Wood Modified with an *N*- methylol Compound, Progress in Organic Coatings, 57, 291-300.
- Xie, Y., Krause, A., Militz, H. ve Mai, C., 2008. Weathering of Uncoated Wood Treated with Methylated 1,3-dimethylol-4,5-dihydroxyethylurea (mDMDHEU), Holz Roh Werkst, 66, 455-464.
- Volkmer, T., Arietano, L., Plummer, C., Strautmann, J. ve Noël, M., 2013. Loss of Tensile Strength in Cellulose Tissue on the Surface of Spruce (*Picea abies*) Caused by Natural Photodegradation and Delignification, Polymer Degradation and Stability, 98, 1118-1125.
- Yang, X., F., Vang, C., Tallmann, D., E., Bierwagen, G., P., Croll, S., G. ve Rohlik, S., 2001. Weathering Degradation of a Polyurethane Coating, Polymer Degradation and Stability, 74, 341-351.

- Yang, X., F., Tallman, D., E., Croll, S., G. ve Bierwagen, G., P., 2002. Morphological Changes in Polyurethane Coatings on Exposure to Water, Polymer Degradation and Stability, 77, 391-396.
- Yang, X., F., Vang, C., Tallmann, D., E., Bierwagen, G., P., Croll, S., G. ve Rohlik, S., 2002. Blistering and Degradation of Polyurethane Coatings under Different Accelerated Weathering Tests, Polmer Degradation and Stability, 77, 103-109.
- Yalınkılıç, M., K., Baysal, E., Demirci, Z. ve Peker, H., 1996. Sarıçam, Kayın, Ladin, Kızılağaç Odunlarının Çeşitli Kimyasal Maddelerle Emprenye Edilebilme Özellikleri, Mühendislik Bilimleri Dergisi, 2, 2, 147-156.
- Yalınkılıç, M., K., Imamura, Y., Takahashi, M., Yalınkılıç, A., C. ve Demirci, Z., 1999a. FTIR Studies of the Effects of Outdoor Exposure on Varnish-Coated Wood Pretreated with CCB or Water Repellents, Journal of Coatings Technology, 71, 895, 103-112.
- Yalınkılıç, M., K., Imamura, Y., Takahashi, M., Demirci, Z., Yalınkılıç, A., C. ve Peker, H., 1999b. Weathering Durability of CCB-Impregnated Wood for Clear Varnish , Journal Wood Science, 45, 502-514.
- Yıldız, Ü., C., 1988. Çeşitli Ağaç Türlerinde Su Alımının ve Çalışmanın Azaltılması, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Yıldız, Ü., C., 1994. Bazı Hızlı Büyüyen Ağaç Türlerinden Hazırlanan Odun Polimer Kompozitlerinin Fiziksel ve Mekanik Özellikleri, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon
- Yıldız, Ü., C., 2005a. Odun Koruma Ders Notları, KTÜ, Orman Fakültesi (Basılmamış Ders Notları).
- Yıldız, S., 2002. Isıl İşlem Uygulanan Doğu Kayını ve Doğu Ladini Odunlarının Fiziksel, Mekanik, Teknolojik ve Kimyasal Özellikler, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Yıldız, S., Dizman, E. ve Yıldız, Ü., C., 2008. Effect of Acetic and Nitric Acid Pre-Treatment on Copper Content of Spruce Wood Treated with CBA-A and CCA, , 39.IRG Annual Meeting, May, Istanbul, Turkey, IRG/WP 08-40406.
- Yıldız, Ü., C. ve Yıldız, S., 2008. Effects of Planning and Sanding on Penetration and Retention Properties of Some Softwood Species Treated with Copper Azole, 39.IRG Annual Meeting, May, Istanbul, Turkey, IRG/WP 08-40410.
- Yıldız, S., Yıldız, Ü., C., Gezer, E., D., Özgenç, Ö. ve Dizman, E. 2009. Effects of Some Pre-Treatments on Copper Content of Refractory Spruce Wood Treated with CBA-A, 40.IRG Annual Meeting, May, Beijing, China, IRG/WP 09-40478.

- Yıldız, S., 2009b. Çeşitli Kimyasal Maddelerin Güç Emprenye Edilen Ladin Odununda Permeabiliteyi Arttırma Etkisi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Bilim Araştırmalar Proje Birimi, Proje Kod No: 2005.113.002.3.
- Yıldız, S., Canakci, S., Yıldız, U.C., Özgenç, O. ve Tomak, E., D., 2012. Improving of the Impregnability of Refractory Spruce Wood by *Bacillus Licheniformis* Pretreatment, BioResources, 7, 1, 565-577.
- Yıldız, U., C., Temiz, A., Gezer, E., D. ve Yıldız, S., 2004. Effects of the Preservatives on Mechanical Properties of Yellow Pine (*Pinus sylvestris L.*) Wood, Building and Environment, 39, 1071-1075.
- Yıldız, S., Gezer, E., D. ve Yıldız, U., C., 2006. Mechanical and Chemical Behavior of Spruce Wood Modified by Heat, Building and Environment, 41, 1762-1766.
- Yıldız, S. ve Gümüşkaya, E., 2007. The Effects of Thermak Modification on Crystalline Structure of Cellulose in Soft and Hardwood, Building and Environment, 42, 62-67.
- Yıldız, S., 2007. Retention and Penetration Evaluation of Some Softwood Species Treated with Copper Azole, Building and Environment, 42, 2305-2310.
- Yıldız, Ü.C., 2009. Odun koruma ders notları (basılmamış), Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Trabzon.
- Yıldız, S., Yıldız, Ü., C. ve Tomak, E., D., 2010. The Effects of Natural Weathering on the Properties of Heat Treated Alder Wood, 41. IRG Annual Meeting, May, Biarritz, France, IRG/WP 10-40484.
- Yıldız, S., Yıldız, U., C. ve Tomak, E., D., 2011. The Effects of Natural Weathering on the Properties of Heat-Treated Alder Wood, BioResources, 6, 3, 2504-2501.
- Yıldız, S., Tomak, E., D., Yıldız, U., C. ve Ustaömer, D., 2013. Effect of Artificial Weathering on the Properties of Heat Treated Wood, Polymer Degradation and Stability, 98, 1419-1427.
- Yu, Y., Jiang, Z., Wang, G. ve Song, Y., 2010. Growth of ZnO Nanofilms on Wood with Improved Photostability, Holzforschung, 84, 385-390.
- Zahora, A., 2010. Influence of Copper Preservative Type on Earlywood and Latewood Distribution of Copper in Treated Wood, 41. IRG Annual Meeting, May, Biarritz, France, IRG/WP 10-40507.
- Zhang, J. ve Kamdem, D., P., 2000. Weathering of Copper-Amine Treated Wood, 31. IRG Annual Meeting, May, Kona, Hawaii, IRG/WP 00-40155.
- Zhang, J., Kamdem, D., P. ve Temiz, A., 2009. Weathering of Copper-Amine Treated Wood, Applied Surface Science, 256, 842-846.

- Ziobro, R. ve Zhang, J., 2009. Micronized Copper Preservatives Systems: Observations on the Release of Cubric ion (Cu^{2+}) from Treated Wood and Performance against Wood Decay Fungi, 40. IRG Annual Meeting, May, Beijing, China, IRG/WP 09-30519.
- Zhou, G., Taylor, G. ve Polle, A. 2011. FTIR-ATR-Based Prediction and Modelling of Lignin and Energy Content Reveals Independent Intra-Specific Variation of These Traits in Bioenergy Poplars, Plant Methods, 7, 9, 2-10.

ÖZGEÇMİŞ

1981 yılında Trabzon/Sürmene’de doğdu. İlköğretim eğitimini İstanbul’da, ortaöğretim ve lise eğitimini Trabzon’da tamamladı. 1999 yılında KTÜ Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümünü kazandı ve 2003 yılında mezun oldu. Aynı yıl Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı’nda yüksek lisans eğitimine başladı. 2003-2006 yılları arasında yüksek lisans eğitimini tamamladı. 2008 yılında KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı’nda doktora programına başladı. 2009 yılında KTÜ Of Teknoloji Fakültesi Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Bölümü’ne Öğretim Görevlisi olarak atandı. 2009-2010 eğitim-öğretim yılında Erasmus programı kapsamında Avusturya’nın Viyana şehrinde Bodenkultur Üniversitesinde yedi ay doktora tez çalışması ile ilgili araştırmalarda bulundu. Kendisi halen Of Teknoloji Fakültesi Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Bölümü’nde görevini sürdürmektedir olup, iyi derecede İngilizce bilmektedir.

SCI kapsamındaki dergilerde yayınlanmış başlıca yayınları aşağıda belirtilmiştir:

1. Özgenç, O., Okan, O., T., Yıldız, U., C., Deniz, I., 2013. Wood Surface Protection against Artificial Weathering with Vegetable Seed Oils, BioResources, 8,4, 6242-6262.
2. Özgenç, O., Hızıroğlu, S., Yıldız, U., C., 2012. Weathering Properties of Wood Species Treated with Different Coating Applications, BioResources, 7, 4, 4875-4888.
3. Burdurlu, E., Özgenç, O., 2009. Effect of Different Layer Structures on Some Resistance Characteristics of High-Pressure Laminates, Forest Products Journal, 59, 4, 69-75.